

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
COORDENAÇÃO DO CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM ALIMENTOS
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM ALIMENTOS

JESSICA TIEMI FREITAS KIHARA

EMBALAGENS PLÁSTICAS FLEXÍVEIS E FILMES CELULÓSICOS
MICROBIANOS NA CONSERVAÇÃO DO TOFU

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

PONTA GROSSA

2012

JESSICA TIEMI FREITAS KIHARA

**EMBALAGENS PLÁSTICAS FLEXÍVEIS E FILMES CELULÓSICOS
MICROBIANOS NA CONSERVAÇÃO DO TOFU**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial à obtenção do título de Tecnólogo em Alimentos, do Curso Superior de Tecnologia em Alimentos, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Orientador: Prof^a. Dr^a. Denise Milléo Almeida.

PONTA GROSSA

2012



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Campus Ponta Grossa
Diretoria de Graduação e Educação Profissional
Coordenação de Alimentos
Tecnologia em Alimentos



TERMO DE APROVAÇÃO
EMBALAGENS PLÁSTICAS FLEXÍVEIS E FILMES CELULÓSICOS
MICROBIANOS NA CONSERVAÇÃO DO TOFU

por

JESSICA TIEMI FREITAS KIHARA

Este Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) foi apresentado em 14 de junho de 2012 como requisito parcial para a obtenção do título de Tecnólogo em Alimentos. A candidata foi arguida pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Prof^ª. Dr^ª. Denise Milléo Almeida
Prof^ª. Orientadora

Prof. Dr. José Luís da Trindade
Membro titular

Prof^ª. Dr^ª. Giovana de Arruda Moura Pietrowski
Membro titular

- O Termo de Aprovação assinado encontra-se na Coordenação do Curso -

Dedicatória

Aos meus queridos pais: Maurício e Aurora que foram as pessoas diretamente responsáveis para que concluísse este curso, que nunca mediram esforços para me fazer feliz, guiando-me pelos caminhos corretos, ensinando-me os valores essenciais à vida: amor e respeito, a eles devo a pessoa que me tornei, agradeço a Deus por ser filha dessas duas pessoas maravilhosas; aos meus irmãos amados: Luís Maurício, Maria Gabriela e Juliana, que alegram os meus dias e me recarregam as forças e ao meu amado noivo: Gabriel pela sua compreensão, apoio, incentivo e principalmente ao seu amor.

AGRADECIMENTOS

Jesus Cristo, único Senhor e Deus, fonte de todo o conhecimento e sabedoria. A Ele toda honra, glória e louvor.

Ao meu pai Maurício Kazuo Kihara e minha mãe Aurora Maria Freitas Kihara, pela expressiva influência exercida na minha formação, pelo carinho, ensino, incentivo e dedicação que me permitiram crescer como pessoa, com vocês aprendi a valorizar cada esforço para alcançar um objetivo, amo vocês incondicionalmente! Aos meus irmãos, Luís Maurício, Maria Gabriela e Juliana, meus primeiros amigos, obrigada pelos momentos de felicidade que sempre me proporcionam, vocês são extremamente importantes na minha vida.

Ao meu noivo Gabriel Fernandes Machado, presente de Deus em minha vida, pela demonstração de paciência, compreensão, carinho e amor durante todo o período em que foi necessário para a realização dos estudos teóricos e práticos, amo muito você!

As minhas amigas “irmãs” Vanessa Ferreira, Lidiane Müller e Edina Ovitzke, pelo auxílio e apoio nas dificuldades. Obrigada pela amizade sincera, por estarem presentes em minha vida e pela certeza que sempre poderei contar com vocês. À Simone Ferreira e Fernanda Rita por me ajudarem na realização de análises microbiológicas e à Vanessa Rodrigues suas palavras de motivação e apoio.

A professora Dr^a Denise Milléo Almeida que contribuiu com valiosas informações e experiências, imprescindíveis à elaboração deste estudo. Obrigada à professora MSc. Simone Bowles pela disponibilidade e interesse em me apoiar no desenvolvimento do presente estudo.

A Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), que ofereceu toda a estrutura necessária para a elaboração da pesquisa.

E a todas as pessoas que contribuíram direta ou indiretamente para realização deste trabalho, não somente no aspecto profissional, mas também pessoal através da amizade e companheirismo.

“Navegadores antigos tinham uma frase gloriosa: Navegar é preciso; viver não é preciso. Quero para mim o espírito desta frase, transformada a forma para a casar como eu sou: *Viver não é necessário; o que é necessário é criar*. Não conto gozar a minha vida; nem em gozá-la penso. Só quero torná-la grande, *ainda que para isso tenha de ser o meu corpo e a (minha alma) a lenha desse fogo.*”

(Fernando Pessoa)

RESUMO

KIHARA, Jessica Tiemi Freitas. **Embalagens plásticas flexíveis e filmes celulósicos microbianos na conservação do tofu**. 2012. 85 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso Superior de Tecnologia em Alimentos) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2012.

O tofu é um produto derivado da soja (*Glycine max* (L.) Merrill) altamente perecível, com curta vida de prateleira. O objetivo desse trabalho foi avaliar o efeito de embalagens de filmes celulósicos e embalagens plásticas flexíveis sobre parâmetros físicos, físico-químicos e microbiológicos na conservação do tofu. A qualidade do tofu foi avaliada segundo a perda de massa, sólidos solúveis totais (SST) (°Brix), acidez total titulável (ATT), pH, firmeza, atividade de água (A_w), contagem de mesófilos aeróbios totais, cor e umidade. O uso da embalagem de PE se mostrou eficiente para redução de perda de massa até 168 horas. Os valores de pH dos tratamentos com PVC e PE, durante o período de armazenamento foram considerados ideais (valores entre 5,7 – 6,4) para o consumo *in natura*. A atividade de água se manteve constante durante todo o armazenamento, com variações não significativas. Todos os tratamentos apresentaram contagem de mesófilos aeróbios dentro do limite aceitável segundo a legislação vigente até às 168 horas, com redução dos SST e da ATT. Nos resultados de firmeza, o tofu embalado com PE apresentou o melhor resultado na conservação do tofu quando comparado aos demais tratamentos. Na análise de cor do croma, croma a^* e b^* apresentaram aumento dos valores, ou seja, houve escurecimento superficial em todos os tratamentos, ressaltando uma pigmentação maior no tofu envolvido com celulose bacteriana (com e sem orégano), enquanto a análise de luminosidade apresentou redução nos valores, confirmando o escurecimento ao final do período de armazenamento, onde apenas os tratamentos com PVC e PE apresentaram menor queda dos valores, mantendo o tofu na cor branca, considerada como ideal no ponto de vista do consumidor. Os tratamentos com CB e CB+ orégano, apresentaram maior influência negativa sobre a grande maioria das análises, visto que apenas na atuação antimicrobiana foi eficaz, principalmente a celulose bacteriana com orégano. Os tratamentos com PVC e PE apresentaram maior influência positiva, principalmente na análise de umidade (um dos principais indicadores de qualidade do tofu). Portanto, a aplicação de biofilmes com e sem óleo essencial não oferece potencial de aplicações em tofu, enquanto os tratamentos com PVC e PE (sem água no interior da embalagem) não prolongaram a vida de prateleira do tofu, no entanto, a embalagem de PE conferiu ao tofu a mesma vida de prateleira que o método convencional - lavagem todos os dias e armazenagem em água - por 5 dias.

Palavras-chave: Tofu; Vida de prateleira; Celulose Bacteriana; Policloreto de Vinila; Polietileno.

ABSTRACT

KIHARA, Jessica Tiemi Freitas. **Flexible plastic packaging and microbial cellulose films on conservation of tofu**. 2012. 85 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso Superior de Tecnologia em Alimentos) - Federal Technology University - Paraná. Ponta Grossa, 2012.

Tofu is a highly perishable product derived from the soybean (*Glycine max* (L.) Merrill), with short shelf life. The aim of this work was to evaluate the effect of cellulose packaging films and flexible plastic packages on physical parameter settings, physical-chemical and microbiological in conservation of tofu. The quality of tofu was evaluated according to the weight loss, total soluble solids (TSS) (° Brix), titratable acidity (TA), pH, firmness, water activity (A_w), count of aerobic mesophilic total, color and moisture. The use of the PE film proved to be efficient for reduction of weight loss up to 168 hours. The pH values of treatment with PE and PVC during the storage period were considered ideal (values between 5.7 - 6.4) for *in natura* consumption. Water activity remained constant throughout the store, with no significant variations. All treatments showed mesophilic aerobic count within the acceptable limit according to current legislation up to 168 hours, with reduced TSS and TTA. The results of firmness, tofu packed with PE showed the best result in the conservation of tofu compared to the other treatments. In the analysis of color chroma, chroma a^* and b^* values presented increase, or surface browning was in all treatments, emphasizing a greater pigmentation in tofu involved in bacterial cellulose (with and without oregano), while the luminosity analysis showed reduced values, confirming the darkening the end of the storage period, where only treatments with PVC and PE showed lower values drop, keeping the tofu in white color, considered as ideal at the point of view of the consumer. Treatment with CB and CB + oregano, showed greater negative influence on the vast majority of analyzes, since only in the performance antimicrobial was effective, especially bacterial cellulose with oregano. Treatments with PVC and PE had higher positive influence, particularly in moisture analysis (one of the main indicators of quality of tofu). Therefore, the application of biofilms with and without essential oil does not offer potential applications in tofu, while treatments with PE and PVC (without water inside the package) did not extended tofu shelf life, however, the PE packaging gave the tofu the same shelf life than the conventional method - everyday washing and storing in water - for 5 days.

Keywords: Tofu. Shelf life. Bacterial Cellulose. Polyvinyl Chloride. Polyethylene.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1-	Grão de Soja.....	18
Figura 2-	Fluxograma da obtenção do tofu.....	22
Figura 3-	Representação esquemática da estrutura de PEBD.....	29
Figura 4-	Fluxograma da obtenção do Tofu.....	35
Figura 5-	Acondicionamento do Tofu.....	36
Figura 6-	Evolução da Perda de Massa do Tofu coberto com Filmes de Policloreto de Vinila (PVC), Celulose Bacteriana (CB), Celulose Bacteriana com Orégano (CB+ orégano), Polietileno (PE) e Controle (sem cobertura), durante o período de armazenamento.....	42
Figura 7-	Formação de gotículas de água no Tofu embalado com Filme de Policloreto de Vinila (PVC)	42
Figura 8-	Evolução dos Sólidos Solúveis Totais do Tofu coberto com filmes de Policloreto de Vinila (PVC), Celulose Bacteriana (CB), Celulose Bacteriana com Orégano (CB+ orégano), Polietileno (PE) e Controle (sem cobertura), durante o período de armazenamento.....	44
Figura 9-	Evolução da Acidez Total Titulável do Tofu coberto com filmes de Policloreto de Vinila (PVC), Celulose Bacteriana (CB), Celulose Bacteriana com Orégano (CB+ orégano), Polietileno (PE) e Controle (sem cobertura), durante o período de armazenamento.....	46
Figura 10-	Evolução do pH do Tofu coberto com filmes de Policloreto de Vinila (PVC), Celulose Bacteriana (CB), Celulose Bacteriana com Orégano (CB+ orégano), Polietileno (PE) e Controle (sem cobertura), durante o período de armazenamento.....	47
Figura 11-	Evolução da Firmeza do Tofu coberto com filmes de Policloreto de Vinila (PVC), Celulose Bacteriana (CB), Celulose Bacteriana com Orégano (CB+ orégano), Polietileno (PE) e Controle (sem cobertura), durante o período de armazenamento.....	49
Figura 12-	Tofu embalado com Celulose Bacteriana (CB) e Celulose Bacteriana com Orégano (CB+ orégano) durante o tempo de armazenagem de 0h e 168h.....	50
Figura 13-	Evolução da Aw do Tofu coberto com filmes de Policloreto de Vinila (PVC), Celulose Bacteriana (CB), Celulose Bacteriana com Orégano (CB+ orégano), Polietileno (PE) e Controle (sem cobertura), durante o período de armazenamento.....	52
Figura 14-	Evolução da Contagem de Mesófilos Aeróbios Totais do Tofu coberto com filmes de Policloreto de Vinila (PVC), Celulose Bacteriana (CB), Celulose	

	Bacteriana com Orégano (CB+ orégano), Polietileno (PE) e Controle (sem cobertura), durante o período de armazenamento.....	54
Figura 15-	Evolução da Cor Croma do Tofu coberto com filmes de Policloreto de Vinila (PVC), Celulose Bacteriana (CB), Celulose Bacteriana com Orégano (CB+ orégano), Polietileno (PE) e Controle (sem cobertura), durante o período de armazenamento.....	57
Figura 16-	Evolução da Cor de Luminosidade do Tofu coberto com filmes de Policloreto de Vinila (PVC), Celulose Bacteriana (CB), Celulose Bacteriana com Orégano (CB+ orégano), Polietileno (PE) e Controle (sem cobertura), durante o período de armazenamento.....	57
Figura 17-	Evolução da Cor b* do Tofu coberto com filmes de Policloreto de Vinila (PVC), Celulose Bacteriana (CB), Celulose Bacteriana com Orégano (CB+ orégano), Polietileno (PE) e Controle (sem cobertura), durante o período de armazenamento.....	58
Figura 18-	Evolução da Cor a* do Tofu coberto com filmes de Policloreto de Vinila (PVC), Celulose Bacteriana (CB), Celulose Bacteriana com Orégano (CB+ orégano), Polietileno (PE) e Controle (sem cobertura), durante o período de armazenamento.....	58
Figura 19-	Cor do tofu embalado com Celulose Bacteriana (CB) e Celulose Bacteriana com orégano (CB+ orégano).....	59
Figura 20-	Evolução da Umidade Total do Tofu coberto com filmes de Policloreto de Vinila (PVC), (CB+ orégano), Polietileno (PE) e Controle (sem cobertura), durante o período de armazenamento.....	60
Quadro 1-	Exemplos de polímeros empregados para a fabricação de materiais de embalagem para contato com alimentos e suas respectivas aplicações.....	27
Quadro 2-	Fontes e principais utilizações dos biopolímeros.....	30

LISTA DE TABELAS

Tabela 1-	Composição nutricional do grão de soja (em 100g do produto).....	19
Tabela 2-	Composição nutricional do queijo de soja "tofu".....	21
Tabela 3-	Teores médios de minerais de extrato de soja obtidos da soja: soja comum (SC) e soja comum branqueada (SCB).....	24
Tabela 4-	Principais Alimentos Demandantes de PEAD.....	28
Tabela 5-	Perda de massa do Tofu coberto com filmes de Policloreto de Vinila (PVC), Celulose Bacteriana (CB), Celulose Bacteriana com Orégano (CB+ orégano), Polietileno (PE) e Controle (sem cobertura), durante o período de armazenamento.....	41
Tabela 6-	Características dos Sólidos Solúveis Totais (SST) (°Brix) do Tofu coberto com filmes de Policloreto de Vinila (PVC), Celulose Bacteriana (CB), Celulose Bacteriana com Orégano (CB+ orégano), Polietileno (PE) e Controle (sem cobertura), durante o período de armazenamento.....	43
Tabela 7-	Características da Acidez Total Titulável do Tofu coberto com filmes de Policloreto de Vinila (PVC), Celulose Bacteriana (CB), Celulose Bacteriana com Orégano (CB+ orégano), Polietileno (PE) e Controle (sem cobertura), durante o período de armazenamento.....	45
Tabela 8-	Características do pH do Tofu coberto com filmes de Policloreto de Vinila (PVC), Celulose Bacteriana (CB), Celulose Bacteriana com Orégano (CB+ orégano), Polietileno (PE) e Controle (sem cobertura), durante o período de armazenamento.....	47
Tabela 9-	Características da Firmeza do Tofu coberto com filmes de Policloreto de Vinila (PVC), Celulose Bacteriana (CB), Celulose Bacteriana com Orégano (CB+ orégano), Polietileno (PE) e Controle (sem cobertura), durante o período de armazenamento.....	48
Tabela 10-	Características da Aw do Tofu coberto com filmes de Policloreto de Vinila (PVC), Celulose Bacteriana (CB), Celulose Bacteriana com Orégano (CB+ orégano), Polietileno (PE) e Controle (sem cobertura), durante o período de armazenamento.....	51

Tabela 11-	Características da Contagem de Mesófilos Aeróbios Totais do Tofu coberto com filmes de Policloreto de Vinila (PVC), Celulose Bacteriana (CB), Celulose Bacteriana com Orégano (CB+ orégano), Polietileno (PE) e Controle (sem cobertura), durante o período de armazenamento.....	53
Tabela 12-	Características da cor Cromo do Tofu coberto com filmes de Policloreto de Vinila (PVC), Celulose Bacteriana (CB), Celulose Bacteriana com Orégano (CB+ orégano), Polietileno (PE) e Controle (sem cobertura), durante o período de armazenamento.....	55
Tabela 13-	Características da Luminosidade do Tofu coberto com filmes de Policloreto de Vinila (PVC), Celulose Bacteriana (CB), Celulose Bacteriana com Orégano (CB+ orégano), Polietileno (PE) e Controle (sem cobertura), durante o período de armazenamento.....	55
Tabela 14-	Características da Cor a* do Tofu coberto com filmes de Policloreto de Vinila (PVC), Celulose Bacteriana (CB), Celulose Bacteriana com Orégano (CB+ orégano), Polietileno (PE) e Controle (sem cobertura), durante o período de armazenamento.....	56
Tabela 15-	Características da Cor Amarelo b* do Tofu coberto com filmes de Policloreto de Vinila (PVC), Celulose Bacteriana (CB), Celulose Bacteriana com Orégano (CB+ orégano), Polietileno (PE) e Controle (sem cobertura), durante o período de armazenamento.....	56
Tabela 16-	Características da Umidade do Tofu coberto com filmes de Policloreto de Vinila (PVC), Celulose Bacteriana (CB), Celulose Bacteriana com Orégano (CB+ orégano), Polietileno (PE) e Controle (sem cobertura), durante o período de armazenamento.....	60

LISTA DE SIGLAS

ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
ATT	Acidez Total Titulável
Aw	Atividade de água
CB	Celulose Bacteriana
CB+ orégano	Celulose Bacteriana com orégano
FDA	<i>Food and Drug Administration</i>
PCA	Plate Count Agar
PE	Polietileno
pH	Potencial Hidrogeniônico
PTS	Proteína Texturizada de Soja
PVC	Policloreto de Vinila
SST	Sólidos Solúveis Totais
USDA	Departamento de Agricultura dos Estados Unidos

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	16
1.1 OBJETIVO GERAL.....	17
1.1.2 Objetivos específicos.....	17
2. REVISÃO DE LITERATURA	18
2.1 SOJA.....	18
2.2 PRODUTOS DERIVADOS DA SOJA.....	19
2.3 TOFU.....	20
2.3.1 Produção do tofu.....	21
2.3.2 Características físico-químicas do tofu.....	23
2.3.3 Métodos de conservação do tofu	25
2.4 EMBALAGEM	26
2.5 EMBALAGENS NATURAIS – BIOPOLÍMEROS	29
2.6 ORÉGANO.....	32
3. MATERIAL E MÉTODOS	34
3.1 MATERIAL	34
3.2 PRODUÇÃO DO TOFU	34
3.3 PROCESSO DE ACONDICIONAMENTO E ARMAZENAMENTO DO TOFU.....	36
3.4 CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DO TOFU	36
3.4.1 Perda de massa	37
3.4.2 Sólidos Solúveis Totais	37
3.4.3 Acidez Total Titulável.....	37
3.4.4 Potencial Hidrogeniônico (pH).....	38
3.4.5 Firmeza	38
3.4.6 Atividade de água (Aw).....	39
3.4.7 Contagem Total de Mesófilos Aeróbios.....	39
3.4.8 Cor	39
3.4.9 Umidade	40
3.5 ANÁLISES DOS DADOS	40
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	41
4.1 PERDA DE MASSA	41
4.2 SÓLIDOS SOLÚVEIS TOTAIS (SST)	43

4.3 ACIDEZ TOTAL TITULÁVEL (ATT).....	44
4.4 POTENCIAL HIDROGENIÔNICO (pH)	46
4.5 FIRMEZA.....	48
4.6 ATIVIDADE DE ÁGUA (Aw).....	50
4.7 CONTAGEM TOTAL DE MESÓFILOS AERÓBIOS	52
4.8 COR	54
4.9 UMIDADE	59
5. CONCLUSÃO.....	61
REFERÊNCIAS	62
APÊNDICE.....	73

1. INTRODUÇÃO

Planta da família das leguminosas, a soja (*Glycine max* (L.) Merrill) possui em média 40% de proteínas, 20% de lipídeos (óleo), 5% de minerais e 34% de carboidratos (açúcares como glicose, frutose e sacarose, fibras e os oligossacarídeos como rafinose e estaquiose), originário da China e do Japão. (EMBRAPA, 2006).

Evidências geográficas e históricas indicam que a soja foi primeiramente cultivada no noroeste da China, por volta do século XI a.C. e, espalhou-se gradualmente para outros países asiáticos, chegando ao Japão no século VIII d.C. (BENASSI, 2011).

No Brasil, foi cultivada pela primeira vez em 1901, na Estação Agropecuária de Campinas e a introdução oficial foi em 1914, no Rio Grande do Sul. Porém, sua expansão aconteceu nos anos 70, com o interesse crescente da indústria de óleo e a demanda do mercado internacional (FREIRA; VERNETTI, 1997).

A produção de soja no Mercosul aumentou 293% nos últimos 20 anos, saltando de 29 milhões de toneladas para quase 115 milhões de toneladas na safra 07/08 segundo dados do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA) (AGRONEGÓCIO, 2009).

A projeção do USDA – safra 2010/2011 – indica os Estados Unidos como maior produtor mundial do grão (90,6 milhões de toneladas) e o Brasil em segundo lugar com 75 milhões de toneladas (EMBRAPA, 2011). Estudo realizado pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 2011) indica que os estados brasileiros líderes da produção de soja são Mato Grosso, Paraná, Rio Grande do Sul e Goiás totalizando 82% da soja nacional, seguido dos estados de Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia que respondem por 13% da produção Brasileira.

Dentro da versatilidade da soja no campo e na indústria de alimentos, são conhecidos e comercializados, além da soja em grãos, farinha de soja, concentrados e isolados de soja, soja texturizada, alimentos fermentados como misso e shoyo, e ainda, o extrato de soja ou leite de soja, comercializado em vários sabores sendo que desse extrato, fabrica-se o tofu (PINHEIRO et al., 2007).

Dos alimentos à base de soja tradicionalmente consumidos no Oriente, o tofu é o mais popular. Como alimento tradicional, considerado indispensável à dieta diária japonesa, pode ser consumido de várias maneiras além de ser um alimento protéico de excelente qualidade, que apresenta importantes propriedades nutritivas e funcionais (EMBRAPA, 2000).

O tofu pode ser embalado de modo convencional (tofu acondicionado em saco de polietileno com água) ou à vácuo. No modo convencional a conservação é adequada por até 5 dias, e o envasamento por sistema à vácuo pode prolongar a vida de prateleira por 90 dias (CUNHA, 2010).

Segundo Embrapa (2007) para prolongar a vida útil do tofu em até 15 dias, pelo acondicionamento convencional há necessidade de lavá-lo todos os dias, acondiciona-lo em um recipiente com água suficiente para cobri-lo por completo e armazenar sob refrigeração de até 7°C, considerando essas etapas a maior dificuldade de prolongar e manter a vida de prateleira do tofu.

O presente trabalho representa uma relevante contribuição para a avaliação da aplicação de embalagens diferentes para o prolongamento da vida útil do tofu através da análise da umidade, pois segundo Ciabottiet al., 2009, a umidade é considerada o fator determinante para a avaliação da quantidade de sólidos, volume, pH e textura.

1.1 OBJETIVO GERAL

Este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito de embalagens de filmes celulósicos e embalagens plásticas flexíveis sobre parâmetros físicos, físico-químicos e microbiológicos na conservação do tofu.

1.1.2 Objetivos específicos

- a) Avaliar quatro tipos de embalagem para conservação o tofu;
- b) Avaliar a qualidade físico-química e microbiológica do tofu segundo os tipos de embalagens utilizados.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 SOJA

No início do século XX o grande produtor e exportador de soja era a China. Sua produção chegava em torno de 2,5 milhões de toneladas e o comércio era bastante reduzido em volume, haja vista que este país consumia boa parte do que produzia (BRUM, 2000). Apesar de conhecida e explorada no Oriente há mais de cinco mil anos, o Ocidente ignorou o seu cultivo até a segunda década do século vinte, quando os Estados Unidos (EUA) iniciaram sua exploração comercial (EMBRAPA, 2004), chegando ao Brasil em 1882 para realização de estudos de avaliação de cultivares (ROCHA, 2009).

Segundo o estudo de Alliprandini et al., (1998), a soja é amplamente cultivada no Sul do Brasil, onde encontra considerável diversidade de ambientes sendo que no Estado do Paraná, cultiva-se mais de dois milhões de hectares, com produção de 57345,38 toneladas em 2009 (CENTRO DE INTELIGÊNCIA DA SOJA, 2009), representando fator de grande importância econômica e social para a região.

Segundo Guedes et al., (2011), a circularidade, esfericidade, largura e espessura do grão de soja modificam com o teor de água para grãos de soja, sendo inviável determinar um tamanho padrão para a soja, variando de 7,74 – 8,19 mm de comprimento e 6,84 – 7,02 mm de largura (Figura 1).

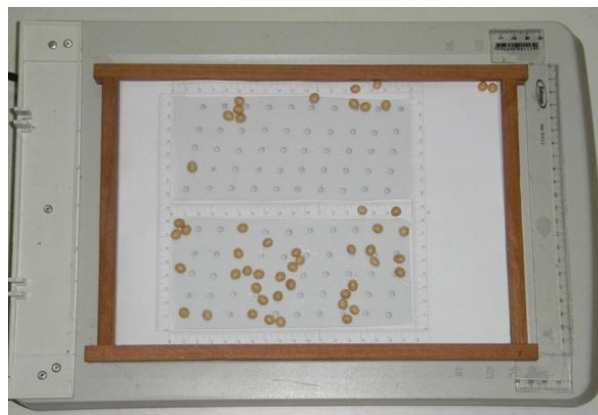


Figura 1 - Grão de Soja. FONTE: GUEDES et al., (2011)

Considerada como alimento funcional, fornece nutrientes ao organismo e benefícios para a saúde; rica em proteínas, contém isoflavonas, saponinas, fitatos, inibidores de protease, fitosteróis, peptídeos com baixo peso molecular, oligossacarídeos e ácidos graxos poli-insaturados, que auxiliam na redução de riscos de doenças crônicas e degenerativas, além de constituir boa fonte de minerais como ferro, potássio, magnésio, zinco, cobre, fósforo, manganês e vitaminas do complexo B (PENHA et al., 2007). Na Tabela 1 estão apresentados os componentes nutricionais em 100 gramas do grão de soja cozido.

Tabela 1- Composição nutricional do grão de soja (em 100g do produto)

Nutriente	Quantidade (g)	Nutriente	Quantidade (mg)
Carboidratos	10	Colesterol	-
Proteínas	17	Cálcio	102
Gorduras totais	9	Potássio	515,1
Gordura Saturada	1,3	Ferro	5,1
Gordura Monoinsaturada	2	Sódio	1,2
Gordura Poliinsaturada	5,1		
Fibras	6		

FONTE: SILVA; ALMEIDA, 2009.

2.2 PRODUTOS DERIVADOS DA SOJA

A soja e seus derivados constituem uma ótima fonte proteica, que podem ser utilizada para fortificar e enriquecer a dieta tradicional, sem modificar as características dos alimentos, como por exemplo, o seu sabor (MANDARINO, 2005).

Entre os derivados da soja comumente conhecidos, a PTS (proteína texturizada de soja), os variados óleos refinados, e ainda o extrato ou leite de soja. Estes geralmente compõem uma grande diversidade de produtos, como, salgadinhos, salsichas e carnes vegetais, molhos, sucos, massas, cereais, farinhas, misturas preparadas, bebidas, alimentos dietéticos e para bebê, entre outros (SOUZA et al., 2010).

Produto pré-cozido que provêm de grãos de soja processados, a proteína de soja fornece proteínas, ferro, cálcio e sais minerais, possui baixíssimo teor de gordura sendo considerado um alimento versátil, pois substitui a carne em molhos, almôndegas, stroganoffs, recheios e sopas (CARVALHO, 2009).

O emprego de óleo de soja apresenta muitas vantagens, tais como: alto conteúdo de ácidos graxos essenciais; formação de cristais grandes, facilmente filtráveis quando o óleo é hidrogenado e fracionado; alto índice de iodo, que permite a sua hidrogenação produzindo grande variedade de gorduras plásticas, e refino com baixas perdas (SILVA; GIOIELLI, 2006).

A obtenção de extrato aquoso (leite) de soja – principal componente para a produção do produto tofu – ocorre a partir das sementes inteiras selecionadas, classificadas e moídas com água a 90°C possibilitando a extração de diversos componentes nutricionais, como a principal proteína a legumina, esta possui propriedades semelhantes a da caseína, proteína presente em leites de origem animal (PINTO; CASTRO, 2008).

2.3 TOFU

A produção de leite de soja se faz a partir dos grãos de soja, sendo uma alternativa ao leite de vaca por possuir alto valor de proteína, de fácil digestão, não contém colesterol e tem menos gordura que o leite de vaca. Surgiu como uma opção para pessoas que possuem incapacidade de digerir a lactose, o açúcar do leite de vaca. A partir de uma extração aquosa de 1 kg de grãos de soja, pode-se obter de 9 litros de leite, gerando 700g de resíduo denominado de “okara”. Este contém cerca da metade de proteína da soja, sendo considerado de alto valor nutritivo (SOUZA et al., 2010).

A partir do extrato de soja fabrica-se o tofu, com a adição de sais ou ácidos para precipitação das proteínas, produzindo gel – produto resultante da formação de uma rede proteica, com textura lisa, macia e elástica (PINHEIRO et al., 2009).

Por ser um derivado da soja possui uma grande quantidade de substâncias benéficas ao bom funcionamento do organismo. Segundo Mandarino et al., (2005, p.10):

“As principais substâncias presentes na soja apontadas como capazes de reduzir riscos de câncer são as isoflavonas. Também estão presentes na soja e seus derivados outras substâncias, como os inibidores de proteases (inibidores de tripsina), as saponinas, os fitosteróis e os oligossacarídeos, que podem auxiliar na redução de riscos de doenças crônicas”.

O tofu ou queijo de soja pode ser consumido “*in natura*”, cozido, refogado ou grelhado, apresentando um sabor neutro, fonte de proteína e de cálcio, substâncias que protegem os ossos e os músculos, rico em vitaminas do complexo B, ferro e magnésio.

Concentra uma quantidade importante de isoflavonas além de ser pobre em gordura. A Tabela 2 apresenta a composição do queijo de soja para cada 100g.

Tabela 2 - Composição nutricional do queijo de soja tofu

	Quantidade por 100g	% da recomendação diária de ingestão
Energia	64,0 Kcal	3,2
Carboidratos	2,1 g	0,7
Proteínas	6,6 g	8,8
Gorduras Totais	4,0 g	7,3
Gorduras Saturadas	0,4 g	1,8
Ácidos graxos ω -3	0,2 g	*
Fibras	0,8 g	3,2
Sódio	1,0 mg	0,04
Isoflavonas	33,7 mg	**

* A recomendação varia segundo sexo

** Recomendação diária não estabelecida

FONTE: TACO, 2006

Segundo Silva et al., (2009); 80 gramas de tofu fornece 40% das necessidades diárias de proteínas, 25% de cálcio, 87% (para mulheres) e 130% (para homens) de ferro.

Entre tantas vantagens encontradas no tofu, tem-se como desvantagem sua curta vida de prateleira, pois no processo da obtenção da coalhada (tofu coagulado) aumenta-se a sinérese acarretando mais ligações químicas com as proteínas, tornando a matriz proteica mais densa e compacta, conseqüentemente levando à diminuição da umidade e do rendimento (CIABOTTI et al., 2009).

Existem duas categorias principais de tofu: *silken* e *momen*. *Silken* Tofu é formado pela coagulação do extrato de soja na própria embalagem de consumo. *Momen* Tofu é obtido pela quebra do coágulo, seguida pela pressão em uma forma, para remoção de parte do soro, por isso é um produto mais firme que o *silken* e de textura menos homogênea, uma vez que o coágulo é quebrado e depois reformatado sob pressão (BENASSI, 2011).

2.3.1 Produção do tofu

No oriente, a produção de tofu tem sido considerada uma arte, pois sem um mínimo de experiência não se consegue obter um produto de boa qualidade. Mesmo com o conhecimento atual sobre a química de proteínas, é difícil produzir um tofu com consistente qualidade e rendimento, uma vez que são muitos os fatores envolvidos (YAMASHIRO, 1986). Assim, embora não seja uma tecnologia nova e pouco se tenha alterado no processamento do tofu por mais de 2000 anos, produzir tofu com excelente qualidade tecnológica e sensorial continua sendo um desafio (BENASSI, 2011).

O processamento do tofu pode variar conforme o fabricante, na Figura 2 é apresentado o fluxograma resumido de obtenção do tofu *Momen*.

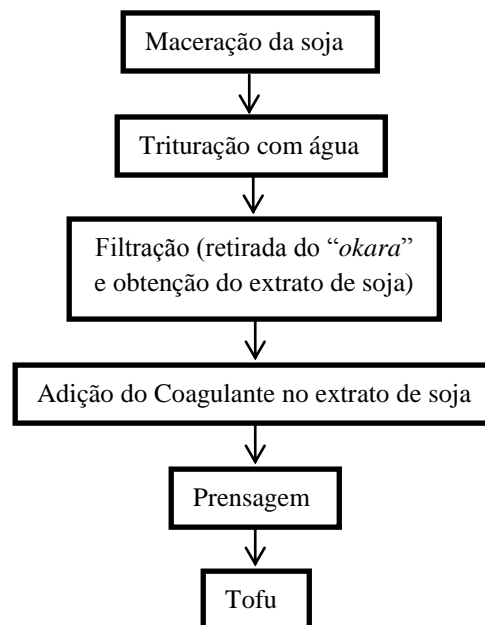


Figura 2 - Fluxograma da obtenção do *Momen* tofu. FONTE: EMBRAPA (2007).

O processo de maceração da soja consiste na imersão dos grãos limpos e selecionados em um recipiente com água filtrada, deixando-os de molho por 10 horas, à temperatura ambiente, facilitando o processo de trituração. Após a trituração aquece-se a massa obtida até 90°C e logo após seu resfriamento inicia-se a filtração em um tecido de algodão fino e esterilizado (EMBRAPA, 2000).

Após a filtração obtêm-se o extrato de soja, ao qual será adicionado o coagulante. Segundo a Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA (BRASIL, 2009), o agente coagulante facilita a separação das substâncias durante o processo, ou a modificação da textura do alimento; entretanto, Pinheiro et al., (2009) determinou através de pesquisas que a coagulação do extrato de soja pelo uso de coagulantes específicos é a etapa mais importante da

produção do tofu e a mais difícil, pois cada coagulante irá reagir de uma maneira a coagulação, ou seja, depende de uma complexa interação de alguns fatores como a composição química da soja, temperatura de cozimento do extrato, volume processado, quantidade de sólidos, pH, tipo de coagulante e sua concentração, método de mexedura, tempo e temperatura de coagulação.

Os coagulantes mais utilizados para produção do tofu são o cloreto de cálcio, acetato de cálcio, sulfato de cálcio, sulfato de magnésio e cloreto de magnésio. No Japão utiliza-se ácido glicônico, capaz de formar complexos solúveis com íons metálicos divalentes e trivalentes em soluções aquosas, sendo muito utilizada na indústria de laticínios prevenindo a formação de precipitados indesejáveis (CARVALHO, et al., 2005); obtendo-se um produto mais macio e sem poros, o *silken tofu*, o agente coagulante utilizado pode influenciar na textura do tofu (EMBRAPA, 2007).

O agente coagulante mais comumente usado no Brasil, graças a sua disponibilidade e a seu baixo custo, é o sulfato de magnésio. Esse composto, conhecido como “sal amargo”, é geralmente vendido em drogarias ou farmácias de manipulação (EMBRAPA, 2007), sendo comercializado em forma de pó de colaração branca e gosto amargo. Quanto a sua característica coagulante, ele proporciona maior consistência e textura ao produto, apresentando semelhança ao queijo minas frescal (SOUZA et al., 2010).

Após a coagulação, transfere-se a massa, com o auxílio de uma escumadeira, para uma fôrma de plástico perfurada, do tipo usado para a fabricação do queijo minas frescal. Essas fôrmas são de fácil manuseio e limpeza e possuem um dessorador (tela de náilon, de malha fina), para reter o coágulo e facilitar a desenformagem (EMBRAPA, 2007).

2.3.2 Características físico-químicas do tofu

Os alimentos funcionais contêm substâncias capazes de modular as respostas metabólicas do indivíduo, resultando assim uma maior proteção e estímulo à saúde. A presença desses componentes nos alimentos é vista como vantagem, devendo o mesmo ser informado ao consumidor. No Brasil, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária definiu normas para rotulagem de produtos com alegação de propriedade funcional, o alimento além de suprir funções metabólicas básicas, quando se tratar de nutriente, deve também produzir comprovados efeitos metabólicos, fisiológicos ou benéficos à saúde, devendo ser seguros para o consumo sem supervisão médica (BRASIL, 1999).

A funcionalidade da proteína de soja foi reconhecida em 1999 pelo Food and Drug Administration (FDA), órgão de controle de alimentos dos Estados Unidos da América. A Associação Americana do Coração recomenda o consumo de alimentos com soja para pacientes com elevados níveis de colesterol (PENHA et al., 2007). No Brasil, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária atualizou em julho de 2008 a Resolução da Diretoria Colegiada (RDC) nº. 278/2005, uma lista de produtos com alegação de benefícios à saúde onde consta, “O consumo diário de no mínimo 25 g de proteína de soja pode ajudar a reduzir o colesterol. Seu consumo deve estar associado a uma alimentação equilibrada e hábitos de vida saudáveis” (BRASIL, 2008).

Ciabottiet et al., (2006), em sua análise, verificou que em soja que recebe tratamento térmico tem os valores de potássio, cálcio, cobre, zinco e ferro reduzidos, fato que se deve provavelmente à migração destes componentes para a água de maceração dos grãos (Tabela 3), portanto, interferindo na composição nutricional do tofu.

Tabela 3 - Teores médios de minerais de extrato de soja obtidos: soja comum e soja comum branqueada

Extrato de soja	P	K	Cu	Zn	Fe
	(%)	(%)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)
Soja Comum	0,074	0,142	1,816	4,592	12,700
Soja Comum Branqueada	0,062	0,080	1,216	2,978	7,900

FONTE: CIABOTTI et al., 2006.

As isoflavonas são compostos originários do metabolismo secundário, com estrutura básica fenólica. Sua origem química está no ciclo dos ácidos orgânicos, sendo formadas durante todo o período de enchimento do grão (desde 35 dias após o florescimento) (PENHA et al, 2007). Quanto ao conteúdo de isoflavonas em tofu, Prabhakaran et al., (2006) apud Benassi (2011), determinaram o total de isoflavonas em tofus elaborados com ácido acético e diversos sais coagulantes e encontraram valores variando entre 128 e 142 mg/100 g de matéria seca.

Aproximadamente 6% das proteínas de soja são constituídas pelos inibidores de tripsina e quimotripsina, principalmente o inibidor de tripsina de Kunitz (ITK) e o inibidor de tripsina e quimotripsina de Bowman-Birk (ITQBB). Os inibidores de protease apresentam efeitos anticarcinogênicos, provavelmente, devido à sua interação com a serina celular protease. O modo de ação envolveria o bloqueio da criação de formas de oxigênio ativo por neutrófilos estimulados, inibindo assim o crescimento do tumor. Outro mecanismo proposto

seria a indisponibilidade de aminoácidos, resultante do bloqueio ou diminuição da “digestão” de proteínas, impedindo assim o rápido crescimento dos tumores (FRIEDMAN e BRANDON, 2001) apud Penha et al., (2007).

A cor do tofu pode variar desde branca até amarela pálida, por influência da cultivar de soja e das condições ambientais no cultivo e na estocagem dos grãos. Porém, o envelhecimento também exerce efeito sobre a cor do extrato de soja e do tofu, que tornam-se mais amarelos com o passar do tempo (BENASSI, 2011). Segundo Ciabotti et al., (2007), a cor característica do tofu normalmente expressa a qualidade do produto e varia entre o branco e o amarelo claro.

Usa-se a dureza como a principal característica de textura na classificação comercial do tofu, sendo difícil estabelecer um controle padrão visto que são utilizadas amostras distintas de tofu e diferentes condições de análise, tanto em termos de método, como de equipamento, o que ocasiona uma grande variabilidade nos resultados. Uma análise de dureza realizada por Benassi et al., (2011) com tofus comerciais de diferentes tipos, mostrou que existem no mercado brasileiro produtos em uma faixa relativamente larga, variando desde 3 N até 7 N, faixa que pode ser considerada aceita pelos consumidores brasileiros.

2.3.3 Métodos de conservação do tofu

Segundo a EMBRAPA (2000), após a prensagem o tofu é acondicionado em um recipiente fundo que permite a cobertura do tofu com água gelada e é refrigerado a uma temperatura de 2-7°C por três a cinco dias (trocando a água diariamente).

Estudo realizado por Pérez (2010), mostra que quando o tofu embalado a vácuo e refrigerado a temperatura de 1-7°C, permanece próprio para o consumo por até um mês. Porém, o tofu quando armazenado por um longo tempo pode apresentar um aspecto “grudento” e cor amarelada e segundo as análises realizadas por Benassi et al., (2011), relatou que o consumidor brasileiro prefere um tofu branco e firme.

Conforme Barbara (2009), outro método empregado na tentativa de prolongar a vida de prateleira do tofu é a adição de ervas finas, por possuir propriedades antifúngicas e antimicrobianas, auxiliando na melhor conservação do tofu. O gerente de produção da empresa Samurai situada em Campo Largo (PR) conta que antes de ser embalado, o tofu ganha temperos especiais e é pasteurizado, garantindo durabilidade de até 70 dias ao produto (BACCI, 2012).

Assim como o tofu, o queijo do tipo fresco, popularmente conhecido como Branco ou Minas Frescal possuem alto teor de umidade e precisam ser mantidos sob constante refrigeração, à temperatura de até 8°C (VAL; MIYASHIRO, 2006). Segundo Bezerra (2008), o sal é adicionado em praticamente todos os tipos de queijos, participando no desenvolvimento do sabor, aroma e textura e também ajuda no controle da umidade, da cura e na conservação do produto.

O acondicionamento do queijo é um fator extremamente importante para aumentar a durabilidade e proteção do queijo, evitando deformação e contaminação. Depois de prontos, os queijos são embalados em sacos plásticos adequados (FRASSON; MOUSQUER; HEIN, 2011), conforme o Félix 2008, os plásticos com o maior uso em queijos são: Poliamida (PA), Polietileno (PE), Polietileno de baixa densidade (PEBD).

2.4 EMBALAGEM

A embalagem comparece obrigatoriamente em quase todos os setores da produção da indústria alimentícia, definida como um recipiente ou envoltura que armazena produtos temporariamente e serve principalmente para agrupar unidades de um produto, com vista à sua manipulação, transporte ou armazenamento. Outras funções da embalagem são proteger o conteúdo, informar sobre as condições de manipulação, exibir os requisitos legais como composição, ingredientes, etc., e fazer promoção do produto através de gráficos (ABRE, 2004).

Além de suas funções primordiais, a embalagem existe para atender às necessidades e aos anseios da sociedade, evoluindo com ela em paralelo, através dos tempos. Trata-se de uma expressão da cultura material de uma sociedade. A partir do design, formas cores e imagens a embalagem se constitui em um precioso acervo que permite à sociedade moderna resgatar uma parte da história do consumo (ABRENEWS, 2011).

Os materiais de embalagens têm sido selecionados no sentido de ter mínima interação com o alimento que acondicionam, constituindo assim barreiras inertes. No sentido convencional, a escolha de qual tipo de embalagem aplicar ao alimento, dependerá da capacidade de aumentar a segurança do alimento de acordo com os seguintes mecanismos: barreiras às contaminações (microbiológicas e químicas) e prevenção de migração de seus próprios componentes para o alimento (AZEREDO; FARIA; AZEREDO, 2000).

As principais resinas termoplásticas, do ponto de vista comercial, produzidas são: Polietileno de Alta Densidade (PEAD); Polietileno de Baixa Densidade (PEBD); Policloreto de Vinilideno (PVDC); Polipropileno (PP); Poliestireno (PS); Etileno Vinil álcool (EVOH); Policloreto de Vinila (PVC); Polietileno Tereftalato (PET) (PADILHA; BOMTEMPO, 1999; REYES; FABRIS; FREIRE, 2006) detalhadas no Quadro 1.

Polímero	Exemplo de Aplicações
PEAD	Alimentos sensíveis à umidade, produtos lácteos, óleos vegetais em embalagens institucionais, bombonas e engradados em indústrias; arroz e pratos congelados prontos para consumo, arroz tipo “boil-in-bag”.
PEBD	Embalagens flexíveis multicamada, pescados, embalagens flexíveis grampeadas: queijos minas frescal e ricota. Sacos: grãos, sal, açúcar, produtos de panificação, leite pasteurizado, potes e frascos: sorvete, mostarda.
PVDC	Material em multicamada: coextrusado com poliolefinas: carnes, queijos, alimentos sensíveis à umidade e gases.
PP	Estruturas laminadas, garrafas sopradas, filmes monocamadas, embalagens coextrusadas sopradas: molhos de tomate, maionese; embalagens sopradas e biorientadas, embalagens termoformadas.
OS	Laminados para massas, carnes; embalagens rígidas para balas, sorvetes, bandejas rígidas para queijos cremosos.
EVOH	Co-extrusados, laminados, recobrimento por extrusão, termoformagem.
PVC	Embalagens rígidas, embalagens termoformadas, filmes.
PET	Garrafas de diferentes volumes para bebidas, filmes laminados, embalagens termoformadas.
PEADB – Polietileno de alta densidade; PEBD – Polietileno de baixa densidade; PVDC – Policloreto de vinilideno; PP – Polipropileno; PS – Poliestireno; EVOH – Etileno vinil álcool; PVC – Policloreto de vinila; PET – Polietileno tereftalato.	

Quadro 1- Exemplos de polímeros empregados para a fabricação de materiais de embalagem para contato com alimentos e suas respectivas aplicações. FONTE: REYES; FABRIS; FREIRE, 2006.

Polímero termoplástico originado a partir da polimerização do monocloreto de vinila, conforme o Instituto do PVC, o policloreto de vinila apresenta como principais características a leveza, resistência à maioria dos agentes químicos, bom isolante térmico, acústico e elétrico, fabricação com baixo consumo de energia e atualmente o termoplástico mais reciclado. (INSTITUTO DO PVC, 2005).

O uso como material de embalagem em alimentos é devido seu excelente comportamento na formação de filme agregando a embalagem maior flexibilidade e extensibilidade, pois à presença de plastificantes em sua formulação (SIQUIM/EQ/UFRJ,

2003) e ao fato de exibir permeabilidade aos gases, principalmente aos gases O₂, CO₂ e etileno (SOARES, 2002).

O uso do polietileno (PE) vem aumentando nas últimas décadas, tendo sido adotado na mais ampla gama de aplicações, que abrangem a indústria alimentícia, automotriz, eletrônica, farmacêutica, etc. Isso se deve as muitas qualidades que o polietileno possui: material inerte, isolante bacteriológico, versatilidade, resistente, leve, econômico e reciclável (WILSON, 2003).

O Polietileno de alta densidade (PEAD) é o termoplástico que tem o maior número de produtores no Brasil. Ocupa cerca de 10% do mercado alimentício, que é convertido em embalagens para o setor (SIQUIM/EQ/UFRJ, 2003). Na Tabela 4 indica os principais alimentos no qual a resina PEAD é utilizada para embalagem.

Tabela 4 - Principais alimentos demandantes de PEAD

	Quantidade (toneladas)	%
Hortifrutigranjeiros	10,261	26
Água mineral	9,754	24
Iogurtes e Sobremesas	6,198	15
Suco de Frutas	3,511	9
Sorvete	2,843	7
Outros	7,433	19

FONTE: SIQUIM/EQ/UFRJ, 2003.

Primeiro termoplástico produzido no Brasil, em 1958, o polietileno de baixa densidade (PEBD) é obtido através da polimerização em alta pressão, possui uma combinação única de propriedades: tenacidade alta resistência ao impacto, alta flexibilidade, boa processabilidade, estabilidade e propriedades elétricas notáveis, pode ser aplicado como filmes para embalagens industriais e agrícolas, filmes destinados a embalagens de alimentos líquidos e sólidos, filmes laminados e plastificados para alimentos (Figura 3) (COUTINHO et al., 2003).



Figura 3 – Representação esquemática da estrutura de PEBD. FONTE: Coutinho et al., (2003).

Confeccionada em PEBD, PEAD, PE ou PP, a embalagem tipo Zip Lock (embalagens com fechos adesivos ou herméticos) (ABIEF, 2011) tem como principais características: durabilidade, maleabilidade, resistência e transparência; protegendo o produto por mais tempo (IDEAL, 2011).

2.5 EMBALAGENS NATURAIS – BIOPOLÍMEROS

Desenvolver embalagens capazes de substituir os tradicionais plásticos fabricados à base de petróleo tem sido o desafio de qualquer pesquisador para obter um material semelhante, tendo como matriz de transformação os biopolímeros, que são encontrados em seres vivos, como plantas e microrganismos (ALVES, 2009).

Os biopolímeros incluem os polímeros extraídos diretamente da biomassa, com ou sem modificação (ex.: derivados da celulose e do amido), produzidos diretamente de microrganismos no seu estado natural ou modificados geneticamente, novos polímeros obtidos a partir de biointermediários, plásticos biodegradáveis obtidos por aditivação de plásticos convencionais e plásticos convencionais produzidos a partir biopolietileno (BOMTEMPO; COUTINHO, 2011).

Os filmes comestíveis e biodegradáveis são uma alternativa de embalagem com menores custos ambientais (LAROTONDA, 2007). Segundo Lima; Okimoto (2009) conceitua biopolímeros, como materiais poliméricos classificados estruturalmente como polissacarídeos, poliésteres e poliamidas. A matéria-prima principal para a sua manufatura é uma fonte de carbono renovável, geralmente um carboidrato derivado de cana de açúcar, milho, batata, trigo e beterraba, ou um óleo vegetal de soja, girassol ou palma. Os biopolímeros mais importantes são: o polilactato (PLA), o polihidroxialcanoato (PHA), os

polímeros de amido (PA) e a xantana (Xan). O Quadro 2 descreve suas fontes e principais usos.

Biopolímero	Fontes	Utilização
PLA	Milho	Confecção de embalagens, itens de descarte rápido e fibras para vestimentas e forração.
PHA	Cana-de-açúcar, milho, óleo de soja e de palma.	Produção de embalagens, itens de descarte rápido e filmes flexíveis.
PA	Milho, batata, trigo e mandioca.	Produção de embalagens, itens de descarte rápido e filmes flexíveis.
Xam	Milho, cana-de-açúcar.	Alimentos, uso potencial em cosméticos e na exploração de petróleo.

Quadro 2- Fontes e principais utilizações dos biopolímeros. FONTE: LIMA; OKIMOTO (2009).

Atualmente algumas rotas internacionais feitas pela empresa TAM-Linhas Aéreas, na classe econômica, estão utilizando embalagens biodegradáveis para as refeições. As embalagens plásticas (bandejas e saladeiras) foram substituídas por recipientes feitos de bagaço de cana de açúcar, a qual foi reduzido em 47% a utilização do plástico nas novas embalagens (DIAS, 2010).

Biopolímeros de origem microbiana são constituídos essencialmente por polissacarídeos, sintetizados por bactérias, fungos e leveduras, conhecidos como gomas têm a capacidade de formar géis e soluções viscosas em meio aquoso sendo amplamente utilizadas na indústria de alimentos (MOREIRA et al., 2003; CALLIARI, 2011).

Na indústria de alimentos a preferência por biopolímeros microbianos deve-se principalmente às suas propriedades e características funcionais, que estão relacionadas às suas vantagens de produção independente de condições climáticas, possibilidade de utilização de matérias primas regionais, maior rapidez na obtenção do produto acabado e necessidade de espaço relativamente pequeno, além de ser biodegradável; são sintetizados por bactérias e divididos, segundo sua localização, em três grupos: polissacarídeos intracelulares (armazenam diferentes formas de carbono); polissacarídeos integrantes da parede celular (peptidoglicanos e ácidos teicóicos) e, polissacarídeos extracelulares (formam cápsulas e estão associados à superfície celular ou são secretados no meio de cultura) (SANTOS, 2010; ERNANDES; GARCIA-CRUZ, 2005).

Diversos biopolímeros têm sido produzidos e utilizados comercialmente, outros tantos vêm sendo estudados, a maioria dos polissacarídeos microbianos comercializados em larga

escala são a dextrana, xantana e gelana (BERWANGER et al., 2007). Na indústria de alimentos, são usados como agentes espessantes, de suspensão, gelificantes, emulsificantes e em produtos da linha *diet* e *light*; para ter uma boa aplicabilidade, este biopolímeros microbiano deve ter composição química compatível com o metabolismo humano e aprovação prévia dos órgãos competentes, por meio de um rigoroso controle de qualidade, para serem utilizados em produtos para consumo humano, como alimentos, fármacos e cosméticos (MOREIRA, et al., 2005).

Segundo Rottava, (2005), quatro biopolímeros são aprovados pelo FDA para uso alimentar: xantana, dextrana, curdulana e gelana; enquanto a Legislação Brasileira, através da ANVISA, está previsto o uso de xantana e da dextrana e ainda não consta a curdulana e a gelana como um aditivo alimentar usual.

Atualmente, diversos biopolímeros são produzidos e utilizados comercialmente, dentre eles: dextrana (bactérias dos gêneros *Leuconostoc* e *Streptococcus*), xantana (bactérias do gênero *Xanthomonas*), curdulana (bactérias *Alcaligenes faecalis* var. *mixogenes* e *Agrobacterium radiobacter*), alginato bacteriano (bactérias dos gêneros *Azotobacter*, em especial *Azotobacter vinelandii*, e *Pseudomonas*), zanflo (bactéria *Erwiniatahitica*), gelana (*Sphingomonas paucimobilis*, anteriormente classificada como *Pseudomonas elodea*), welana (espécies de *Alcaligenes*), escleroglucana (diferentes espécies de *Sclerotium*), pululana (fungo *Aureobasidium pullulans*; *Rhodotorula bacarum*), celulose bacteriana (bactéria *Acetobacter xylinum*), ácido hialurônico de *Streptococcus equii*, succinoglucanade *Rhizobium* (BERWANGER, 2005).

A celulose bacteriana é uma membrana flexível, semitransparente, de cor amarelada, composto de polissacarídeos, sintetizados por bactéria do gênero acetobacter, sendo biodegradável, não-tóxico, não-pirogênico e estéril, tais propriedades têm permitido grande número de produtos em diversas áreas: indústria eletrônica (telas de cristal líquido), área médica (pele artificial) (BARUD et al., 2005; PANERARI et al., 2008) e na indústria de alimentos: “nata de coco” (sobremesa gelatinosa), sorvetes, bebidas, cremes (DANESI; WOSIACKI, 1998), bases para alimentos artificiais, tripas para embutido e espessantes (ALMEIDA et al., 2008).

A celulose bacteriana é composta por moléculas de glicose unidas por ligações glicosídicas do tipo β (1 \rightarrow 4) originando cadeias lineares não-ramificadas longas e rígidas (ALMEIDA et al., 2009), o polímero linear de celulose é fortemente associado através das ligações de hidrogênio que são responsáveis pela formação das fibras de celulose (BARUD, 2006).

Segundo Pinto et al., (2007), a fibra de celulose bacteriana é produzida na forma de membrana, tendo algumas características relevantes: alta cristalinidade; maior resistência à tração; elasticidade; durabilidade; elevada capacidade de absorção e retenção de água – quando comparada a celulose vegetal; além de possuir características comuns como a biodegradabilidade e biocompatibilidade – bem vistas pela indústria de embalagens.

Para a indústria de produção de embalagens alimentares, a obtenção desta celulose pode vir ser uma alternativa, visto que é possível obter sistemas de embalagem alternativos, sem custos ambientais, pois a celulose possui propriedades de barreira ao vapor de água, propriedade muito importante para a preservação e manutenção da qualidade de alimentos frescos (TOMÉ, 2008).

2.6 ORÉGANO

O orégano (*Origanum vulgare* L.) possui como característica inibição ao desenvolvimento de algumas bactérias e fungos contaminantes de alimentos. Considerada como erva perene e na forma de arbusto, o orégano é nativa das regiões Euro-Siberiana e Irano-Siberiana, sendo amplamente utilizado como insumo na indústria farmacêuticas, cosméticas (essências e perfumaria) e alimentícias (temperos e óleo essencial). Seu efeito positivo sobre a saúde humana tem sido atribuído à presença de compostos antioxidantes na erva e conseqüentemente em seus produtos derivados (SOUZA; STAMFORD, 2005),

Óleos essenciais são constituídos por uma complexa misturas de substâncias voláteis, cujos componentes incluem hidrocarbonetos terpênicos, álcoois simples, aldeídos, cetonas, fenóis, ésteres, ácidos orgânicos fixos, entre outros, em diferentes concentrações, nos quais, um composto farmacologicamente ativo e majoritário, exerce efeito antimicrobiano na estrutura da parede celular bacteriana, desnaturando e coagulando proteínas (BONA et al.; 2012).

Segundo Haberbeck, (2011) e Ramalho; Jorge, (2006) o efeito antibacteriano e da forte atividade antioxidante do óleo essencial de orégano foram comprovados através de diferentes tipos de análises, mostrando que este conservante natural pode ser utilizado na indústria de alimentos.

Silva, (2011), relata inúmeras pesquisas em todo mundo têm mostrado o potencial do uso dos revestimentos incorporados com agentes ativos na manutenção e prolongamento da

vida útil de alimentos, sendo eles de origem vegetal ou animal; combinando a propriedade de barreira ao vapor de água dos biofilmes com a ação antioxidante do orégano.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 MATERIAL

Soja em grão [*Glycine max (L.) Merrill*] e sulfato de magnésio (Farmax) foram os principais materiais utilizados neste trabalho. A soja foi fornecida por uma Cooperativa da região de Ponta Grossa.

3.2 PRODUÇÃO DO TOFU

Os grãos de soja foram selecionados em relação ao tamanho característico (2 cm) e possíveis sujidades, seguido de hidratação por 10 horas em temperatura ambiente. Decorrido o tempo os grãos foram lavados em água corrente para facilitar o descasque manual, com posterior trituração em liquidificador (ARNO, São Paulo, Brasil) por 2 minutos.

A massa foi aquecida por 15 minutos – 90° C sob agitação manual e filtrada em um pano previamente esterilizado separando a porção líquida (extrato de soja) do resíduo (“okara”).

O extrato de soja foi aquecido até 70° C (10 minutos) e adicionado 33 g de sulfato de magnésio (agente coagulante) previamente diluído em 150 mL de água, aguardando 15 minutos para ocorrer a coagulação da proteína de soja da água (coagulação), seguido de nova filtração.

A massa obtida foi colocada em fôrmas quadradas de polietileno com dimensões de 20 x 20 x 6 cm, perfuradas com tampa, e exercendo uma pressão de 5 kgf por 1 hora com prensador de queijo inox (DELAMAQ). Foi adicionado 5 gramas de NaCl aos poucos e modo uniforme em toda a superfície do produto compactado, com posterior envase nas respectivas embalagens: policloreto de vinila (PVC), celulose bacteriana (CB), celulose bacteriana com orégano (CBO) e polietileno de baixa densidade (PE). Na figura 4 estão esquematizadas as etapas para obtenção do tofu.

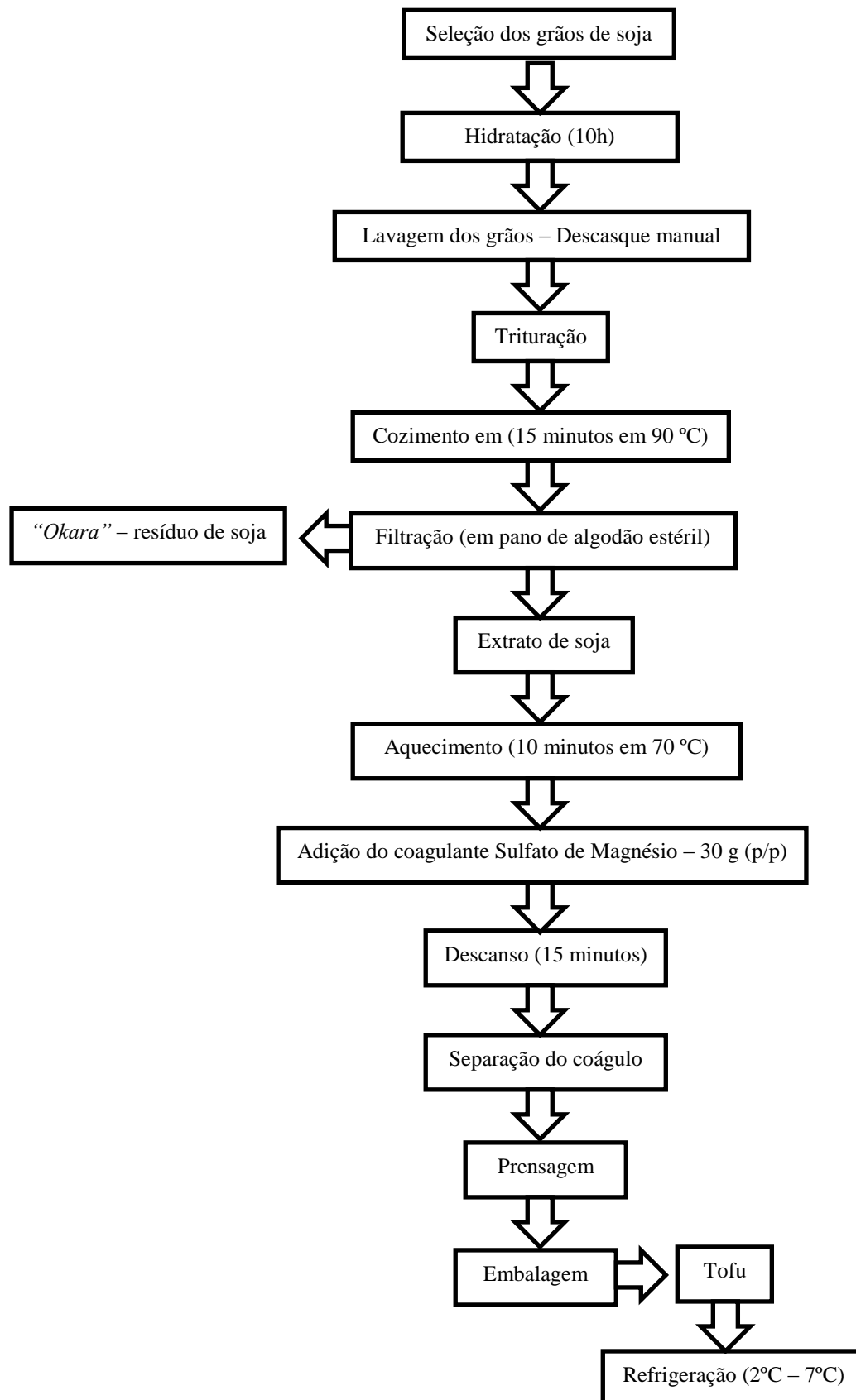


Figura 4 - Fluxograma da obtenção do Tofu. FONTE: EMBRAPA (2000) adaptada.

3.3 PROCESSO DE ACONDICIONAMENTO E ARMAZENAMENTO DO TOFU

O tofu foi cortado manualmente em 180 pedaços de 2x2 cm (marcados com uma régua), para as análises de potencial hidrogeniônico (pH), acidez total titulável (ATT), sólidos solúveis totais (SST), textura, cor, atividade de água (Aw), umidade, análise de microbiologia e 15 pedaços para o controle de perda de massa. Cada pedaço foi embalado nos respectivos materiais: Policloreto de Vinila (PVC), Celulose bacteriana (CB) e Celulose bacteriana com óleo de orégano (CB+ orégano) e Polietileno (PE) com fechamento hermético armazenados sem água no interior das embalagens, em refrigeração de $\pm 2^{\circ}\text{C}$ (Figura 5).



Figura 5 - Acondicionamento do Tofu

3.4 CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DO TOFU

Os indicadores de qualidade analisados para a avaliação da eficiência dos diferentes tipos de embalagem foram perda de massa, sólidos solúveis totais, acidez total titulável, pH, firmeza, atividade de água, contagem total de mesófilos aeróbios, cor e umidade. As análises foram realizadas em triplicata para cada embalagem, nos tempos 0h (1º dia), 48h (2º dia), 120h (5º dia) e 168h (7º dia).

3.4.1 Perda de massa

As perdas de massa do tofu foram determinadas, em gramas, com auxílio de balança analítica Eletronic Balance com precisão de 0,0001g. Foi utilizada a média de três bandejas com três tofus cada, por tratamento. Os tofus foram pesados no início do experimento (0h - massa inicial), e durante o armazenamento, a cada 48h, até 168h. Os dados foram expressos em porcentagem, considerando a diferença entre a massa inicial e a massa obtida a cada intervalo de tempo. A porcentagem da perda de massa foi calculada de acordo com a equação (1).

$$\text{Perda de massa (g } 100\text{g}^{-1}) = \frac{\text{massa inicial} - \text{massa final}}{\text{massa inicial}} \times 100 \quad (\text{Eq.1})$$

3.4.2 Sólidos Solúveis Totais

Os Sólidos Solúveis Totais foram determinados pelo índice de refração em refratômetro (2 WAJ- 970139), calibrado com água destilada e corrigido em relação à temperatura de 20°C. Foi utilizado 5 gotas de uma solução do tofu (5 g de tofu em 10 mL de água destilada, agitada manualmente) analisadas imediatamente. Os resultados foram expressos em graus Brix (°Brix).

3.4.3 Acidez Total Titulável

As análises foram realizadas por titulometria de neutralização, utilizando-se como amostra 10 mL do concentrado de tofu, transferido para um frasco de Erlenmeyer de 125 mL. Acrescentaram-se três gotas do indicador fenolftaleína 1% e titulou-se com solução de hidróxido de sódio 0,1 até ponto de viragem (cor da solução rosa). O cálculo foi realizado segundo equação (2), (3) e (4), os resultados foram expressos em porcentagem (%) de ácido acético.

$$N_A \cdot V_A = N_T \cdot V_T \quad (\text{Eq. 2})$$

Onde,

N_A = Normalidade da amostra;

V_A = Volume de amostra;

N_T = Normalidade do Titulante;

V_T = Volume gasto.

$$C \text{ (g/L)} = \text{Eq. g. \u00c1cido ac\u00e9tico. } N_A \quad (\text{Eq. 3})$$

$$\text{g. \u00c1cido ac\u00e9tico/100g} = \frac{V \cdot N \cdot f \cdot N_A \times 100}{P} \quad (\text{Eq. 4})$$

Onde,

V = Volume gasto na titula\u00e7\u00e3o;

N = Normalidade da solu\u00e7\u00e3o;

f = Fator de corre\u00e7\u00e3o;

N_A = Normalidade da amostra;

P = Peso da amostra.

3.4.4 Potencial Hidrogeni\u00f4nico (pH)

O pH foi medido com peag\u00e2metro digital de bancada (Pec-2MP Tecnal), padronizado com solu\u00e7\u00f5es padr\u00e3o de pH 4 e pH 7, diretamente em 10 mL do concentrado de tofu (3 gramas de tofu dissolvidos em 10 mL de \u00e1gua destilada).

3.4.5 Firmeza

Foi avaliada em textur\u00f4metro (CT3 Texture Analyzer Brookfield), com ponta de prova cil\u00edndrica, (probe TA10). Os tofus foram cortados em cubos com dimens\u00f5es de 2x2 cm e submetidos ao teste da for\u00e7a de compress\u00e3o, com deforma\u00e7\u00e3o de 5,0 mm e velocidade de 7,10 mm.s⁻¹. Os resultados foram expressos em Kgf.

3.4.6 Atividade de água (Aw)

A atividade de água (Aw) foi determinada em higrômetro AQUA Lab (série 4TE) com sensor de infravermelho, com precisão de $\pm 0,003$, em temperatura ambiente de $20^{\circ}\text{C} \pm 0,1^{\circ}\text{C}$. Os tofus foram cortados com auxílio de uma faca e uma régua previamente esterilizada em tamanhos de 0,5 mm e colocados em câmara específica e realizada a leitura.

3.4.7 Contagem Total de Mesófilos Aeróbios

Os tofus foram avaliados em relação à carga microbiana, por meio da contagem total de mesófilos aeróbios (PIETROWSKI; RANTHUM, 2006). Triturou-se os tofus no aparelho Stomacher, então foi retirado 1mL de concentrado de tofu assepticamente e transferida para tubo de ensaio com 9mL de água peptonada, obtendo diluição 10^{-1} , em seguida 1mL desta diluição foi transferida para tubo de ensaio com o mesmo diluente para diluição 10^{-2} , repetindo o procedimento foi transferido 1mL da diluição anterior para o tubo de ensaio com o diluente obtendo a diluição 10^{-3} .

A inoculação foi realizada pelo método de plaqueamento em profundidade, em ambiente asséptico. Foi inoculado 1mL de cada diluição em placas de Petri descartáveis e estéreis, e vertido 15mL do meio de cultura Plate Count Ágar (PCA), previamente fundido e mantidos a 45°C . Completada a solidificação do meio de cultura, as placas foram invertidas e incubadas a $35^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ por 48 horas. A contagem das placas foi realizada com auxílio de contador de colônias (CP 600PLUS Phoenix). Os resultados foram expressos em unidades formadoras de colônias (UFC) por grama da amostra.

3.4.8 Cor

Para medida da cor utilizou-se Colorímetro Hunterlab Ultrasca PRO, de acordo com a escala $L^* a^* b^*$ ou CIELAB, recomendada pela *Commission Internationale de L'Eclairage* (CIE). O sistema tri-axial (“tristimulus”) de cores fornece três eixos com as coordenadas L^* , a^* e b^* para determinar a coloração do tofu. No eixo x a coordenada a^* varia do vermelho (+ a^*) ao verde (- a^*); no eixo y, a coordenada b^* do amarelo (+ b^*) ao azul (- b^*) e o eixo z

corresponde às cores que vão do branco (+L*) ao preto (-L*). O equipamento foi calibrado com fundo branco obtendo os valores de L = 86,22, a* = -0,91 e b* = -1,38. A avaliação da coloração foi feita em dois pontos da superfície do fruto na região equatorial, anotando a leitura de L*a*b*. A interpretação ocorreu por meio da equação (5).

$$C = \sqrt{(a^*)^2 + (b^*)^2} \quad (\text{Eq. 5})$$

Onde,

C = Cromia – obtém-se a cor real do objeto analisado;

a* = Coloração na região do vermelho (+a*) ao verde (-a*);

b* = Indica coloração no intervalo do amarelo (+b*) ao azul (-b*);

3.4.9 Umidade

Para a realização da análise de umidade, colocamos para dessecar a cápsula de alumínio a 150°C. Decorrido o tempo, foi retirado e resfriado em um dessecador e em seguida pesado. Anotado o valor, colocamos 5 g da amostra na cápsula de alumínio e retornamos a colocar na estufa a 105 °C por 24 h.

Após as 24 h retiramos da estufa e colocamos no dessecador para resfriar até temperatura ambiente, pesamos e repetimos a operação para a obtenção de um valor constante. O cálculo foi feito através da equação (6).

$$\% \text{ de umidade} = \frac{(\text{peso da cápsula vazia} + \text{peso da amostra}) - \text{peso cápsula com amostra}}{\text{Peso da amostra}} \times 100 \quad (\text{Eq. 6})$$

3.5 ANÁLISES DOS DADOS

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA). Para verificar quais tratamentos diferiram, foi aplicado o teste de Tukey para realizar comparações pareadas das médias dos tratamentos estabelecendo-se o nível mínimo de significância de 5% ($p \leq 0,05$), utilizando a planilha do Excel 2010.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 PERDA DE MASSA

Foram observadas diferenças significativas ($p \leq 0,05$) em todas as formas de acondicionamento do tofu (Apêndice – Tabela 1 A, B e C), confirmadas pelo teste de Tukey (Tabela 5), entre os tratamentos e tempos de armazenamento. O valor de F corrobora com os valores de p.

Tabela 5 - Perda de massa do Tofu coberto com filmes de Policloreto de Vinila (PVC), Celulose Bacteriana (CB), Celulose Bacteriana com Orégano (CB+ orégano), Polietileno (PE) e Controle (sem cobertura), durante o período de armazenamento

Tempo (horas)	Perda de massa (%)				
	PVC	CB	CB + orégano	PE	CONTROLE
0	0,00 ^{aA} ±0,0000	0,00 ^{aA} ±0,0000	0,00 ^{aA} ±0,0000	0,00 ^{aA} ±0,00	0,00 ^{aA} ±0,0000
48	18,36 ^{bA} ±3,0732	9,44 ^{aAB} ±5,1917	11,19 ^{aAB} ±6,8231	3,10 ^{abB} ±2,5445	4,90 ^{abB} ±0,5914
120	23,30 ^{cA} ±1,3887	23,44 ^{bA} ±7,9682	25,12 ^{bA} ±6,0913	4,62 ^{abB} ±2,3741	9,21 ^{bB} ±2,2984
168	26,07 ^{cAB} ±1,5153	39,85 ^{cA} ±10,7129	41,21 ^{cA} ±10,5467	20,12 ^{bb} ±4,8315	79,54 ^{cAB} ±4,1130

NOTA – Valores com letras minúsculas iguais nas colunas não diferem pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$), em nível de 95% confiança; e valores com letras maiúsculas iguais nas linhas não diferem pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$), em nível de confiança de 95%. São apresentados os valores médios das triplicatas de cada tempo e respectivo desvio padrão.

Houve redução linear na perda de massa durante o armazenamento em todos os tratamentos (Figura 6). O tofu coberto em policloreto de vinila, celulose bacteriana, celulose bacteriana com orégano, polietileno e controle, apresentaram redução de massa em 29,57%, 76,31%, 72,85%, 84,59% e 93,83% respectivamente. Ao decorrer dos dias houve a formação de gotículas de água na embalagem de policloreto de vinila, por possuir uma menor permeabilidade a água, mantendo assim o tofu úmido por mais tempo evitando a perda de massa. Esse aspecto foi observado visualmente durante o armazenamento (Figura 7).

Mali; Grossmann; Yamashita, (2010), encontraram resultado semelhante ao comparar o comportamento de filmes a base de amido de inhame com os filmes de policloreto de vinila; observaram que as bandejas embaladas com policloreto de vinila apresentaram a formação de gotículas de água ao longo do armazenamento, devido à sua menor permeabilidade ao vapor

de água, o que elevou o conteúdo de umidade no interior destas bandejas, favorecendo assim o crescimento de microorganismo.

As amostras de tofu embaladas com celulose bacteriana e celulose bacteriana com orégano apresentaram grande redução de massa, isso porque ao decorrer do tempo a celulose perdeu umidade ficando seca, podendo assim ter absorvido a água contida no interior do tofu (FERREIRA; ROCHA; SILVA, 2009).

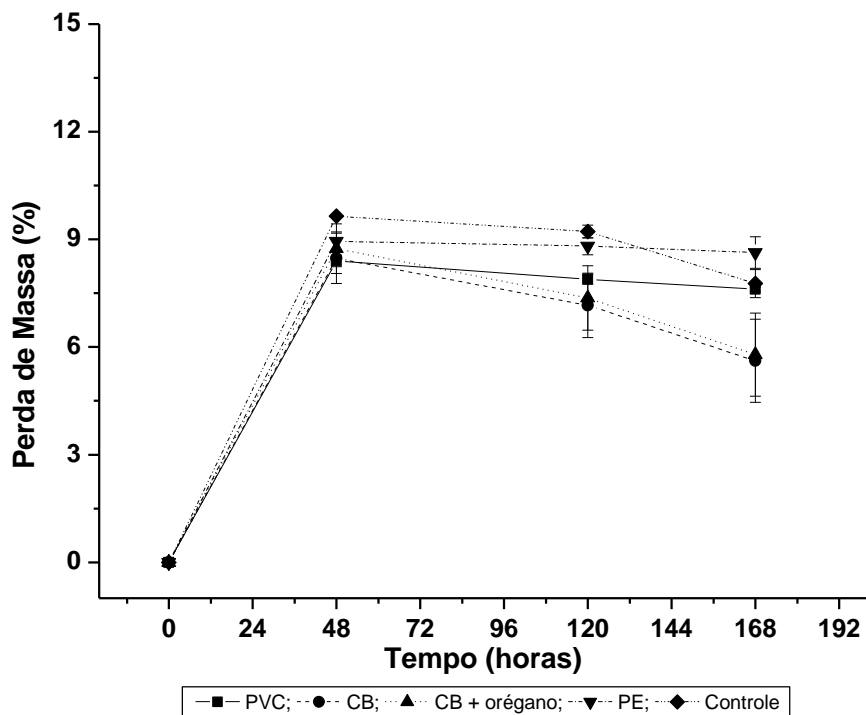


Figura 6 - Evolução da Perda de Massa do Tofu coberto com Filmes de Policloreto de Vinila (PVC), Celulose Bacteriana (CB), Celulose Bacteriana com Orégano (CB+ orégano), Polietileno (PE) e Controle (sem cobertura), durante o período de armazenamento

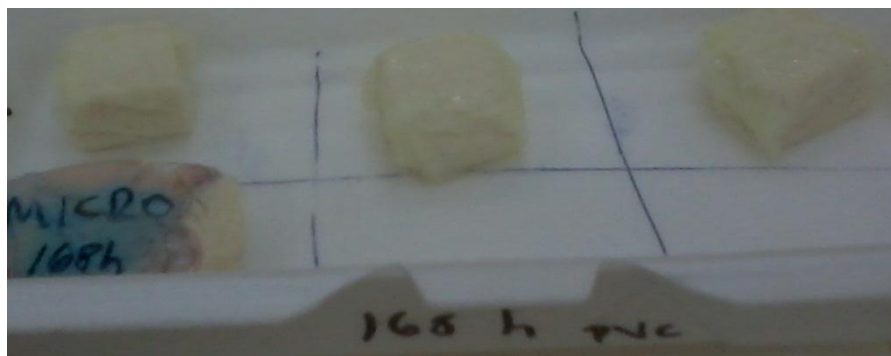


Figura 7 - Formação de gotículas de água no Tofu embalado com Filme de Policloreto de Vinila

4.2 SÓLIDOS SOLÚVEIS TOTAIS (SST)

Foram observadas diferenças significativas ($p \leq 0,05$) em todas as formas de acondicionamento do tofu (Apêndice – Tabela 2 A, B e C), confirmadas pelo teste de Tukey (Tabela 6), entre os tratamentos e tempos de armazenamento. O valor de F corrobora com os valores de p.

Tabela 6 - Características dos Sólidos Solúveis Totais (SST) (°Brix) do Tofu coberto com filmes de Policloreto de Vinila (PVC), Celulose Bacteriana (CB), Celulose Bacteriana com Orégano (CB+ orégano), Polietileno (PE) e Controle (sem cobertura), durante o período de armazenamento

Tempo (horas)	Sólidos Solúveis totais				
	PVC	CB	CB + orégano	PE	CONTROLE
0	0,4000 ^A ±0,0000	0,4000 ^{aA} ±0,0000	0,4000 ^{abA} ±0,0000	0,4000 ^{aA} ±0,0000	0,4000 ^{aA} ±0,0000
48	0,3000 ^{bA} ±0,0000	0,2700 ^{bA} ±0,0600	0,3000 ^{bcA} ±0,0000	0,2300 ^{bA} ±0,0600	0,3300 ^{aA} ±0,0600
120	0,3000 ^{bB} ±0,0000	0,3700 ^{aAB} ±0,0600	0,4700 ^{aA} ±0,0600	0,2700 ^{bB} ±0,0600	0,4000 ^{aAB} ±0,0000
168	0,2300 ^{bAB} ±0,0600	0,2000 ^{bAB} ±0,0000	0,2700 ^{cA} ±0,0600	0,2700 ^{bA} ±0,0600	0,1300 ^{bB} ±0,0600

NOTA – Valores com letras minúsculas iguais nas colunas não diferem pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$), em nível de 95% confiança; e valores com letras maiúsculas iguais nas linhas não diferem pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$), em nível de confiança de 95%. São apresentados os valores médios das triplicatas de cada tempo e respectivo desvio padrão.

Todos os tratamentos apresentaram redução no conteúdo de SST ao final do armazenamento, a amostra controle mostrou maior redução, ou seja, 67,5 %, esse fato pode ter sido causado pela ausência de biofilme ou da embalagem, que não foi observado nos demais tratamentos. O tratamento com celulose bacteriana com orégano e a embalagem de polietileno com fechamento hermético apresentaram menor variação de SST, com redução de 32,5% - 168h (em ambos os casos) (Figura 8).

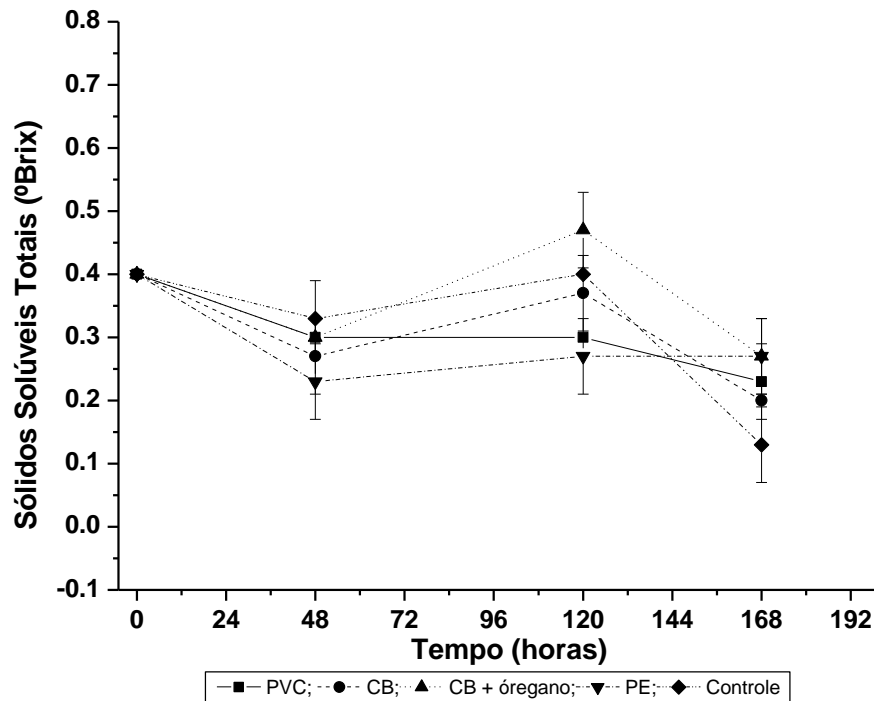


Figura 8 - Evolução dos Sólidos Solúveis Totais do Tofu coberto com filmes de Policloroeto de Vinila (PVC), Celulose Bacteriana (CB), Celulose Bacteriana com Orégano (CB+ orégano), Polietileno (PE) e Controle (sem cobertura), durante o período de armazenamento

4.3 ACIDEZ TOTAL TITULÁVEL (ATT)

Foram observadas diferenças significativas ($p \leq 0,05$) em todas as formas de acondicionamento do tofu, com a exceção da amostra acondicionada com o material de PVC e PE (Apêndice – Tabela 3 A, B e C), confirmadas pelo teste de Tukey (Tabela 7), entre os tratamentos e tempos de armazenamento. O valor de F corrobora com os valores de p.

Tabela 7 - Características da Acidez Total Titulável do Tofu coberto com filmes de Policloreto de Vinila (PVC), Celulose Bacteriana (CB), Celulose Bacteriana com Orégano (CB+ orégano), Polietileno (PE) e Controle (sem cobertura), durante o período de armazenamento

Tempo (horas)	Acidez Total Titulável				
	PVC	CB	CB + orégano	PE	CONTROLE
0	0,3899 ^{bA} ±0,0000	0,3899 ^{abA} ±0,0000	0,3899 ^{abA} ±0,0000	0,3899 ^{aA} ±0,0000	0,3899 ^{bA} ±0,0000
48	0,5631 ^{aA} ±0,0375	0,5077 ^{aA} ±0,0479	0,4765 ^{aA} ±0,1635	0,4982 ^{aA} ±0,1353	0,4116 ^{bA} ±0,0375
120	0,4332 ^{abAB} ±0,0750	0,3249 ^{bAB} ±0,0650	0,2382 ^{abB} ±0,0375	0,4549 ^{aAB} ±0,0000	0,5198 ^{abA} ±0,1300
168	0,3249 ^{bB} ±0,0000	0,1516 ^{cC} ±0,0375	0,1516 ^{bC} ±0,0375	0,3032 ^{ab} ±0,0375	1,7148 ^{aA} ±0,0000

NOTA – Valores com letras minúsculas iguais nas colunas não diferem pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$), em nível de 95% confiança; e valores com letras maiúsculas iguais nas linhas não diferem pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$), em nível de confiança de 95%. São apresentados os valores médios das triplicatas de cada tempo e respectivo desvio padrão.

O tratamento Controle apresentou aumento de 339,74% na concentração da acidez total titulável, enquanto que os tratamentos com policloreto de vinila, celulose bacteriana, celulose bacteriana com orégano e polietileno apresentaram redução, 16,67%; 61,03%; 61,03% e 22,31%, respectivamente (Figura 9).

O aumento da acidez no tratamento Controle está provavelmente relacionado à atuação de microrganismos contaminantes (Item 4.7), já que o maior teor de umidade dos tofus os torna mais suscetíveis á contaminação (CUNHA et al., 2002).

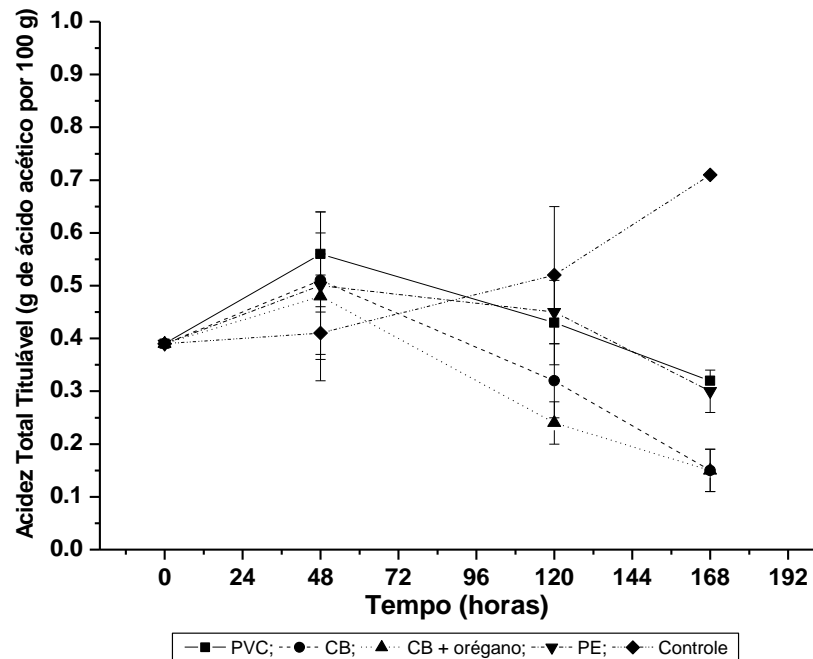


Figura 9 - Evolução da Acidez Total Titulável do Tofu coberto com filmes de Policloreto de Vinila (PVC), Celulose Bacteriana (CB), Celulose Bacteriana com Orégano (CB+ orégano), Polietileno (PE) e Controle (sem cobertura), durante o período de armazenamento

4.4 POTENCIAL HIDROGENIÔNICO (pH)

Foram observadas diferenças significativas ($p \leq 0,05$) em todas as formas de acondicionamento do tofu, com a exceção da amostra acondicionada com o material de PVC (Apêndice – Tabela 4 A, B e C), confirmadas pelo teste de Tukey (Tabela 8), entre os tratamentos e tempos de armazenamento. O valor de F corrobora com os valores de p.

Tabela 8 - Características do pH do Tofu coberto com filmes de Policloreto de Vinila (PVC), Celulose Bacteriana (CB), Celulose Bacteriana com Orégano (CB+ orégano), Polietileno (PE) e Controle (sem cobertura), durante o período de armazenamento

Tempo (horas)	pH do Tofu				
	PVC	CB	CB + orégano	PE	CONTROLE
0	6,2767 ^{aC} ±0,0404	6,3433 ^{AB} ±0,0058	6,3167 ^{BC} ±0,0153	6,2867 ^C ±0,0321	6,3700 ^A ±0,0265
48	6,3700 ^{aA} ±0,0173	6,3867 ^A ±0,0115	6,3733 ^A ±0,0208	6,3333 ^A ±0,0379	6,3867 ^A ±0,0231
120	6,1167 ^{aA} ±0,6212	5,3734 ^A ±0,1674	5,5700 ^A ±0,1308	5,8533 ^A ±0,0404	5,8000 ^A ±0,1803
168	6,1467 ^{aA} ±0,0058	5,3900 ^C ±0,0520	5,3300 ^C ±0,0173	5,6600 ^B ±0,0100	5,1833 ^D ±0,0289

NOTA – Valores com letras minúsculas iguais nas colunas não diferem pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$), em nível de 95% confiança; e valores com letras maiúsculas iguais nas linhas não diferem pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$), em nível de confiança de 95%. São apresentados os valores médios das triplicatas de cada tempo e respectivo desvio padrão.

O pH apresentou variação entre os tratamentos, oscilando entre 5,18 e 6,39 (Figura 10). Kudo; Hayashi, (1985), observaram pH entre 5,7 e 6,4 em tofu, o que considerara como ideal para o consumo in natura e, os valores encontrados neste trabalho nos tofus acondicionados nos filmes de PVC e PE se apresentaram neste intervalo.

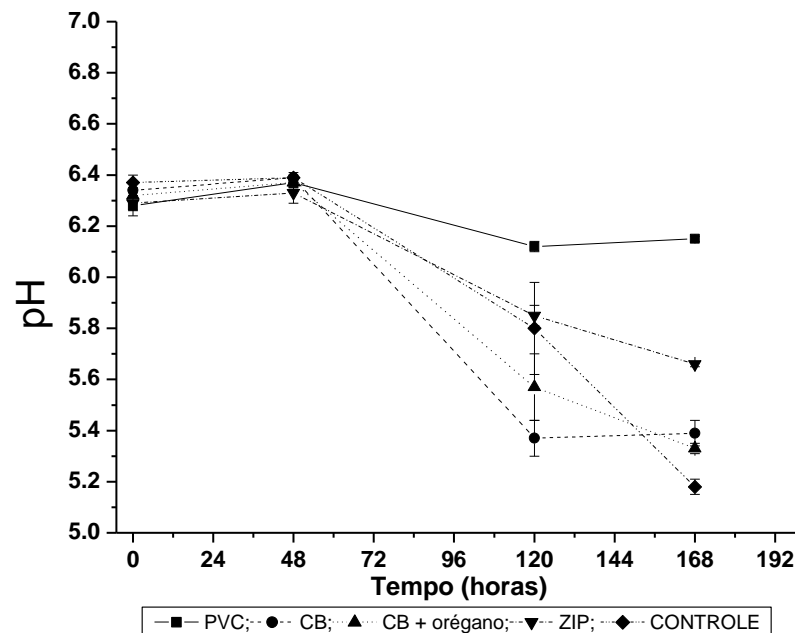


Figura 10 - Evolução do pH do Tofu coberto com filmes de Policloreto de Vinila (PVC), Celulose Bacteriana (CB), Celulose Bacteriana com Orégano (CB+ orégano), Polietileno (PE) e Controle (sem cobertura), durante o período de armazenamento

A redução dos valores de pH entre todos os tratamentos pode estar relacionado a redução nos valores dos sólidos solúveis totais (Item 4.2) e na acidez total titulável (Item 4.3). A liberação de sólidos solúveis proporciona uma quantidade de ácido dissociado. Segundo Oliveira, (2011), o valor do pH expressa apenas o ácido dissociado e tem o poder de tamponar a solução, enquanto que a acidez titulável expressa a quantidade de ácido presente. Cunha et al., (2002), relata que as variações de pH no queijo estão diretamente ligadas à degradação do açúcar residual do leite a lactose, no caso do leite de soja: frutose e glicose.

4.5 FIRMEZA

Foram observadas diferenças significativas ($p \leq 0,05$) somente nas amostras embaladas com PVC, celulose bacteriana e com orégano (Apêndice – Tabela 5 A, B e C), confirmadas pelo teste de Tukey (Tabela 9), entre os tratamentos e tempos de armazenamento. O valor de F corrobora com os valores de p.

Tabela 9 - Características da Firmeza do Tofu coberto com filmes de Policloreto de Vinila (PVC), Celulose Bacteriana (CB), Celulose Bacteriana com Orégano (CB+ orégano), Polietileno (PE) e Controle (sem cobertura), durante o período de armazenamento

Tempo (horas)	Firmeza				
	PVC	CB	CB + orégano	PE	CONTROLE
0	1,4547 ^{aA} ±0,2468	1,4547 ^{aA} ±0,2468	1,4547 ^{aA} ±0,2468	1,4547 ^{aA} ±0,2468	1,4547 ^{aA} ±0,2468
48	2,2555 ^{bB} ±0,0491	2,6317 ^{aAB} ±0,2700	2,1248 ^{aAB} ±0,3809	1,3893 ^{aAB} ±0,0566	1,2912 ^{abA} ±0,1857
120	1,6018 ^{cBC} ±0,0283	1,9777 ^{bC} ±0,0283	2,0758 ^{bC} ±0,1132	1,4056 ^{aAB} ±0,0749	1,3206 ^{bcA} ±0,0057
168	2,7786 ^{cABC} ±0,1021	4,1678 ^{cC} ±1,9790	0,1675 ^{cBC} ±0,0157	1,5364 ^{bAB} ±0,1021	1,5527 ^{cA} ±0,1498

NOTA – Valores com letras minúsculas iguais nas colunas não diferem pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$), em nível de 95% confiança; e valores com letras maiúsculas iguais nas linhas não diferem pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$), em nível de confiança de 95%. São apresentados os valores médios das triplicatas de cada tempo e respectivo desvio padrão.

A firmeza do tofu apresentou oscilação durante o período de armazenamento, entretanto, no final do tempo de acondicionamento houve aumento de 91%, 186,50%, 15,14%, 5,61% e 6,73%, nos tratamentos com filmes de policloreto de vinila, celulose bacteriana, celulose bacteriana com orégano, polietileno e controle (Figura 11). Entre as embalagens utilizadas, o polietileno apresentou o melhor resultado na conservação da firmeza

do tofu, pois exerceu uma eficaz barreira contra a perda de umidade, fator preponderante na textura.

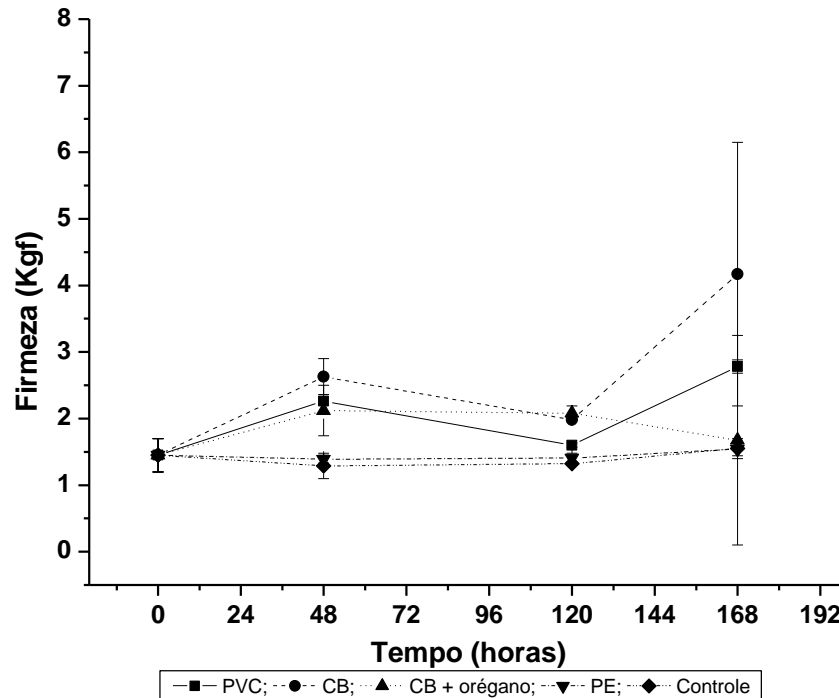


Figura 11 - Evolução da Firmeza do Tofu coberto com filmes de Policloreto de Vinila (PVC), Celulose Bacteriana (CB), Celulose Bacteriana com Orégano (CB+ orégano), Polietileno (PE) e Controle (sem cobertura), durante o período de armazenamento

Ciabotti et al., (2009), encontraram firmeza entre $1,99 \text{ Kg} \cdot \text{cm}^{-2}$ para o tofu e $0,96$ a $2,52 \text{ Kg} \cdot \text{cm}^{-2}$ em produtos similares ao tofu à base de extrato de soja e soro de leite. Os tofus com a embalagem de PE e Controle apresentaram firmeza dentro desse intervalo até 168 horas de armazenamento.

O aumento da firmeza pode estar relacionado a aspectos, como à desidratação, que leva ao enrijecimento do tecido superficial, conduzindo uma ideia errônea de maior firmeza. Outro aspecto a ser considerado são as características da celulose bacteriana quanto a retenção de umidade, ou seja, possui propriedade altamente higroscópica (COSTA, 2009) o que pode ter absorvido a umidade do tofu, levando a desidratação e consequentemente ao aumento da firmeza. Esse aspecto foi observado visualmente durante o armazenamento (Figura 12).



Celulose Bacteriana – 0h



Celulose Bacteriana – 168h



Celulose Bacteriana com Orégano – 0h



Celulose Bacteriana com Orégano – 168h

Figura 12 - Tofu embalado com Celulose Bacteriana (CB) e Celulose Bacteriana com Orégano (CB+ orégano) durante o tempo de armazenagem de 0h e 168h

4.6 ATIVIDADE DE ÁGUA (A_w)

Foram observadas diferenças significativas ($p \leq 0,05$) em todas as formas de acondicionamento do tofu, com a exceção da amostra acondicionada com Celulose Bacteriana com orégano (Apêndice – Tabela 6 A, B e C), confirmadas pelo teste de Tukey (Tabela 10), entre os tratamentos e tempos de armazenamento. O valor de F corrobora com os valores de p. Durante o período de armazenamento houve pequena variação nos resultados obtidos, variando de 0,9987 a 0,9120.

Tabela 10 - Características da Aw do Tofu coberto com filmes de Policloreto de Vinila (PVC), Celulose Bacteriana (CB), Celulose Bacteriana com Orégano (CB+ orégano), Polietileno (PE) e Controle (sem cobertura), durante o período de armazenamento

Tempo (horas)	Atividade de água				
	PVC	CB	CB + orégano	PE	CONTROLE
0	0,9987 ^{aA} ±0,0004	0,9987 ^{aA} ±0,0004	0,9987 ^{aA} ±0,0004	0,9987 ^{aA} ±0,0004	0,9987 ^{aA} ±0,0004
48	0,9928 ^{bA} ±0,0002	0,9120 ^{bA} ±0,0002	0,9540 ^{aA} ±0,0636	0,9905 ^{bA} ±0,0003	0,9930 ^{bA} ±0,0001
120	0,9882 ^{cAB} ±0,0002	0,9892 ^{cA} ±0,0003	0,9880 ^{aB} ±0,0005	0,9882 ^{cAB} ±0,0002	0,9859 ^{cC} ±0,0005
168	0,9884 ^{cB} ±0,0004	0,9815 ^{dD} ±0,0004	0,9785 ^{aE} ±0,0001	0,9914 ^{bA} ±0,0006	0,9834 ^{dC} ±0,0004

NOTA – Valores com letras minúsculas iguais nas colunas não diferem pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$), em nível de 95% confiança; e valores com letras maiúsculas iguais nas linhas não diferem pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$), em nível de confiança de 95%. São apresentados os valores médios das triplicatas de cada tempo e respectivo desvio padrão.

As amostras com maior variação para atividade de água no período de armazenamento foram as amostras envolvidas com Celulose Bacteriana e a Celulose Bacteriana com orégano no período de 48h, com uma queda de 8, 68 % e 4,48% respectivamente (Figura 13). Os resultados semelhantes para todos os tratamentos obtidos no início do armazenamento podem ser explicados pelo processo de produção do tofu e aplicação das embalagens.

A diminuição dos valores de Aw pode ter sido ocasionada pela reação de proteólise, cuja ação quebra a rede proteica, contribuindo de maneira expressiva nas modificações texturais (Item 4.5) e também diminui a Aw pela ligação da água livre com grupos carboxila (ALEGRO, 2003).

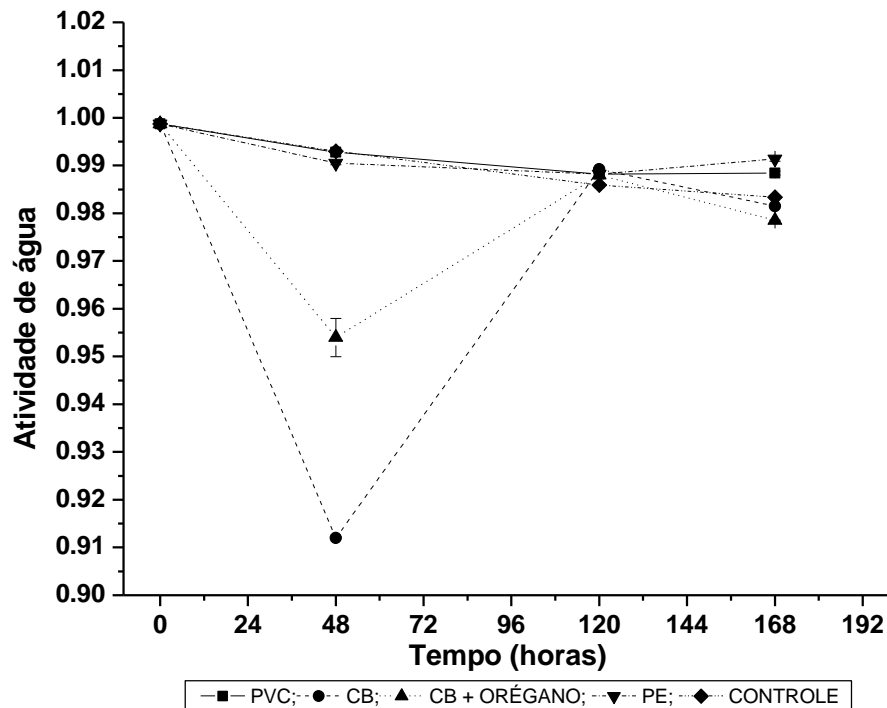


Figura 13 - Evolução da Aw do Tofu coberto com filmes de Policloreto de Vinila (PVC), Celulose Bacteriana (CB), Celulose Bacteriana com Orégano (CB+ orégano), Polietileno (PE) e Controle (sem cobertura), durante o período de armazenamento

4.7 CONTAGEM TOTAL DE MESÓFILOS AERÓBIOS

A Agência Nacional de Vigilância Sanitária do Ministério da Saúde (ANVISA), de 2 de janeiro de 2001, não estabelece limites quanto à contagem de mesófilos aeróbios totais para produtos minimamente processados; contudo o crescimento exagerado destes microrganismos compromete as características do produto, como sua aparência, sabor e o aroma do produto. A carga microbiana de 10^6 unidades formadoras de colônias por grama de produto (UFC.g^{-1}) foi estabelecida como população limite aceitável, pois populações superiores a esta, substâncias tóxicas podem ser produzidas (PEIXOTO; PRAÇA; GÓIS, 2007).

Foram observadas diferenças significativas ($p \leq 0,05$) em todas as formas de acondicionamento do tofu, (Apêndice – Tabela 7 A, B e C), confirmadas pelo teste de Tukey (Tabela 11), entre os tratamentos e tempos de armazenamento. Todos os tratamentos apresentaram contagem de mesófilos aeróbios dentro do limite aceitável de 10^6 UFC.g^{-1} .

Tabela 11 - Características da Contagem de Mesófilos Aeróbios Totais do Tofu coberto com filmes de Policloreto de Vinila (PVC), Celulose Bacteriana (CB), Celulose Bacteriana com Orégano (CB+ orégano), Polietileno (PE) e Controle (sem cobertura), durante o período de armazenamento

Tempo (horas)	Contagem de mesófilos aeróbios totais (UFC.g ⁻¹)				
	PVC	CB	CB + orégano	PE	CONTROLE
0	9,5 x 10 ⁴	9,5 x 10 ⁴	9,5 x 10 ⁴	9,5 x 10 ⁴	9,5 x 10 ⁴
48	1,2 x 10 ⁵	1,3 x 10 ⁵	3,9 x 10 ⁴	9,0 x 10 ⁴	1,6 x 10 ⁵
120	1,3 x 10 ⁵	1,7 x 10 ⁵	6,3 x 10 ⁴	1,0 x 10 ⁴	2,0 x 10 ⁵
168	2,4 x 10 ⁵	1,9 x 10 ⁵	7,6 x 10 ⁴	1,2 x 10 ⁴	2,5 x 10 ⁵

NOTA – Valores com letras minúsculas iguais nas colunas não diferem pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$), em nível de 95% confiança; e valores com letras maiúsculas iguais nas linhas não diferem pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$), em nível de confiança de 95%. São apresentados os valores médios das triplicatas de cada tempo e respectivo desvio padrão.

As amostras embaladas com celulose bacteriana com orégano e com o plástico de polietileno auxiliaram na manutenção da contagem com valores aceitáveis (Figura 14), segundo Basteiro, (2011), no tratamento com celulose bacteriana com orégano, a celulose promove uma barreira à entrada do oxigênio, formando um ambiente pobre em oxigênio, levando a morte dos aeróbios e minimizando as deteriorações. Conforme Santurio et al., (2007), o orégano possui atividade antibacteriana, em seus diferentes extratos e óleo essencial, sobre bactérias e fungos patogênicos e deteriorantes, sendo observado esse efeito na combinação da celulose bacteriana com o óleo essencial de orégano na conservação do produto. O tofu armazenado na embalagem de polietileno pode ter apresentado essa redução por ter um fechamento hermético com um zíper, dificultando a entrada do oxigênio. Todas as amostras mostraram níveis aceitáveis segundo a legislação vigente.

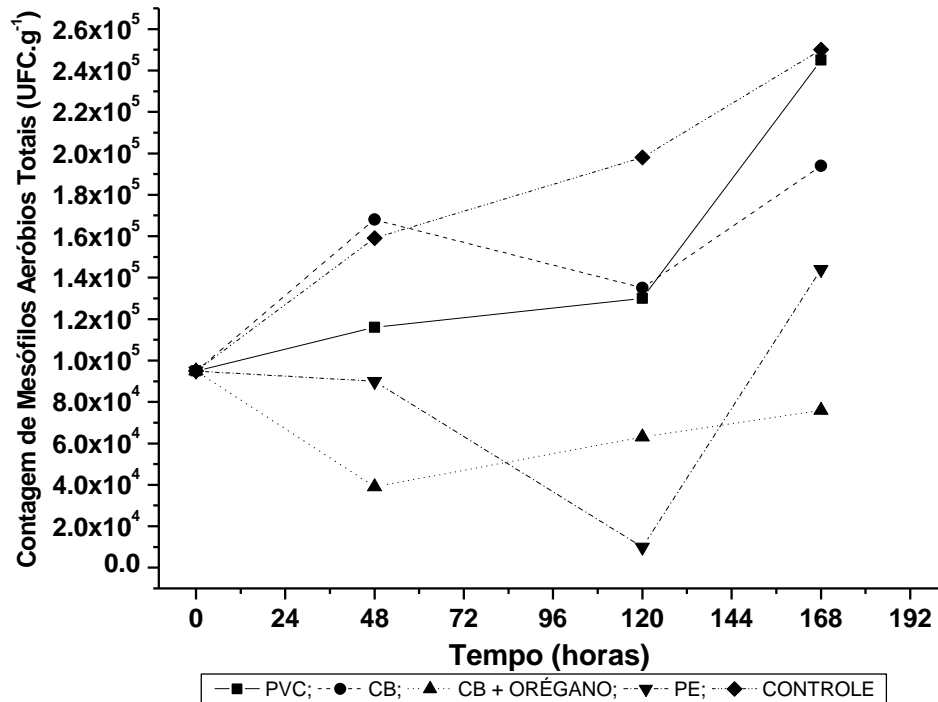


Figura 14 - Evolução da Contagem de Mesófilos Aeróbios Totais do Tofu coberto com filmes de Policloreto de Vinila (PVC), Celulose Bacteriana (CB), Celulose Bacteriana com Orégano (CB+ orégano), Polietileno (PE) e Controle (sem cobertura), durante o período de armazenamento

4.8 COR

Os diferentes tratamentos utilizados e os tempos de armazenamento não tiveram influência significativa ($p \geq 0,05$) nos valores de croma, luminosidade (L), cor vermelho (a^*) e cor amarelo (b^*) (Apêndice – Tabela 8 A, B e C; 9 A, B e C; 10 A, B e C e 11 A, B e C) confirmadas pelo teste de Tukey (Tabela 12, 13, 14 e 15). O valor de F corrobora com os valores de p.

Tabela 12 - Características da cor Croma do Tofu coberto com filmes de Policloreto de Vinila (PVC), Celulose Bacteriana (CB), Celulose Bacteriana com Orégano (CB+ orégano), Polietileno (PE) e Controle (sem cobertura), durante o período de armazenamento

Tempo (horas)	CROMA				
	PVC	CB	CB + orégano	PE	CONTROLE
0	11,9176 ^{aA} ±0,5589	11,9176 ^{aA} ±0,5589	11,9176 ^{aA} ±0,5589	11,9176 ^{aA} ±0,5589	11,9176 ^{aA} ±0,5589
48	11,6235 ^{bB} ±0,0064	11,9638 ^{aAB} ±0,0448	11,5666 ^{aAB} ±0,0812	12,1489 ^{aAB} ±0,1199	12,5013 ^{abA} ±0,0659
120	13,0346 ^{cBC} ±0,0160	15,5837 ^{bC} ±0,0131	21,5980 ^{bC} ±0,0437	12,4796 ^{aAB} ±0,0053	13,3885 ^{bcA} ±0,2299
168	12,5888 ^{cABC} ±0,0115	25,3846 ^{cC} ±1,0997	19,6857 ^{cBC} ±0,1043	11,4674 ^{bAB} ±0,1319	13,1614 ^{cA} ±0,0689

NOTA – Valores com letras minúsculas iguais nas colunas não diferem pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$), em nível de 95% confiança; e valores com letras maiúsculas iguais nas linhas não diferem pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$), em nível de confiança de 95%. São apresentados os valores médios das triplicatas de cada tempo e respectivo desvio padrão.

Tabela 13 - Características da Luminosidade do Tofu coberto com filmes de Policloreto de Vinila (PVC), Celulose Bacteriana (CB), Celulose Bacteriana com Orégano (CB+ orégano), Polietileno (PE) e Controle (sem cobertura), durante o período de armazenamento

Tempo (horas)	Luminosidade				
	PVC	CB	CB + orégano	PE	CONTROLE
0	90,6400 ^{aA} ±0,0173	90,6400 ^{aA} ±0,0173	90,6400 ^{aA} ±0,0173	90,6400 ^{aA} ±0,0173	90,6400 ^{aA} ±0,0173
48	90,2300 ^{bB} ±0,0493	89,4100 ^{aAB} ±0,0721	86,3900 ^{aAB} ±0,4508	90,2100 ^{aAB} ±0,0608	90,6400 ^{abA} ±0,0173
120	89,6400 ^{cBC} ±0,0503	80,0000 ^{bC} ±0,0231	77,9000 ^{bC} ±0,0404	90,1400 ^{aAB} ±0,0208	90,6400 ^{bcA} ±0,0173
168	88,8600 ^{cABC} ±0,0100	71,7400 ^{cC} ±0,0305	62,8100 ^{cBC} ±1,1643	86,7000 ^{bAB} ±0,2289	90,6000 ^{cA} ±0,0866

NOTA – Valores com letras minúsculas iguais nas colunas não diferem pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$), em nível de 95% confiança; e valores com letras maiúsculas iguais nas linhas não diferem pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$), em nível de confiança de 95%. São apresentados os valores médios das triplicatas de cada tempo e respectivo desvio padrão.

Tabela 14 - Características da Cor a* do Tofu coberto com filmes de Policloreto de Vinila (PVC), Celulose Bacteriana (CB), Celulose Bacteriana com Orégano (CB+ orégano), Polietileno (PE) e Controle (sem cobertura), durante o período de armazenamento

Tempo (horas)	Cor a*				
	PVC	CB	CB + orégano	PE	CONTROLE
0	0,9867 ^{aA} ±0,0058	0,9867 ^{aA} ±0,0058	0,9867 ^{aA} ±0,0058	0,9867 ^{aA} ±0,0058	0,9867 ^{aA} ±0,0058
48	1,0600 ^{bB} ±0,0173	1,1333 ^{aAB} ±0,0153	1,0733 ^{aAB} ±0,0153	0,8368 ^{aAB} ±0,0378	0,9300 ^{abA} ±0,0100
120	1,3267 ^{bC} ±0,0462	2,2067 ^{bC} ±0,0115	4,0233 ^{bC} ±0,0153	1,0333 ^{aAB} ±0,0058	0,3800 ^{bcA} ±0,0100
168	1,1833 ^{cABC} ±0,0058	9,3767 ^{cC} ±0,0058	3,5667 ^{bC} ±0,0115	0,8833 ^{bAB} ±0,0058	0,0230 ^{cA} ±0,0231

NOTA – Valores com letras minúsculas iguais nas colunas não diferem pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$), em nível de 95% confiança; e valores com letras maiúsculas iguais nas linhas não diferem pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$), em nível de confiança de 95%. São apresentados os valores médios das triplicatas de cada tempo e respectivo desvio padrão.

Tabela 15 - Características da Cor Amarelo b* do Tofu coberto com filmes de Policloreto de Vinila (PVC), Celulose Bacteriana (CB), Celulose Bacteriana com Orégano (CB+ orégano), Polietileno (PE) e Controle (sem cobertura), durante o período de armazenamento

Tempo (horas)	COR b*				
	PVC	CB	CB + orégano	PE	CONTROLE
0	12,2100 ^{aA} ±0,0265	12,2100 ^{aA} ±0,0265	12,2100 ^{aA} ±0,0265	12,2100 ^{aA} ±0,0265	12,2100 ^{aA} ±0,0265
48	11,5800 ^{bB} ±0,0058	11,9100 ^{aAB} ±0,0436	11,5200 ^{aAB} ±0,0808	12,1200 ^{aAB} ±0,1229	12,4700 ^{abA} ±0,0666
120	12,9700 ^{bC} ±0,0100	15,4300 ^{bC} ±0,0115	21,2200 ^{bC} ±0,0458	12,4300 ^{aAB} ±0,0058	13,3100 ^{bcA} ±0,0557
168	12,5300 ^{cABC} ±0,0115	24,2500 ^{cC} ±0,0289	19,4000 ^{bC} ±0,0929	11,4200 ^{bAB} ±0,1207	13,1700 ^{cA} ±0,0757

NOTA – Valores com letras minúsculas iguais nas colunas não diferem pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$), em nível de 95% confiança; e valores com letras maiúsculas iguais nas linhas não diferem pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$), em nível de confiança de 95%. São apresentados os valores médios das triplicatas de cada tempo e respectivo desvio padrão.

Durante todo o período de armazenamento houve oscilação na saturação da cor, ou seja, o croma nos tratamentos, variando de 11,4674 a 25,3846 (Figura 15). Na determinação da cor através da análise instrumental, as amostras apresentaram os seus valores de luminosidade (L) diminuídos (Figura 16); nos valores do amarelo (b*) observou-se que nas 168h aumentou o valor da cor amarela e apenas na amostra embalada com polietileno diminuiu o valor (Figura 17) enquanto que na análise da cor vermelha (a*) os valores diminuiram no tofu embalado com celulose bacteriana com orégano, polietileno e a amostra controle (Figura 18).

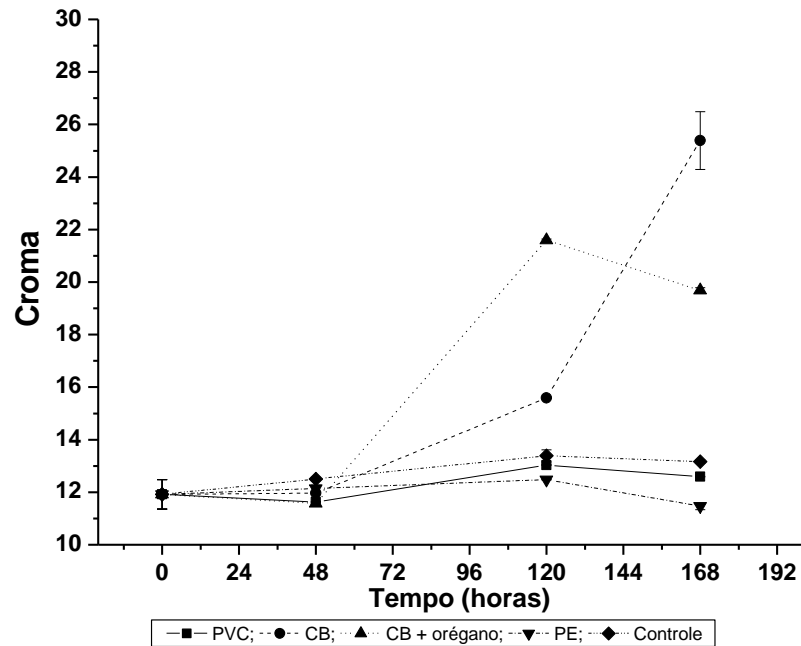


Figura 15 - Evolução da Cor Croma do Tofu coberto com filmes de Policloreto de Vinila (PVC), Celulose Bacteriana (CB), Celulose Bacteriana com Orégano (CB+ orégano), Polietileno (PE) e Controle (sem cobertura), durante o período de armazenamento

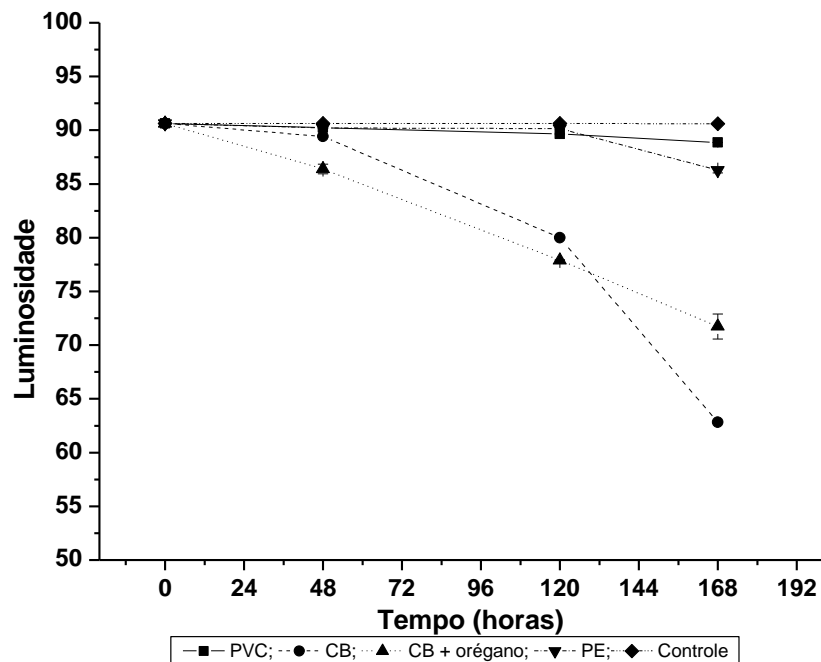


Figura 16 - Evolução da Cor de Luminosidade do Tofu coberto com filmes de Policloreto de Vinila (PVC), Celulose Bacteriana (CB), Celulose Bacteriana com Orégano (CB+ orégano), Polietileno (PE) e Controle (sem cobertura), durante o período de armazenamento

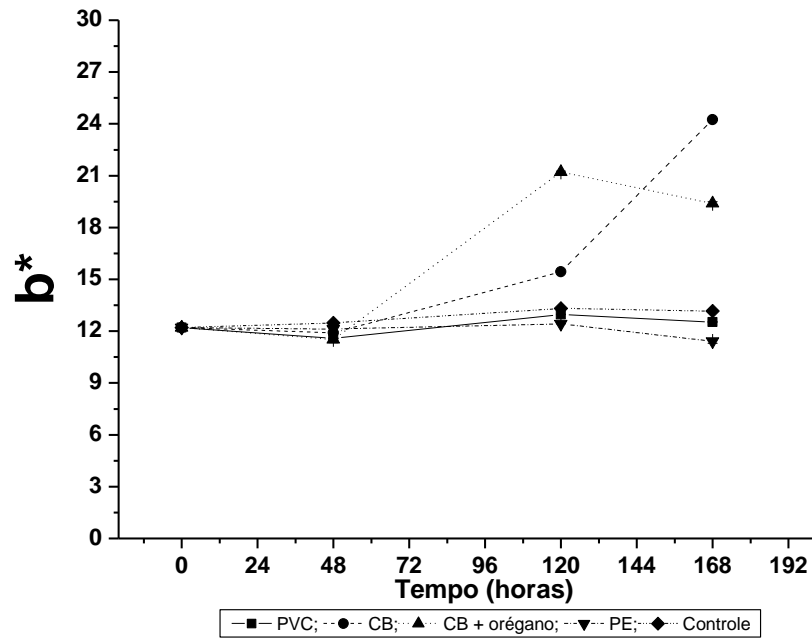


Figura 17 - Evolução da Cor b* do Tofu coberto com filmes de Policloreto de Vinila (PVC), Celulose Bacteriana (CB), Celulose Bacteriana com Orégano (CB+ orégano), Polietileno (PE) e Controle (sem cobertura), durante o período de armazenamento

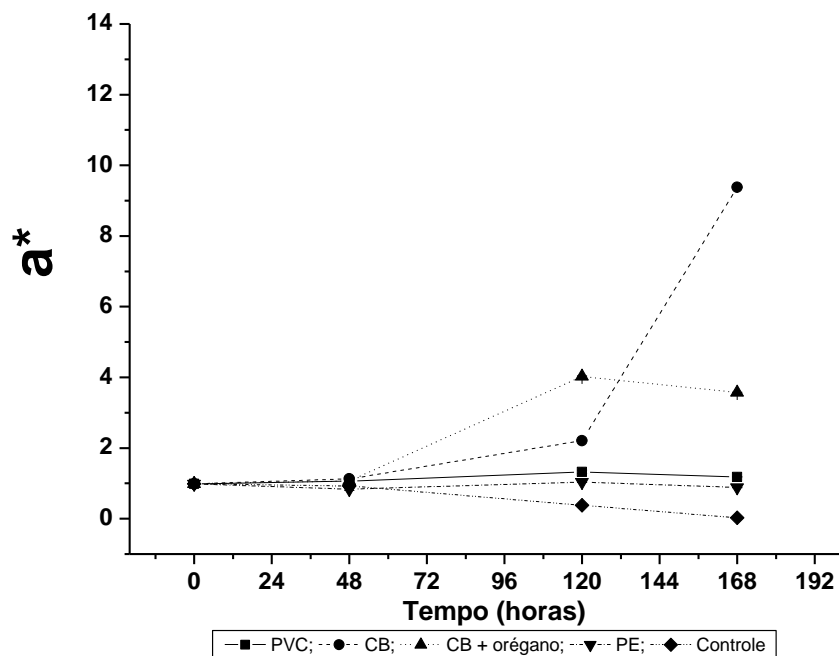


Figura 18 - Evolução da Cor a* do Tofu coberto com filmes de Policloreto de Vinila (PVC), Celulose Bacteriana (CB), Celulose Bacteriana com Orégano (CB+ orégano), Polietileno (PE) e Controle (sem cobertura), durante o período de armazenamento

Segundo Benassi, 2011, quanto maior o valor de L^* mais claro (branco) é o tofu, os valores encontrados pela autora foram de 86,6 – 84,3 valores bem próximos ao deste estudo, apenas o tofu embalado com a celulose bacteriana e celulose bacteriana com orégano obtiveram diferença no valor: 71,74 e 62, 81 respectivamente agregando ao tofu uma cor mais amarelada, provavelmente pela redução no teor de umidade, ou seja, desidratação do tofu promoveu um escurecimento do produto. A componente a^* oscilou de 0,8368 até 0,9867 para tofu branco e de 1,0333 a 4,0233 para tofu amarelado). Quanto à componente b^* , foram obtidos valores variando de 11,42 (a amostra menos amarelada, PE) até 21,22 (CB+ orégano, a mais amarelada). Esse aspecto foi observado visualmente durante o armazenamento (Figura 19).



Tofu com celulose bacteriana



Tofu com celulose bacteriana com orégano

Figura 19 - Cor do tofu embalado com Celulose Bacteriana (CB) e Celulose Bacteriana com orégano (CB+ orégano)

4.9 UMIDADE

Foram observadas diferenças significativas ($p \leq 0,05$) em todas as formas de acondicionamento do tofu, (Apêndice – 12 A, B e C), confirmadas pelo teste de Tukey (Tabela 16), entre os tratamentos e tempos de armazenamento. O valor de F corrobora com os valores de p.

Tabela 16 - Características da Umidade do Tofu coberto com filmes de Policloreto de Vinila (PVC), Celulose Bacteriana (CB), Celulose Bacteriana com Orégano (CB+ orégano), Polietileno (PE) e Controle (sem cobertura), durante o período de armazenamento

Tempo (horas)	Umidade total (%)				
	PVC	CB	CB + orégano	PE	CONTROLE
0	82,93 ^{aA} ±0,0000	82,93 ^{aA} ±0,0000	92,93 ^{aA} ±0,0000	82,93 ^{aA} ±0,0000	82,93 ^{aA} ±0,0000
48	77,94 ^{bBC} ±0,0107	75,43 ^{bCD} ±0,0049	74,46 ^{bD} ±0,0035	80,47 ^{aAB} ±0,0052	82,58 ^{aA} ±0,0023
120	76,49 ^{bA} ±0,0049	61,79 ^{cB} ±0,0028	61,65 ^{cB} ±0,0242	78,76 ^{aA} ±0,0047	79,84 ^{aA} ±0,0039
168	75,82 ^{bA} ±0,0018	57,58 ^{cBC} ±0,0187	54,25 ^{dC} ±0,0031	74,29 ^{aA} ±0,0415	67,81 ^{bAB} ±0,0354

NOTA – Valores com letras minúsculas iguais nas colunas não diferem pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$), em nível de 95% confiança; e valores com letras maiúsculas iguais nas linhas não diferem pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$), em nível de confiança de 95%. São apresentados os valores médios das triplicatas de cada tempo e respectivo desvio padrão.

Os tratamentos com policloreto de vinila e polietileno apresentaram valor médio de umidade 75,82% e 74,29% respectivamente. A perda de umidade pode estar relacionada com a firmeza (Item 4.5) e perda de massa (Item 4.1). O tofu embalado com celulose bacteriana e celulose bacteriana com orégano apresentaram um tofu mais rígido, isso porque ao perderem a umidade reduz a massa acarretando uma textura firme (Figura 20).

Os tratamentos com policloreto de vinila e polietileno apresentaram o melhor resultado na preservação da umidade por possuírem como características a baixa permeabilidade a umidade, minimizando a perda de peso e o comprometimento da textura.

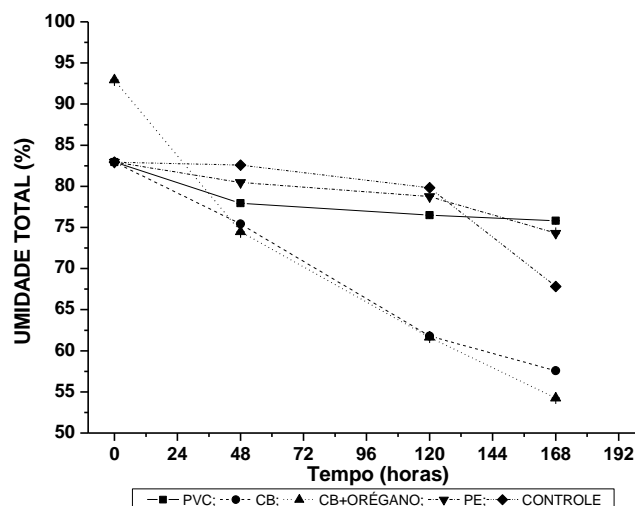


Figura 20 - Evolução da Umidade Total do Tofu coberto com filmes de Policloreto de Vinila (PVC), (CB+ orégano), Polietileno (PE) e Controle (sem cobertura), durante o período de armazenamento

5. CONCLUSÃO

O uso da embalagem de Polietileno (PE) se mostrou eficiente para redução de perda de massa até 168 horas, se comparada com as demais amostras. Os valores de pH dos tratamentos com PVC e Polietileno (PE), durante o período de armazenamento foram considerados ideais (valores entre 5,7 – 6,4) para o consumo *in natura*.

A atividade de água se manteve constante durante todo o armazenamento, com poucas variações, o que pode ter contribuído nos resultados dos mesófilos aeróbios totais. Todos os tratamentos apresentaram contagem de mesófilos aeróbios dentro do limite aceitável até as 168 horas.

Todos os tratamentos apresentaram redução na retenção dos sólidos solúveis totais e na análise de acidez total titulável (exceto amostra Controle). No entanto, a embalagem de Polietileno com fechamento hermético foi eficiente para os resultados de firmeza.

Na análise de cor os valores de croma, croma a* e b* apresentaram escurecimento superficial em todos os tratamentos, no entanto, houve maior pigmentação ao tofu envolvido com celulose bacteriana (com e sem orégano). A luminosidade apresentou redução, com escurecimento ao final do período de armazenamento, onde apenas os tratamentos com PVC e PE contribuíram na manutenção da cor branca, considerada como ideal no ponto de vista do consumidor.

Os tratamentos com celulose bacteriana com e sem orégano, apresentaram maior influência negativa sobre as características de qualidade como perda de massa, ATT, pH, firmeza, cor e umidade, e apenas a celulose bacteriana com orégano mostrou atividade antimicrobiana. Os tratamentos com PVC e PE apresentaram influência positiva, em relação à umidade, sendo um dos principais indicadores de qualidade do tofu.

Portanto, a aplicação de biofilmes de celulose bacteriana com e sem óleo essencial não oferecem potencial de aplicações em tofu, e os tratamentos com PVC e PE (sem água no interior da embalagem) não prolongaram a vida de prateleira do tofu, a embalagem de PE conferiu ao tofu a mesma vida de prateleira que o método convencional, ou seja com lavagens diárias e submersas água por 5 dias.

REFERÊNCIAS

ABIEF – Associação Brasileira da Indústria de Embalagens Plásticas Flexíveis. **A embalagem plástica flexível.** 2011. Disponível em <http://www.abief.com.br/associado_areas.php>. Acesso em 15 maio 2012

ABRE – Associação Brasileira de Embalagem. **Definição de embalagem.** 2004. Disponível em <http://www.abre.org.br/apres_setor_embalagem.php>. Acesso em 21 mar. 2012.

ABRENEWS – Associação Brasileira de Embalagem - Notícia. **Conceitos de valor da embalagem.** 2011. Disponível em <<http://www.abre.org.br/jornal/news95/index.htm>>. Acesso em 21 mar. 2012.

AGRONEGÓCIO. **Produção de soja no Mercosul aumentou 293% nos últimos 20 anos.** 2009. Disponível em <<http://www.portaldoagronegocio.com.br/conteudo.php?id=29891>>. Acesso em 03 abr. 2012

ALEGRO, João Henrique Alarcon. **Desenvolvimento de queijo Minas frescal probiótico com *Lactobacillus Acidophiluse Bifidobacterium lactis* isolados e em co-cultura.** 2003. 96 p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia em Alimentos). Universidade de São Paulo. São Paulo. 2003.

ALLIPRANDINI, L. F.; TOLEDO, J. F. F.; JUNIOR, N. S. F.; ALMEIDA, L. A.; KIIHL, R. A. S. **Análise de adaptação e estabilidade de genótipos de soja no estado do Paraná.** Londrina, 1998. Disponível em <<http://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/85496/1/pab97033.doc>>. Acesso em: 22 fev. 2012.

ALMEIDA, D. M.; WOSIACKI, G.; SANTOS JUNIOR, G.; MADALOZZO, E. S.; ZANLORENZI, M. M^a. Crescimento do *Acetobacter xylinum* (ATCC 23769) e a produção de celulose bacteriana. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, Ponta Grossa, v. 02, nº 01, p. 95-103, 2008.

ALMEIDA, D. M.; PRESTES, R. A.; PINHEIRO, L. A.; WOICIECHOWSKI, A. L.; WOSIACKI, G. **Avaliação de propriedades de biofilmes de celulose bacteriana por modelamento empírico e pela análise de componentes principais.** Ponta Grossa. 2009. Disponível em <<http://pintassilgo2.ipen.br/biblioteca/cd/cbp01/2009/PDF/1198.pdf>>. Acesso em: 16 maio 2012.

ALVES, Gilmar. **Uma abordagem sobre as ações e as tecnologias empregadas no uso de sacolas plásticas descartáveis. Estudo de caso: empresa Facedbox - Ecobags.** 2009. 68 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Curso Superior de Tecnologia em Produção com Ênfase em Plásticos. Faculdade de Tecnologia da Zona Leste - SP, São Paulo, 2009.

AZEREDO, H. M. C.; FARIA, J. A. F.; AZEREDO, A. M. C. Embalagens ativas para alimentos. **Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 20, n.º. 03, set/dez 2000.

BACCI, Juliana. **Empresa do Paraná usa soja orgânica para preparar tofu com mais durabilidade e sabores diversos.** 2012. Disponível em <<http://revistagloborural.globo.com/Revista/Common/0,,EMI29525018077,00EMPRESA+D O+PARANA+USA+SOJA+ORGANICA+PARA+PREPARAR+TOFU+COM+MAIS+DURABILIDAD.html>>. Acesso em 08 abr. 2012.

BARBARA, D. **Culinária Japonesa, sabores tropicais.** Rio de Janeiro, 2009. Disponível em <<http://books.google.com.br/books?hl=ptBR&lr=&id=vw8nTrkH27kC&oi=fnd&pg=PA11&dq=tofu+ervas+finas&ots=arxtPcP2HJ&sig=5zBuK23eETMqJJnXYCjBME6U#v=onepage&q&f=false>>. Acesso em: 08 abr. 2012.

BARUD, Hernane da Silva. **Preparo e caracterização de novos compósitos de celulose bacteriana.** 2006. 114 p. Tese (Mestrado em Química) Universidade Estadual Paulista. Araraquara, 2006.

BARUD, H. S.; MARTINES, M. A. U.; HISANO, C.; RIBEIRO, S. J. L.; MESSADDEQ, Y. **Novos compósitos de celulose bacteriana e polifosfato de sódio.** Araraquara, 2005. Disponível em <<http://pintassilgo2.ipen.br/biblioteca/cd/cbpol/2005/PDF/171.pdf>>. Acesso em: 16 maio 2012.

BASTEIRO, José Manuel Afonso. **O uso de probióticos como agentes antimicrobianos na cárie dentária.** 2011. 57 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas) Universidade Fernando Pessoa. Porto, 2011. Disponível em <http://bdigital.ufp.pt/bitstream/10284/2844/3/TM_15700.pdf>. Acesso em: 19 abr. 2012.

BENASSI, Vera de Toledo. **Seleção de cultivares de soja para a produção de tofu, de acordo com as características físicas, químicas, nutricionais e sensoriais do produto.** Londrina, 2011. Disponível em <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/53967/1/benassi.pdf>>. Acesso em: 19 mar. 2012.

BENASSI, V. T.; BENASSI, M. T.; PRUDENCIO, S. H. Cultivares brasileiras de soja: características para a produção de tofu e aceitação pelo mercado consumidor. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 32, suplemento 01, p. 1901-1914, 2011.

BERWANGER, A. L. S. **Produção e caracterização de biopolímeros sintetizado por *Sphingomonas capsulata***. 2005. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos). Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões. Erechim, 2005.

BERWANGER, A. L. S.; SCAMPARINI, A. R. P.; DOMINGUES, N. M.; VANZO, L. T.; TREICHEL, H.; PADILHA, F. F. Produção de biopolímeros sintetizado por *Sphingomonas capsulata* a partir de meios industriais. **Revista Ciência e Agrotecnologia**. Lavras, v. 31, nº. 01, jan/fev 2007.

BEZERRA, J. R. M. V. **Tecnologia de fabricação de derivados do leite**. Guarapuava, Ed. UNICENTRO, 2008, 55 p., Boletim Técnico.

BOMTEMPO, J. V.; COUTINHO, P. *Roadmap* tecnológico em matérias-primas renováveis: uma base para a construção de políticas e estratégicas no Brasil. **Química Nova**. Rio de Janeiro, v. 34, nº. 05, p. 1-6, 2011.

BONA, T. D. M. M.; PICKLER, L.; MIGLINO, L. B.; KURITZA, L. N.; VASCONCELOS, S. P.; SANTIN, E. Óleo essencial de orégano, alecrim, canela e extrato de pimenta no controle de *Salmonella*, *Eimeria* e *Clostridium* em frangos de corte. **Pesquisa Veterinária Brasileira**. Rio de Janeiro, v. 32, nº. 05, jan/maio 2012.

BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. **Brasil projeções do agronegócio 2010/2011 a 2020/2021**. 2011. Disponível em <http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/file/Ministerio/gestao/projecao/PROJECOES%20D%20O%20AGRONEGOCIO%202010-11%20a%202020-21%20-%2020_0.pdf>. Acesso em 03 abr. 2012.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Guia de procedimentos para pedidos de inclusão e extensão de uso de aditivos alimentares e coadjuvantes de tecnologia de fabricação na legislação brasileira-2009**. 2009. Disponível em <http://www.anvisa.gov.br/alimentos/guia_pedidos.pdf>. Acesso em 20 out.2011.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Regulamento técnico que estabelece as diretrizes básicas para análise e comprovação de propriedades funcionais e ou de saúde alegadas em rotulagem de alimentos**. 1999. Disponível em <http://www.anvisa.gov.br/legis/resol/18_99.htm#>. Acesso em 21 mar.2012.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Lista de alegações de propriedade funcional aprovadas**. 2008. Disponível em <http://www.anvisa.gov.br/alimentos/comissoes/tecno_lista_alega.htm>. Acesso em 21 mar.2012.

BRUM, A. L.; HECK, C. R.; LEMES, C. L.; MÜLLER, P. K. **A economia mundial da soja: impactos na cadeia produtiva da oleaginosa no Rio Grande do Sul 1970 - 2000**. Ijuí, 2000. Disponível em <<http://www.sober.org.br/palestra/2/519.pdf>>. Acesso em: 22 fev. 2012.

CALLIARI, C. M^a.; MAGNANI, M.; GÓMEZ, R. J. H. C. Produção, caracterização e propriedades tecnológicas de um biopolímeros produzido por *Agrobacterium radiobacter* k84. **Semina: Ciências Agrárias**. Londrina, v. 32, n^o 02, p. 633, 2011.

CARVALHO, Cristiana. **Proteína de Soja Texturizada**. Disponível em <<http://aguanabocasim.blogspot.com/2009/08/proteina-de-soja-texturizada-carne-de.html>>. Acesso em: 13 out. 2011.

CARVALHO, W.; SILVA, D. D. V.; CANILHA, L.; MANCILHA, I. M. Aditivos alimentares produzidos por via fermentativa. Parte I: Ácidos orgânicos. **Revista Analytica**. Lorena, n^o 18, p. 70-76, ago/set 2005.

CENTRO DE INTELIGÊNCIA DA SOJA. **Cultura da Soja**. 2009. Disponível em <http://www.cisoja.com.br/downloads/p_brasil_e_estados27:_dados_de_producao__250211.pdf>. Acesso em: 18 jun. 2012.

CIABOTII, S.; BARCELOS, M^a. F^a. P.; CIRILLO, M. A.; PINHEIRO, A. C. M. Propriedades tecnológicas e sensoriais de produto similar ao tofu obtido pela adição de soro de leite ao extrato. **Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 29, n^o 02, abr/jun 2009.

CIABOTII, S.; BARCELOS, M^a. F^a. P.; MANDARINO, J. M. G.; TARONE, A. G. Avaliações químicas e bioquímicas dos grãos, extratos e tofus de soja comum e de soja livre de lipoxigenase. **Revista Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 30, n^o. 05, p. 920-929, set/out 2006.

COSTA, Cristina Simões da. **Coberturas à base de quitosana na qualidade pós-colheita de morangos cv. Aromas**. 2010.107 p. Tese (Doutorado em Ciências). Universidade Federal de Pelotas. Pelotas, 2010.

COUTINHO, F. M. B.; MELLO, I. L.; SANTA MARIA, L. C. Polietileno: Principais tipos, propriedades e aplicações. **Polímeros: Ciência e Tecnologia**. Rio de Janeiro, v. 13, nº 01, p. 1-13, 2003.

CUNHA, Lílian. **Tofu inova e vai do espetinho ao hambúrguer**. 2010. Disponível em <http://www.foodservicenews.com.br/materia_site.php?id=3461>. Acesso em 05 abr. 2012.

CUNHA, C. R.; SPADOTI, L. M.; ZACARCHENCO, P. B.; VIOTTO, W. H. Efeito do fator de concentração do retentado na composição e proteólise de queijo Minas Frescal de baixo teor de gordura fabricado por ultrafiação. **Revista Ciência e Tecnologia**. Campinas, v. 22, nº 01, jan/abr 2002.

DANESI, E. D. G.; WOSIACKI, G. Otimização da produção de nata (celulose bacteriana) por fermentação em superfície. **Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Campinas, v. 18, nº 01, jan/abr 1998.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Mais saúde em sua vida cozinhando com tofu**. Embrapa Soja. 2000. Disponível em <<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/>>. Acesso em 15 fev. 2012.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Tecnologias de Produção de Soja – Região Central do Brasil 2004**. Embrapa Soja. 2004. Disponível em <<http://www.cnpso.embrapa.br/producaosoja/SojanoBrasil.htm>>. Acesso em 22 fev. 2012.

EMBRAPA- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Tofu**. Coleção Agroindústria Familiar (Brasília). ISBN 978-85-7383-416-1. 2007. Disponível em <<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/123424/1/00081760.pdf>>. Acesso em 22 fev. 2012.

EMBRAPA- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Soja em números (safra 2010/2011)**. 2011. Disponível em <http://www.cnpso.embrapa.br/index.php?cod_pai=2&op_page=294>. Acesso em 03 abr. 2012.

EMBRAPA- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Soja na alimentação**. 2006. Disponível em <http://www.cnpso.embrapa.br/soja_alimentacao/index.php?pagina=23>. Acesso em 03 abr. 2012.

ERNANDES, F. M. P.G.; GARCIA-CRUZ, C. H. Levana Bacteriana: aspectos tecnológicos, características e produção. **Semina: Ciências Agrárias**. Londrina, v. 26, nº 01, p. 71-82, jan/mar 2005.

FÉLIX, J. S.; MANZOLI, J. E.; PADULA, M.; MONTEIRO, M. Embalagem plástica contendo poliamida 6 para produtos cárneos e queijos: migração de caprolactama e efeito da irradiação. Uma revisão. **Revista Alimentos e Nutrição**. Araraquara, n° 1, 2008.

FERREIRA, V. F.; ROCHA, D. R.; SILVA, F. C. Potencialidades e oportunidades na química da sacarose e outros açúcares. **Química Nova**, São Paulo, v. 32, n° 1. 2009.

FRASSON, C. G.; MOUSQUER, E. C.; HEIN, G. **Qualidade do leite para fabricação de queijo**. Curitiba, 2011. Disponível em < <http://www.asbraer.org.br/arquivos/bibl/82-qualidade.pdf>>. Acesso em 14 maio. 2012.

FREIRE, J. R. J.; VERNETTI, F. J. **A pesquisa com soja, a seleção de rizóbio e a produção de inoculantes no Brasil**. 1997. Disponível em < http://www.fepagro.rs.gov.br/upload/20120213110825vol_05__n_01__art_14.pdf>. Acesso em 03 abr. 2012.

GOMES, Ana Carla dos Santos. **Efeito de diferentes estratégias de irrigação sob a cultura da soja (*Glycine max* (L.) Merrill) na região de Santiago, RS**. 2007. 133 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola). Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, 2007.

GUEDES, M. A.; MATA, M. E. R. M. C.; DUARTE, M. E. M.; FARIAS, P. A. Caracterização física de grãos de soja utilizando processamento digital de imagens. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**. Campina Grande, v. 13, n° 03, p. 277-292, 2011.

HABERBECK, L. U. **Modelagem da inativação isotérmica e não isotérmica de *Bacillus coagulans* por tratamento termoquímico utilizando óleo essencial de orégano**. 2011. 105 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos). Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2011.

IDEAL. Embalagem Ideal – Soluções em embalagens flexíveis. **Embalagem zip lock**. 2011. Disponível em < <http://www.embalagensflexiveis.com.br/embalagem-zip-lock>>. Acesso em 22 mar. 2012.

INSTITUTO DO PVC. **O PVC e o desenvolvimento sustentável**. 2005. Disponível em < http://www.institutodopvc.org/publico/?a=conteudo&canal_id=45&subcanal_id=46>. Acesso em 22 mar. 2012.

KUDO, S.; HAYASHI, M. **Preservable Granular Tofu (Soybean Curd) and the process of production thereof**. 1985. Disponível em < <http://www.google.com.br/patents?hl=pt->

BR&lr=&vid=USPAT4511588&id=J1IzAAAAEBAJ&oi=fnd&dq=ph+normal+do+tofu&printsec=abstract#v=onepage&q=pH&f=false>. Acessoem: 21 abr. 2012.

LAROTONDA, Fábio D. S. **Biodegradable films and coatings obtained from carrageenan from *Mastocarpus stellatus* and starch from *Quercus suber***. 2007. 315 p. Tese (Doutorado em Engenharia Química e Biológica). Universidade do Porto, 2007.

LIMA, E. G.; OKIMOTO, M^a. L. L. R. Revisão da aplicação de produtos biopolímeros obtidos pela reciclagem de plásticos em design. **Revista Iberoamericana de Polímeros**. Curitiba, v. 10, p. 244-259, set 2009.

MADALENO, E.; ROSA, D. S.; ZAWADZKI, S. F.; PEDROZO, T. H.; RAMOS, L. P. Estudo do uso de plastificantes de fontes renovável em composições de PVC. **Polímeros**. São Carlos, v. 19, n° 04, 2009.

MALI, S.; GROSSMANN, M. V. E.; YAMASHITA, F. Filmes de amido: produção, propriedades e potencial de utilização. **Ciências Agrárias**. Londrina, v.31, n° 01, 137 – 156 p, jan. mar., 2010.

MANDARINO, J. M. G. **Trabalhador na transformação caseira de alimentos: soja**. 3^a. ed. Curitiba, PR: SENAR-PR, 2005. 146 p.

MOREIRA, A. N.; DEL PINO, F. A. B.; VENDRUSCOLO, C. T. Estudo da produção de biopolímeros via enzimática através de inativação e lise celular e com células viáveis de *Beijerinckia* sp. 7070. **Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Campinas, v. 23, n° 02, maio/ago 2003.

MOREIRA, A. N.; MOREIRA, A. S.; DIA, P. S.; VENDRUSCOLO, C. T. Comportamento reológico e composição química do biopolímeros da bactéria *Beijerinckia* sp. 7070 – produzido por via enzimática. **Brazilian Journal of food Technology**. Pelotas, v. 08, n° 02, p. 135-142, abr/jun 2005.

OLIVEIRA, L. F. **Desenvolvimento e caracterização de filmes comestíveis de fécula de mangarito (*Xanthosoma mafaffa* Schott) e sua aplicação na cobertura em frutos de jabuticaba**. 2011. 54 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola). Universidade Estadual de Goiás. Anápolis, 2011.

PADILHA, G. M. A.; BOMTEMPO, J. V. A inserção dos transformadores de plásticos na cadeia produtiva de produtos plásticos. **Polímeros: Ciência e Tecnologia**. Rio de Janeiro, p. 85-91, out/dez 1999.

PANERARI, A. D.; COSTA, H. O.; SOUZA, F. C.; SILVA, L.; NETO, O. M. S. Avaliação da resposta inflamatória após escarificação cirúrgica em coelhos. **Revista Brasileira de Otorrinolaringologia**. São Paulo, v. 74, nº 04, jul/ago 2008.

PEIXOTO, A. M. S.; PRAÇA, E. F.; GÓIS, W. A. A potencialidade microbiológica de coagulação do coalho líquido artesanal. **Revista Verde**. Mossoró, v. 02, nº 02, p. 52-64, jul/dez 2007.

PENHA, L. A. O.; FONSECA, I. C. B.; MANDARINO, J. M., BENASSI, V. T. A soja como alimento: Valor nutricional, benefícios para a saúde e cultivo orgânico. **Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**. Curitiba, v. 25, nº 01, jan/jun 2007.

PÉREZ, Alba Elizabeth Castillo. **Elaboración de tofu com sabor a chile y ahumado**. 2010. 81 p. Proyecto previo a la obtención del título de Tecnóloga em Alimentos. Escuela Superior Politécnica del Litoral, Guayaquil, 2010.

PEROSO, B. G.; VICENTE, G.P. **Destinação final de embalagens de agrotóxicos e seus possíveis impactos ambientais – estudo de caso Município de Barretos**. 2007. 95 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Curso Superior de Engenharia Civil – com ênfase em Ambiental. Faculdades Unificadas da Fundação Educacional de Barretos. Barretos, 2007.

PIETROWSKI, G. A. M.; RANTHUM, M. **Microbiologia Aplicada**. Ponta Grossa, 2006, 77 p. Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Ponta Grossa.

PINHEIRO, A. C. M.; BARCELOS, M^a. F^a. P.; CLEMENTE, P. R.; LIMA, M^a. Ap^a. C.; CIABOTTI, S. Características sensoriais e físicas de extratos e tofus de soja comum processada termicamente e livre de lipoxigenase. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Campinas, p. 643-648, jul/set 2007.

PINHEIRO, A. C. M.; BARCELOS, M. F^a. P.; CIRILLO, M. A.; CIABOTTI, Sueli. Propriedades tecnológicas e sensoriais de produto similar ao tofu obtido pela adição de soro de leite ao extrato de soja. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Campinas, v. 29, nº 02, p. 346-353, abr/jun 2009.

PINTO, E. R. P. GAMEIRO, A. F.; SANTOS, A. F.; TRINDADE, W. G.; POLITO, W. L.; MESSADEQ, Y.; RIBEIRO, S. J. L. **Preparação e caracterização de compósitos poliuretana-celulose bacteriana**. São Paulo, 2007. Disponível em <<http://pintassilgo2.ipen.br/biblioteca/cd/cbpol/2007/PDF/503.pdf>>. Acesso em: 16 maio 2012.

PINTO, D. D. J.; CASTRO, P.S. Estudo preliminar da secagem do *okara* (resíduo do extrato aquoso de soja) para inativação dos fatores antinutricionais e conservação. **Revista Brazilian Journal of Food Techonology**. Goiás, dez 2008.

RAMALHO, V. C.; JORGE, N. Antioxidantes utilizados em óleos, gorduras e alimentos gordurosos. **Química Nova**. São José do Rio Preto, dez 2006.

REIS, R. C. **Curvas de secagem, propriedades tecnológicas e aplicação pós-colheita de filmes biodegradáveis de fécula de inhame (*Dioscoreas sp.*) e glicerol**. 2011. 109 p. Dissertação (Mestrado em Sistemas Agroindustriais). Universidade Estadual de Goiás. Anápolis, 2011.

REYES; F. G.; FABRIS, S.; FREIRE, T. A. Embalagens plásticas: tipos de materiais, contaminação de alimentos e aspectos de legislação. **Revista Brasileira de Toxicologia**. Campinas, v. 19, nº 02, p. 59-70 2007.

ROCHA, R. S. **Avaliação de variedades e linhagens de soja em condições de baixa latitude**. 2009. 61 p. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal). Universidade Federal Piauí. Teresina, 2009

ROTTAVA, Ieda. **Seleção de linhagens de *Xanthomonas sp* para produção de goma xantana**. 2005. 95 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos). Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai. Erechin, 2005.

SANTOS, A. A. **Produção de polissacarídeos visando obter insumos biológicos de interesse para a agricultura**. 2010. 73 p. Dissertação (Mestrado em Ciências do solo). Universidade Federal Rural de Pernambuco. Recife, 2010.

SANTURIO, J. M.; SANTURIO, D. F.; POZZATTI, P.; MORAES, C.; FRANCHIN, P. R.; ALVES, S. H. Atividade antimicrobiana dos óleos essenciais de orégano, tomilho e canela frente asorovares de *Salmonella entérica* de origem avícola. **Revista Ciência Rural**. Santa Maria, v. 37, nº 03, p. 803-808, maio/jun 2007.

SILVA, E. M. **Produção e caracterização de filmes biodegradáveis de amido de pinhão**. 2011. 43 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Engenharia Química. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2011.

SILVA, R. C.; GIOIELLI, L.A. Propriedades físicas de lipídios estruturados obtidos a partir de banha e óleo de soja. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**. São Paulo, v. 42, nº 02, abr/jun 2006.

SILVA, F. M.; ALMEIDA, J. C. **Papel da ingestão de soja na nefropatia diabética.** Porto Alegre, 2009. Disponível em < <http://seer.ufrgs.br/hcpa/article/download/8326/4967>>. Acesso em: 06 abr. 2012.

SILVA, K. M. C.; LIMA, F. R. B.; SILVA, R. C. O.; SILVA, C. G. M. **Soja (*Glycine max*): benefícios a saúde humana com melhor qualidade de vida.** Dois Irmãos, 2009. Disponível em < <http://www.eventosufrpe.com.br/jepex2009/cd/resumos/R0273-1.pdf>>. Acesso em: 06 abr. 2012.

SIQUIM/EQ/UFRJ, Sistema de Informação sobre a indústria química da escola química, Universidade Federal do Rio de Janeiro. **Prospectiva tecnológica da cadeia produtiva de transformados plásticos.** Rio de Janeiro, 2003. Disponível em < http://www.portaldaexportacao.gov.br/portalmDIC/arquivos/dwnl_1196944561.pdf>. Acesso em: 15 maio 2012.

SOARES, N. D. F. **Efeito da embalagem na conservação de produtos minimamente processados.** 2002. Disponível em < <http://www.cnph.embrapa.br/novidade/eventos/semipos/texto10.pdf>>. Acesso em: 15 maio 2012.

SOUZA, B. M. M. de; FELKL, G. S.; SANTOS, G. C. C. dos. **Elaboração, vida de prateleira e teste de aceitabilidade de tofu adicionado com diferentes aditivos.** 2010. 45 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Curso Superior de Tecnologia em Alimentos. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Ponta Grossa, 2010.

SOUZA, E. L.; STAMFORD, T. L. M. Orégano (*Origanum Vulgare* L., Lamiaceae): Uma especiaria como potencial fonte de compostos antimicrobianos. **Revista Higiene Alimentar.** Pernambuco, v. 19, nº. 132, p. 40-45, 2005.

TACO. Tabela brasileira de composição de alimentos. NEPA-UNICAMP.- Versão II. 2. ed. Campinas, SP: NEPA-UNICAMP, 2006.

TAMASHIRO, E.; ANTUNES, M. B.; COHEN, N. A.; PALMER, J. N.; LIMA, W. T. A. **Biofilmes bacterianos em rinosinusite crônica: o que este conceito muda na abordagem terapêutica.** Ribeirão Preto, 2012. Disponível em < http://www.moreirajr.com.br/revistas.asp?fase=r003&id_materia=3934>. Acesso em: 24 mar. 2012.

TAVARES, C. E. C. **Fatores críticos à competitividade da soja no Paraná e no Mato Grosso.** Brasília, 2004. Disponível em < <http://ramses.ffalm.br/falm/deda/professores/macedo/conab.pdf>>. Acesso em: 15 fev. 2012.

TOLEDO, R E. **Etapas fenológicas del cultivo de soja**. Córdoba, 2006. Disponível em < <http://www.buscagro.com/biblioteca/Toledo/Clave.pdf>>. Acesso em: 14 maio. 2012.

TOMÉ, L. S. C. **Preparação e avaliação da permeabilidade de substratos de celulose modificados**. 2008. 107 p. Dissertação (Mestrado em Materiais derivados de recursos renováveis). Universidade de Aveiro. Aveiro, 2008.

VAL, G.; MIYASHIRO, S. **Como comprar e conservar corretamente queijos**. 2006. Disponível em < http://www.abiq.com.br/imprensa/release_detalhes.asp?id=32>. Acesso em: 14 maio. 2012.

WILSON, José. **O polietileno como sinônimo de desenvolvimento e sua interação com o meio ambiente**. 2003. Disponível em < http://msdssearch.dow.com/PublishedLiteratureDOWCOM/dh_003b/0901b8038003b247.pdf?filepath=plastics_la/pdfs/noreg/002-10297.pdf&fromPage=GetDoc>. Acesso em 22 mar. 2012.

YAMASHIRO, José. **História da Cultura Japonesa**. São Paulo, 1986. Disponível em < http://books.google.com.br/books?hl=ptBR&lr=&id=YW_i09lMs5oC&oi=fnd&pg=PA63&dq=hist%C3%B3ria+da+produ%C3%A7%C3%A3o+do+tofu&ots=OqnRVuV34h&sig=P6otPrb860HPIWKJAijbqwtFnA#v=onepage&q=tofu&f=false>. Acesso em: 06 abr. 2012.

APÊNDICE

Tabela 1 A - Análise de variância aplicada aos valores da perda de massa do tofu cobertos com filmes de PVC, celulose bacteriana durante o período de armazenamento

FV	Perda de massa – Tofu com PVC						Perda de massa – Tofu com Celulose bacteriana					
	SQ	gl	Fcal	valor-P	Ftab	R ²	SQ	Gl	Fcal	valor-P	Ftab	R ²
Regressão	10005.92	1	39.055995	5.12E-05	4,84	0,79	2687.704	1	58.428891	1,75e-05	4,84	0,85
Resíduos	257.5768	10					459.9958	10				
Total	1263.569	11					3147.7	11				

NOTA - FV=fonte de variação; SQ=soma quadrática; gl=graus de liberdade; Fcal = F calculado; Ftab = F tabelado; R²=coeficiente de determinação.

Tabela 1 B - Análise de variância aplicada aos valores da perda de massa do tofu cobertos com filmes de celulose bacteriana em óleo essencial e PE durante o período de armazenamento

FV	Perda de massa – Tofu com Celulose bacteriana em óleo essencial						Perda de massa – Tofu com PE					
	SQ	gl	Fcal	valor-P	Ftab	R ²	SQ	gl	Fcal	valor-P	Ftab	R ²
Regressão	2822.072	1	66.353688	1E-05	4,84	0,87	65.28134	1	28.829331	0.014012	4,84	0,47
Resíduos	425.3075	10					74.05016	10				
Total	3247.379	11					139.4315	11				

NOTA - FV=fonte de variação; SQ=soma quadrática; gl=graus de liberdade; Fcal = F calculado; Ftab = F tabelado; R²=coeficiente de determinação.

Tabela 1 C - Análise de variância aplicada aos valores da perda de massa do tofu sem cobertura durante o período de armazenamento

FV	Perda de massa – Tofu sem cobertura					
	SQ	gl	Fcal	valor-P	Ftab	R ²
Regressão	810.9653	1	52.99543	2.66E-05	4,84	0,84
Resíduos	153.0255	10				
Total	953.9909	11				

NOTA - FV=fonte de variação; SQ=soma quadrática; gl=graus de liberdade; Fcal = F calculado; Ftab = F tabelado; R²=coeficiente de determinação.

Tabela 2 A - Análise de variância aplicada aos valores dos sólidos solúveis totais do tofu cobertos com filmes de PVC, celulose bacteriana durante o período de armazenamento

FV	SST – Tofu com PVC						SST – Tofu com Celulose bacteriana					
	SQ	gl	Fcal	valor-P	Fta b	R ²	SQ	gl	Fcal	valor-P	Fta b	R ²
Regressão	0.0352		25.20576	0.00052		0,7	0.03129		25.40715	0.04238		0,3
	01	1	1	1	4,84	2	3	1	0	6	4,84	5
Resíduos	0.0139	1					0.05787	1				
	66	0					4	0				
Total	0.0491	1					0.08916	1				
	67	1					7	1				

NOTA - FV=fonte de variação; SQ=soma quadrática; gl=graus de liberdade; Fcal = F calculado; Ftab = F tabelado; R²=coeficiente de determinação.

Tabela 2 B - Análise de variância aplicada aos valores dos sólidos solúveis totais do tofu cobertos com filmes de celulose bacteriana em óleo essencial e PE durante o período de armazenamento

FV	SST – Tofu com Celulose bacteriana em óleo essencial						SST – Tofu com PE					
	SQ	gl	Fcal	valor-P	Ftab	R ²	SQ	gl	Fcal	valor-P	Ftab	R ²
Regressão	0.004856	1	24.576005	0.465395	4,84	0.05	0.017960	1	33.507295	0.050593	4,84	0.26
Resíduos	0.084310	10					0.051207	10				
Total	0.089167	11					0.069167	11				

NOTA - FV=fonte de variação; SQ=soma quadrática; gl=graus de liberdade; Fcal = F calculado; Ftab = F tabelado; R²=coeficiente de determinação.

Tabela 2 C - Análise de variância aplicada aos valores dos sólidos solúveis totais do tofu sem cobertura durante o período de armazenamento

FV	SST – Tofu sem cobertura					
	SQ	gl	Fcal	valor-P	Ftab	R ²
Regressão			0.071839	1	28.468835	0.015561
						4,84
Resíduos			0.084828	10		
Total			0.156667	11		

NOTA - FV=fonte de variação; SQ=soma quadrática; gl=graus de liberdade; Fcal = F calculado; Ftab = F tabelado; R²=coeficiente de determinação.

Tabela 3 A - Análise de variância aplicada aos valores da acidez do tofu cobertos com filmes de PVC, celulose bacteriana durante o período de armazenamento

FV	Acidez – Tofu com PVC						Acidez – Tofu com Celulose bacteriana					
	SQ	Gl	Fcal	valor-P	Ftab	R ²	SQ	gl	Fcal	valor-P	Ftab	R ²
Regressão	0.01845	7	32.12849	0.1752	4,84	0,1	0.12703	0	24.49479	0.00344	4,84	0,5
Resíduos	0.08671	6					0.08763	8				9
Total	0.10517	3					0.21466	8				1

NOTA - FV=fonte de variação; SQ=soma quadrática; gl=graus de liberdade; Fcal = F calculado; Ftab = F tabelado; R²=coeficiente de determinação.

Tabela 3 B - Análise de variância aplicada aos valores da acidez do tofu cobertos com filmes de celulose bacteriana em óleo essencial e PE durante o período de armazenamento

FV	Acidez – Tofu com Celulose bacteriana em óleo essencial						Acidez – Tofu com PE					
	SQ	gl	Fcal	valor-P	Ftab	R ²	SQ	gl	Fcal	valor-P	Ftab	R ²
Regressão	0.146834	1	43.96862	0.003863	4,84	0.58	0.014031	1	31.556601	0.240588	4,84	0.13
Resíduos	0.105117	10					0.090138	10				
Total	0.251951	11					0.104169	11				

NOTA - FV=fonte de variação; SQ=soma quadrática; gl=graus de liberdade; Fcal = F calculado; Ftab = F tabelado; R²=coeficiente de determinação.

Tabela 3 C - Análise de variância aplicada aos valores da acidez do tofu sem cobertura durante o período de armazenamento

FV	Acidez – Tofu sem cobertura					
	SQ	Gl	Fcal	valor-P	Ftab	R ²
Regressão	0.174707	1	28.95787	0.0003095	4,84	0.74
Resíduos	0.060331	10				
Total	0.235038	11				

NOTA - FV=fonte de variação; SQ=soma quadrática; gl=graus de liberdade; Fcal = F calculado; Ftab = F tabelado; R²=coeficiente de determinação.

Tabela 4 A - Análise de variância aplicada aos valores do pH do tofu cobertos com filmes de PVC, celulose bacteriana durante o período de armazenamento

FV	pH – Tofu com PVC						pH – Tofu com Celulose bacteriana					
	SQ	gl	Fcal	valor-P	Ftab	R ²	SQ	gl	Fcal	valor-P	Ftab	R ²
Regressão	0.072127	1	30.870992	0.372667	4,84	0,08	2.440056	1	46.40564	4.67E-05	4,84	0,82
Resíduos	0.828098	10					0.52581	10				
Total	0.900225	11					2.965867	11				

NOTA - FV=fonte de variação; SQ=soma quadrática; gl=graus de liberdade; Fcal = F calculado; Ftab = F tabelado; R²=coeficiente de determinação.

Tabela 4 B - Análise de variância aplicada aos valores do pH do tofu cobertos com filmes de celulose bacteriana em óleo essencial e PE durante o período de armazenamento

FV	pH – Tofu com Celulose bacteriana em óleo essencial						pH – Tofu com PE					
	SQ	gl	Fcal	valor-P	Ftab	R ²	SQ	gl	Fcal	valor-P	Ftab	R ²
Regressão	2.244835	1	78.60335	4.74E-06		0.88	0.878018	1	81.11154	4.11E-06	4,84	0.89
Resíduos	0.28559	10					0.108248	10				
Total	2.530425	11					0.986267	11				

NOTA - FV=fonte de variação; SQ=soma quadrática; gl=graus de liberdade; Fcal = F calculado; Ftab = F tabelado; R²=coeficiente de determinação.

Tabela 4 C - Análise de variância aplicada aos valores do pH do tofu sem cobertura durante o período de armazenamento

FV	pH – Tofu sem cobertura					
	SQ	gl	Fcal	valor-P	Ftab	R ²
Regressão	2.244835	1	78.60335	4.74E-06	4,84	0.88
Resíduos	0.28559	10				
Total	2.530425	11				

NOTA - FV=fonte de variação; SQ=soma quadrática; gl=graus de liberdade; Fcal = F calculado; Ftab = F tabelado; R²=coeficiente de determinação.

Tabela 5 A - Análise de variância aplicada aos valores de firmeza do tofu cobertos com filmes de PVC, celulose bacteriana durante o período de armazenamento

FV	Firmeza – Tofu com PVC						Firmeza – Tofu com Celulose bacteriana					
	SQ	gl	Fcal	valor-P	Fta b	R ²	SQ	G l	Fcal	valor-P	Fta b	R ²
Regressão	1.38045		26.43620	0.02951		0,3			25.74598	0.03750		0,3
	6	1	7	6	4,84	9	7.50101	1	6	2	4,84	6
Resíduos	2.14482	1					13.0543	1				
	9	0					5	0				
Total	3.52528	1					20.5553	1				
	5	1					6	1				

NOTA - FV=fonte de variação; SQ=soma quadrática; gl=graus de liberdade; Fcal = F calculado; Ftab = F tabelado; R²=coeficiente de determinação.

Tabela 5 B - Análise de variância aplicada aos valores de firmeza do tofu cobertos com filmes de celulose bacteriana em óleo essencial e PE durante o período de armazenamento

FV	Firmeza – Tofu com Celulose bacteriana em óleo essencial						Firmeza – Tofu com PE					
	SQ	gl	Fcal	valor-P	Ftab	R ²	SQ	gl	Fcal	valor-P	Ftab	R ²
Regressão	34936.21	1	32.804091	0.005026	4,84	0,56	0.009978	1	30.526228	0.484827	4,84	0,05
Resíduos	27285.2	10					0.189609	10				
Total	62221.4	11					0.199587	11				

NOTA - FV=fonte de variação; SQ=soma quadrática; gl=graus de liberdade; Fcal = F calculado; Ftab = F tabelado; R²=coeficiente de determinação.

Tabela 5 C - Análise de variância aplicada aos valores de firmeza do tofu sem cobertura durante o período de armazenamento

FV	Firmeza – Tofu sem cobertura					
	SQ	Gl	Fcal	valor-P	Ftab	R ²
Regressão	0.015524	1	30.439413	0.522391	4,84	0,04
Resíduos	0.35329	10				
Total	0.368814	11				

NOTA - FV=fonte de variação; SQ=soma quadrática; gl=graus de liberdade; Fcal = F calculado; Ftab = F tabelado; R²=coeficiente de determinação.

Tabela 6 A - Análise de variância aplicada aos valores da atividade de água do tofu cobertos com filmes de PVC, celulose bacteriana durante o período de armazenamento

FV	Aw – Tofu com PVC						Aw – Tofu com Celulose bacteriana					
	SQ	gl	Fcal	valor-P	Ftab	R ²	SQ	gl	Fcal	valor-P	Ftab	R ²
Regressão	0.000190	1	66.1260	1.02E-05	4,84	0,87	0.000412	1	110.3207	1.01E-06	4,84	0,92
Resíduos	2.88E-05	10					3.73E-05	10				
Total	0.000219	11					0.000449	11				

NOTA - FV=fonte de variação; SQ=soma quadrática; gl=graus de liberdade; Fcal = F calculado; Ftab = F tabelado; R²=coeficiente de determinação.

Tabela 6 B - Análise de variância aplicada aos valores da atividade de água do tofu cobertos com filmes de celulose bacteriana em óleo essencial e PE durante o período de armazenamento

FV	Aw – Tofu com Celulose bacteriana em óleo essencial						Aw – Tofu com PE					
	SQ	gl	Fcal	valor-P	Ftab	R ²	SQ	gl	Fcal	valor-P	Ftab	R ²
Regressão	4.08E-05	1	40.030671	0.853169	4,84	0.004	8.66E-05	1	58.622148	0.014878	4,84	0.46
Resíduos	0.011319	10					0.0001	10				
Total	0.011360	11					0.000187	11				

NOTA - FV=fonte de variação; SQ=soma quadrática; gl=graus de liberdade; Fcal = F calculado; Ftab = F tabelado; R²=coeficiente de determinação.

Tabela 6 C - Análise de variância aplicada aos valores da atividade de água do tofu sem cobertura durante o período de armazenamento

FV	Aw – Tofu sem cobertura					
	SQ	gl	Fcal	valor-P	Ftab	R ²
Regressão	0.000427	1	482.9205	8.53E-10	4,84	0.98
Resíduos	8.85E-06	10				
Total	0.000436	11				

NOTA - FV=fonte de variação; SQ=soma quadrática; gl=graus de liberdade; Fcal = F calculado; Ftab = F tabelado; R²=coeficiente de determinação.

Tabela 7 A - Análise de variância aplicada aos valores de contagem total de mesófilos aeróbios do tofu cobertos com filmes de PVC, celulose bacteriana durante o período de armazenamento

FV	Contagem T. de Mesófilos – Tofu com PVC						Contagem T. de Mesófilos – Tofu com Celulose bacteriana					
	SQ	gl	Fcal	valor-P	Ftab	R ²	SQ	Gl	Fcal	valor-P	Ftab	R ²
Regressão	1.03E+10	1	6.273683	0.129213	10,1	0,76	3.04E+09	1	2.480673	0.255931	10,1	0,55
Resíduos	3.28E+09	2					2.45E+09	2				
Total	1.36E+10	3					5.49E+09	3				

NOTA - FV=fonte de variação; SQ=soma quadrática; gl=graus de liberdade; Fcal = F calculado; Ftab = F tabelado; R²=coeficiente de determinação.

Tabela 7 B - Análise de variância aplicada aos valores de contagem total de mesófilos aeróbios do tofu cobertos com filmes de celulose bacteriana em óleo essencial e PE durante o período de armazenamento

FV	Contagem T. de Mesófilos – Tofu com Celulose bacteriana em óleo essencial						Contagem T. de Mesófilos – Tofu com PE					
	SQ	gl	Fcal	valor-P	Ftab	R ²	SQ	Gl	Fcal	valor-P	Ftab	R ²
Regressão	32077586	1	0.03944	0.860937	10,1	0,02	91456897	1	0.020014	0.900462	10,1	0,01
Resíduos	1.63E+09	2					9.14E+09	2				
Total	1.66E+09	3					9.23E+09	3				

NOTA - FV=fonte de variação; SQ=soma quadrática; gl=graus de liberdade; Fcal = F calculado; Ftab = F tabelado; R²=coeficiente de determinação.

Tabela 7 C - Análise de variância aplicada aos valores de contagem total de mesófilos aeróbios do tofu sem cobertura durante o período de armazenamento

FV	Contagem T. de Mesófilos – Tofu sem cobertura					
	SQ	gl	Fcal	valor-P	Ftab	R ²
Regressão	1.25E+10	1	70.40955	0.013907	10,1	0,97
Resíduos	3.54E+08	2				
Total	1.28E+10	3				

NOTA - FV=fonte de variação; SQ=soma quadrática; gl=graus de liberdade; Fcal = F calculado; Ftab = F tabelado; R²=coeficiente de determinação.

Tabela 8 A - Análise de variância aplicada aos valores de croma do tofu cobertos com filmes de PVC, celulose bacteriana durante o período de armazenamento

FV	Croma – Tofu com PVC						Croma – Tofu com Celulose bacteriana					
	SQ	gl	Fcal	valor-P	Fta b	R ²	SQ	G l	Fcal	valor-P	Fta b	R ²
Regressão	2.06293		29.20008	0.01260		0,4	285.826		35.6032	0.00013		0,7
	8	1	5	9	4,84	8	4	1	4	8	4,84	8
Resíduos	2.24230	1					80.2809	1				
	3	0					9	0				
Total	4.30524	1					366.107	1				
	1	1					3	1				

NOTA - FV=fonte de variação; SQ=soma quadrática; gl=graus de liberdade; Fcal = F calculado; Ftab = F tabelado; R²=coeficiente de determinação.

Tabela 8 B - Análise de variância aplicada aos valores de croma do tofu cobertos com filmes de celulose bacteriana em óleo essencial e PE durante o período de armazenamento

FV	Croma – Tofu com Celulose bacteriana em óleo essencial						Croma – Tofu com PE					
	SQ	gl	Fcal	valor-P	Ftab	R ²	SQ	gl	Fcal	valor-P	Ftab	R ²
Regressão	184.5353	1	31.0578	0.000236	4,84	0,76	0.12061	1	30.549348	0.475629	4,84	0,05
Resíduos	59.41676	10					2.19551	10				
Total	243.9521	11					2.31612	11				

NOTA - FV=fonte de variação; SQ=soma quadrática; gl=graus de liberdade; Fcal = F calculado; Ftab = F tabelado; R²=coeficiente de determinação.

Tabela 8 C - Análise de variância aplicada aos valores de croma do tofu sem cobertura durante o período de armazenamento

FV	Croma – Tofu sem cobertura					
	SQ	gl	Fcal	valor-P	Ftab	R ²
Regressão			3.342114	1	23.86309	0.000637
					4,84	0,70
Resíduos			1.400537	10		
Total			4.74265	11		

NOTA - FV=fonte de variação; SQ=soma quadrática; gl=graus de liberdade; Fcal = F calculado; Ftab = F tabelado; R²=coeficiente de determinação.

Tabela 9 A - Análise de variância aplicada aos valores de L do tofu cobertos com filmes de PVC, celulose bacteriana durante o período de armazenamento

FV	L – Tofu com PVC						L – Tofu com Celulose bacteriana					
	SQ	gl	Fcal	valor-P	Ftab	R ²	SQ	gl	Fcal	valor-P	Ftab	R ²
Regressão	5.244248	1	363.2965	3,43e-09	4,84	0,97	1286.402	1	64.67764	1,12e-05	4,84	0,87
Resíduos	0.144352	10					198.8945	10				
Total	5,3886	11					1485.297	11				

NOTA - FV=fonte de variação; SQ=soma quadrática; gl=graus de liberdade; Fcal = F calculado; Ftab = F tabelado; R²=coeficiente de determinação.

Tabela 9 B - Análise de variância aplicada aos valores de L do tofu cobertos com filmes de celulose bacteriana em óleo essencial e PE durante o período de armazenamento

FV	L – Tofu com Celulose bacteriana em óleo essencial						L – Tofu com PE					
	SQ	gl	Fcal	valor-P	Ftab	R ²	SQ	gl	Fcal	valor-P	Ftab	R ²
Regressão	643.552	1	1069.154	1,69e-11	4,84	0,99	24.55504	1	19.65309	0.001516	4,84	0.65
Resíduos	6.019262	10					13.16406	10				
Total	649.5713	11					37.7191	11				

NOTA - FV=fonte de variação; SQ=soma quadrática; gl=graus de liberdade; Fcal = F calculado; Ftab = F tabelado; R²=coeficiente de determinação.

Tabela 9 C - Análise de variância aplicada aos valores de L do tofu sem cobertura durante o período de armazenamento

FV	L – Tofu sem cobertura					
	SQ	gl	Fcal	valor-P	Ftab	R ²
Regressão	0.002028	1	21.103604	0.318201	4,84	0.10
Resíduos	0.018372	10				
Total	0.0204	11				

NOTA - FV=fonte de variação; SQ=soma quadrática; gl=graus de liberdade; Fcal = F calculado; Ftab = F tabelado; R²=coeficiente de determinação.

Tabela 10 A - Análise de variância aplicada aos valores de a* do tofu cobertos com filmes de PVC, celulose bacteriana durante o período de armazenamento

FV	a* – Tofu com PVC						a* – Tofu com Celulose bacteriana					
	SQ	gl	Fcal	valor-P	Ftab	R ²	SQ	gl	Fcal	valor-P	Ftab	R ²
Regressão	0.122531	1	24.87747	0.00317	4,84	0,60	99.253512	1	22.027466	0.00085	4,84	0,69
Resíduos	0.08236	10					45.058978	10				
Total	0.204892	11					144.31249	11				

NOTA - FV=fonte de variação; SQ=soma quadrática; gl=graus de liberdade; Fcal = F calculado; Ftab = F tabelado; R²= coeficiente de determinação.

Tabela 10 B - Análise de variância aplicada aos valores de a* do tofu cobertos com filmes de celulose bacteriana em óleo essencial e PE durante o período de armazenamento

FV	a* – Tofu com Celulose bacteriana em óleo essencial						a* – Tofu com PE					
	SQ	gl	Fcal	valor-P	Ftab	R ²	SQ	gl	Fcal	valor-P	Ftab	R ²
Regressão	18.72797	1	41.314214	7.56E-05	4,84	0.80	24.55504	1	28.059991	0.001516	4,84	0.05
Resíduos	4.533057	10					13.16406	10				
Total	23.26103	11					37.7191	11				

NOTA - FV=fonte de variação; SQ=soma quadrática; gl=graus de liberdade; Fcal = F calculado; Ftab = F tabelado; R²= coeficiente de determinação.

Tabela 10 C - Análise de variância aplicada aos valores de a* do tofu sem cobertura durante o período de armazenamento

FV	a* – Tofu sem cobertura					
	SQ	gl	Fcal	valor-P	Ftab	R ²
Regressão	1.321931	1	191.449267	7.58E-08	4,84	0.95
Resíduos	0.070094	10				
Total	1.412025	11				

NOTA - FV=fonte de variação; SQ=soma quadrática; gl=graus de liberdade; Fcal = F calculado; Ftab = F tabelado; R²= coeficiente de determinação.

Tabela 11 A - Análise de variância aplicada aos valores de b* do tofu cobertos com filmes de PVC, celulose bacteriana durante o período de armazenamento

FV	b* – Tofu com PVC						b* – Tofu com Celulose bacteriana					
	SQ	gl	Fcal	valor-P	Fta b	R ²	SQ	G l	Fcal	valor-P	Fta b	R ²
Regressão	1.07370		25.29930	0.04410		0,3			35.3048	0.00014		0,7
	4	1	6	2	4,84	5	232.685	1	6	3	4,84	8
Resíduos	2.02612	1					65.9073	1				
	1	0					6	0				
Total		1					298.592	1				
	3.99825	1					4	1				

NOTA - FV=fonte de variação; SQ=soma quadrática; gl=graus de liberdade; Fcal = F calculado; Ftab = F tabelado; R²=coeficiente de determinação.

Tabela 11 B - Análise de variância aplicada aos valores de b* do tofu cobertos com filmes de celulose bacteriana em óleo essencial e PE durante o período de armazenamento

FV	b* – Tofu com Celulose bacteriana em óleo essencial						b* – Tofu com PE					
	SQ	gl	Fcal	valor-P	Ftab	R ²	SQ	gl	Fcal	valor-P	Ftab	R ²
Regressão	163.304	1	28.88985	0.000312	4,84	0,74	0.410352	1	23.053503	0.111142	4,84	0,23
Resíduos	56.52642	10					1.343873	10				
Total	219.8304	11					1.754225	11				

NOTA - FV=fonte de variação; SQ=soma quadrática; gl=graus de liberdade; Fcal = F calculado; Ftab = F tabelado; R²=coeficiente de determinação.

Tabela 11 C - Análise de variância aplicada aos valores de b* do tofu sem cobertura durante o período de armazenamento

FV	b* – Tofu sem cobertura						
	SQ	gl	Fcal	valor-P	Ftab	R ²	
Regressão		2.201674	1	57.05398	1.94E-05	4,84	0,85
Resíduos		0.38583	10				
Total		2.587567	11				

NOTA - FV=fonte de variação; SQ=soma quadrática; gl=graus de liberdade; Fcal = F calculado; Ftab = F tabelado; R²=coeficiente de determinação.

Tabela 12 A - Análise de variância aplicada aos valores da umidade do tofu cobertos com filmes de PVC, celulose bacteriana durante o período de armazenamento

FV	Umidade – Tofu com PVC						Umidade – Tofu com Celulose bacteriana					
	SQ	Gl	Fcal	valor-P	F _{ta} b	R ²	SQ	g l	Fcal	valor-P	F _{tab}	R ²
Regressão	0.00504		23.4851		5,5					2.1E-		
	7	1	3	0.002863	9	0,80	0.082201	1	312.9381	06	5,59	0,98
Resíduos	0.00128											
	9	6					0.001576	6				
Total	0.00633											
	7	7					0.083777	7				

NOTA - FV=fonte de variação; SQ=soma quadrática; gl=graus de liberdade; Fcal = F calculado; F_{tab} = F tabelado; R²=coeficiente de determinação.

Tabela 12 B - Análise de variância aplicada aos valores da umidade do tofu cobertos com filmes de celulose bacteriana em óleo essencial e PE durante o período de armazenamento

FV	Umidade – Tofu com Celulose bacteriana em óleo essencial						Umidade – Tofu com PE					
	SQ	gl	Fcal	valor-P	F _{tab}	R ²	SQ	gl	Fcal	valor-P	F _{tab}	R ²
Regressão				1.04E-								
	0.098612	1	861.7151	07	5,59	0,99	0.007422	1	22.26459	0.004622	5,59	0,76
Resíduos	0.000687	6					0.002312	6				
Total	0.099299	7					0.009733	7				

NOTA - FV=fonte de variação; SQ=soma quadrática; gl=graus de liberdade; Fcal = F calculado; F_{tab} = F tabelado; R²=coeficiente de determinação.

Tabela 12 C - Análise de variância aplicada aos valores da umidade do tofu sem cobertura durante o período de armazenamento

FV	Umidade – Tofu sem cobertura					
	SQ	gl	Fcal	valor-P	F _{tab}	R ²
Regressão						
	0.022423	1	24.5153	0.008865	5,59	0,71
Resíduos	0.009269	6				
Total	0.031691	7				

NOTA - FV=fonte de variação; SQ=soma quadrática; gl=graus de liberdade; Fcal = F calculado; F_{tab} = F tabelado; R²=coeficiente de determinação.