

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JULIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CÂMPUS DE BOTUCATU

**“APERFEIÇOAMENTO DO PROCESSO DE FERMENTAÇÃO
LÁTICA EM DIFERENTES HORTALIÇAS E AVALIAÇÃO
DE ASPECTOS ECONÔMICOS E ENERGÉTICOS”**

CRISTIANO LIMA GOLDONI

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências
Agronômicas da Unesp - Câmpus de Botucatu,
para obtenção do título de Mestre em Agronomia
- Área de Concentração em Energia na
Agricultura.

BOTUCATU-SP
Junho - 2004

Aos meus pais Fátima Helena e José Santo, pelo incentivo, exemplo de vida e também pela confiança em mim depositada ao longo desta jornada.

A minha futura esposa Simone, pelo apoio, compreensão e incentivo.

Dedico

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Ismael Antonio Bonassi do Departamento de Gestão e Tecnologia – F.C.A./UNESP – Câmpus de Botucatu, pela orientação, apoio e amizade.

A Profa. Dra. Regina Marta Evangelista do Departamento de Gestão e Tecnologia – F.C.A./UNESP – Câmpus de Botucatu, pela co-orientação e apoio na realização dos ensaios de processamento mínimo.

Ao Prof. Dr. José Santo Goldoni do Departamento de Gestão e Tecnologia – F.C.A./UNESP – Câmpus de Botucatu, pela colaboração e apoio na realização dos ensaios de fermentação láctica..

A Profa. Dra. Maura Seiko T. Esperancini do Departamento de Gestão e Tecnologia – F.C.A./UNESP – Câmpus de Botucatu, pela colaboração e apoio na realização das análises econômicas.

Ao Prof. Dr. Roberto de Oliveira Roça do Departamento de Gestão e Tecnologia – F.C.A./UNESP – Câmpus de Botucatu, pela colaboração e apoio na realização das análises sensoriais.

Ao Profs. Drs. Odivaldo José Seraphim e Nelson Miguel Texeira do Departamento de Engenharia Rural – F.C.A./UNESP – Câmpus de Botucatu e aos colegas de curso Jair e João, pela colaboração e apoio na determinação do consumo de energia elétrica dos equipamentos utilizados para a realização deste trabalho.

Ao Dr. Wilson Roberto de Jesus do Centro de Informática na Agricultura - F.C.A./UNESP – Câmpus de Botucatu, pela colaboração e apoio na realização das análises estatísticas.

A Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), pela bolsa de Mestrado concedida.

A Christian Hansen's Industria e Comercio Ltda., pela cultura láctica cedida para realização dos ensaios de fermentação láctica.

A Faculdade de Ciências Agronômicas / UNESP – Câmpus de Botucatu pela oportunidade recebida.

A Coordenação do Curso de Pós-Graduação em Agronomia área de Concentração em “Energia na Agricultura” – F.C.A./UNESP – Câmpus de Botucatu pela oportunidade recebida.

Aos funcionários do Departamento de Gestão e Tecnologia Agroindustrial – F.C.A./UNESP – Câmpus de Botucatu: Wilson, Marta, Edson, Odaléia, Maria Cecília, Nilton, Márcia, Francisco, João, Marcos, Anselmo, Eduardo José e Mário pelo auxílio e companheirismo.

A Diretora, bibliotecárias e demais funcionários da Biblioteca “Paulo de Carvalho Mattos” F.C.A./UNESP – Câmpus de Botucatu, pela atenção e por todos os serviços que prestaram.

As funcionárias da Seção de Pós-Graduação – F.C.A./UNESP – Câmpus de Botucatu, pela atenção e por todos os serviços que prestaram.

As funcionárias da Seção Técnica Acadêmica – F.C.A./UNESP – Câmpus de Botucatu, pela atenção e por todos os serviços que prestaram.

A todos que de maneira direta ou indireta colaboraram para realização deste trabalho.

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE TABELAS.....	VIII
LISTA DE FIGURAS.....	XI
RESUMO	1
SUMMARY	3
1. INTRODUÇÃO.....	5
2. OBJETIVOS	8
3. REVISÃO DA LITERATURA	9
3.1. Aspectos Gerais.....	9
3.2. Redução da Deterioração.....	13
3.3. Processamento Mínimo de Hortaliças.....	17
4. MATERIAL E MÉTODOS	19
4.1. Matéria-Prima.....	19
4.2. Cultura Pura de <i>Lactobacillus plantarum</i>	19
4.3.. Processo de Fermentação Lática.....	20
4.4. Tratamentos do Experimento.....	21
4.5. Determinação da Acidez e do pH.....	22
4.6. Análises Microbiológicas.....	22

Página

4.7. Preparo do Pickles em Vinagre.....	23
4.7.1. Com a matéria-prima fermentada	23
4.7.2. Com a matéria-prima “in natura”	23
4.8. Avaliação Sensorial.....	23
4.9. Métodos Estatísticos.....	24
4.10. Aspectos Econômicos e Energéticos.....	24
4.10.1. Avaliação do custo do processo de fermentação láctica em diferentes hortaliças.....	24
4.10.2. Armazenamento refrigerado comum em diferentes hortaliças e o consumo de energia.....	25
5. RESULTADOS	29
5.1. Avaliação do Inóculo - Cultura pura de <i>Lactobacillus plantarum</i>	29
5.2. Acidez, pH e Tempo de Fermentação.....	29
5.2.1. Couve -Flor.....	32
5.2.2. Feijão-Vagem.....	37
5.3. Análises Microbiológicas.....	43
5.3.1. Contagem de Bactérias Lácticas.....	45
5.3.2. Contagem de Bactérias do Gênero <i>Leuconostoc</i>	49
5.3.3. Contagem de Leveduras.....	51
5.4. Avaliação Sensorial.....	54
5.4.1. Couve-Flor.....	54
5.4.2. Feijão-Vagem.....	55
5.5. Aspectos Econômicos e Energéticos.....	57
5.5.1. Cálculo do custo do processo de fermentação láctica em diferentes hortaliças.....	57
5.5.1.1. Couve-Flor.....	58
5.5.1.2. Feijão-Vagem.....	61

Página

5.5.2. Armazenamento refrigerado comum em diferentes hortaliças e o consumo de energia.....	64
5.5.2.1. Couve-Flor.....	65
5.5.2.2. Feijão-Vagem.....	68
6. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.....	72
6.1. Ensaio de Fermentação Lática.....	72
6.2. Avaliação do custo do processo de fermentação láctica em diferentes hortaliças.....	77
6.3. Ensaio de Processamento Mínimo.....	78
6.4. Estudo Comparativo do Consumo de Energia Elétrica: Fermentação Láctica x Processamento Mínimo.....	80
7. CONCLUSÕES.....	82
8. LITERATURA CITADA.....	84
9. APÊNDICE	93

LISTA DE TABELAS

	Página
Tabela 1 - Acidez expressa em porcentagem de ácido láctico e pH da salmoura no decorrer das fermentações com couve-flor	32
Tabela 2 – Acidez expressa em porcentagem de ácido láctico e pH da matéria-prima no decorrer das fermentações com couve-flor	35
Tabela 3 – Acidez expressa em porcentagem de ácido láctico e pH da salmoura no decorrer das fermentações com feijão-vagem	38
Tabela 4 - Acidez expressa em porcentagem de ácido láctico e pH da matéria-prima no decorrer das fermentações com feijão-vagem	41
Tabela 5 - Contagem bactérias lácticas (Log U.F.C./ml de salmoura) durante a fermentação láctica de couve-flor	45
Tabela 6 - Contagem bactérias lácticas (Log U.F.C./ml de salmoura) durante a fermentação láctica de feijão-vagem	47
Tabela 7 - Contagem de bactérias do gênero <i>Leuconostoc</i> (Log U.F.C./ml de salmoura) durante a fermentação láctica de couve-flor	49
Tabela 8 - Contagem de bactérias do gênero <i>Leuconostoc</i> (Log U.F.C./ml de salmoura) durante a fermentação láctica de feijão-vagem	50
Tabela 9 - Contagem de leveduras (Log U.F.C./ml de salmoura) durante a fermentação láctica de couve-flor	51

Página

Tabela 10 - Contagem de leveduras (Log U.F.C./ml de salmoura) durante a Fermentação láctica de feijão-vagem	52
Tabela 11 - Avaliação sensorial dos pickles de couve-flor, elaborados com a matéria-prima fermentada e não fermentada	55
Tabela 12 - Avaliação sensorial dos pickles de feijão-vagem, elaborados com a matéria-prima fermentada e não fermentada	66
Tabela 13 - Cálculo do custo unitário para o processamento de 570 g de pickles de couve-flor, no Tratamento Testemunha/Controle.....	58
Tabela 14 - Cálculo do custo unitário para o processamento de 570 g de pickles de couve-flor, no Tratamento com Adição de Inóculo Comercial.....	59
Tabela 15 – Cálculo do custo unitário para o processamento de 570 g de pickles de couve-flor, no Tratamento com Adição de Inóculo Comercial + Adição de Ácido Lático....	60
Tabela 16 – Cálculo do custo unitário para o processamento de 570 g de pickles de feijão-vagem, no Tratamento Testemunha/Controle.....	61
Tabela 17 – Cálculo do custo unitário para o processamento de 570 g de pickles de feijão-vagem, no Tratamento com Adição de Inóculo Comercial.....	62
Tabela 18 – Cálculo do custo unitário para o processamento de 570 g de pickles de feijão-vagem, no Tratamento com Adição de Inóculo Comercial + Adição de Ácido Lático.....	63

Página

Tabela 19 - Perda de massa em relação a massa inicial (%), de couve-flor minimamente processada.	66
Tabela 20 - “Vida de Prateleira” de couve-flor minimamente processada.	66
Tabela 21 - Consumo de energia elétrica expressa em KWh, para o armazenamento de 250 g de couve-flor minimamente processada.	67
Tabela 22 - Custo do armazenamento refrigerado de couve-flor minimamente processada expresso em R\$ / 250 g de produto.	67
Tabela 23 - Custo para o processamento mínimo de couve-flor expresso em R\$ / 250 g de produto.	68
Tabela 24 - Perda de massa em relação a massa inicial (em %), de feijão-vagem minimamente processado.....	69
Tabela 25 - “Vida de Prateleira” de feijão-vagem minimamente processado.	70
Tabela 26 - Consumo de energia expressa em KWh, para o armazenamento de 250 g de feijão-vagem minimamente processado.....	70
Tabela 27- Custo do armazenamento refrigerado de feijão-vagem minimamente processado expresso em R\$ / 250 g de produto.	70
Tabela 28 - Custo para o processamento mínimo de feijão-vagem expresso em R\$ / 250 g de produto.	71

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1 – Variação da acidez expressa em porcentagem de ácido láctico e pH da salmoura no decorrer das fermentações com couve-flor no Tratamento Controle	33
Figura 2 - Variação da acidez expressa em porcentagem de ácido láctico e pH da salmoura no decorrer das fermentações com couve-flor no Tratamento com Adição de Inóculo Comercial	33
Figura 3 - Variação da acidez expressa em porcentagem de ácido láctico e pH da salmoura no decorrer das fermentações com couve-flor no Tratamento com Adição de Inóculo Comercial + Adição de Ácido Láctico	34
Figura 4 - Variação da acidez expressa em porcentagem de ácido láctico e pH da matéria-prima no decorrer das fermentações com couve-flor no Tratamento Controle.....	36
Figura 5 - Variação da acidez expressa em porcentagem de ácido láctico e pH da matéria-prima no decorrer das fermentações com couve-flor no Tratamento com Adição de Inoculo Comercial	36
Figura 6 - Variação da acidez expressa em porcentagem de ácido láctico e pH da matéria-prima no decorrer das fermentações com couve-flor no Tratamento com Adição de Inóculo Comercial + Adição de Ácido Láctico	37
Figura 7 - Variação da acidez expressa em porcentagem de ácido láctico e pH da salmoura no decorrer das fermentações com feijão-vagem no Tratamento Controle	39

Página

Figura 8 - Variação da acidez expressa em porcentagem de ácido láctico e pH da salmoura no decorrer das fermentações com feijão-vagem no Tratamento com Adição de Inóculo Comercial	39
Figura 9 - Variação da acidez expressa em porcentagem de ácido láctico e pH da salmoura no decorrer das fermentações com feijão-vagem no Tratamento com Adição de Inóculo Comercial + Adição de Ácido Láctico	40
Figura 10 - Variação da acidez expressa em porcentagem de ácido láctico e pH da matéria-prima no decorrer das fermentações com feijão-vagem no Tratamento Controle.....	42
Figura 11 - Variação da acidez expressa em porcentagem de ácido láctico e pH da matéria-prima no decorrer das fermentações com feijão-vagem no Tratamento com Adição de Inóculo Comercial	42
Figura 12 - Variação da acidez expressa em porcentagem de ácido láctico e pH da matéria-prima no decorrer das fermentações com feijão-vagem no Tratamento com Adição de Inóculo Comercial + Adição de Ácido Láctico	43
Figura 13 - Representação gráfica da contagem bactérias lácticas (Log U.F.C./ml de salmoura) durante a fermentação láctica de couve-flor	46
Figura 14- Representação gráfica da contagem de bactérias lácticas (Log U.F.C./ml de salmoura) durante a fermentação láctica de feijão-vagem	48

Página

Figura 15 - Representação gráfica da contagem de bactérias do gênero <i>Leuconostoc</i> (Log U.F.C./ml de salmoura) durante a fermentação láctica de couve-flor	49
Figura 16- Representação gráfica da contagem de bactérias do gênero <i>Leuconostoc</i> (Log U.F.C./ml de salmoura) durante fermentação láctica de feijão-vagem	50
Figura 17 - Representação gráfica da contagem de leveduras (Log U.F.C./ml de salmoura) durante a fermentação láctica de couve-flor	51
Figura 18 - Representação gráfica da contagem de leveduras (Log U.F.C./ml de salmoura) durante a fermentação láctica de feijão-vagem	52
Figura 19 - Fluxograma básico para o processamento mínimo de vegetais.....	98

RESUMO

No presente trabalho estudou-se o comportamento das hortaliças couve-flor e feijão-vagem, submetidas ao processo de fermentação láctica controlada sob temperatura de 20 °C (variação de $\pm 0,5$ °C). O experimento constituiu-se de três ensaios de fermentação para cada uma das hortaliças: Tratamento Controle (Testemunha), Tratamento com Adição de Inóculo Comercial e Tratamento com Adição de Inóculo Comercial + Adição de Ácido Láctico. O monitoramento das fermentações foi realizado por meio de análises químicas, físicas, físico-químicas e microbiológicas, no decorrer e no final do processo fermentativo. Para a avaliação sensorial foram elaborados pickles em vinagre de vinho branco condimentado, utilizando-se dos produtos fermentados e a matéria-prima “in natura”. A pesquisa foi complementada com o estudo do gasto de energia elétrica e do custo de elaboração dos produtos fermentados, considerando-se o processamento em laboratório; e foi determinado o consumo de energia e sua racionalização, comparando-se com o armazenamento refrigerado (processamento mínimo) das diferentes hortaliças em estudo.

Os resultados obtidos através das análises químicas, físico-químicas e microbiológicas, permitiram verificar que as fermentações transcorreram normalmente, obtendo-se produtos com características desejáveis, ou seja, de alimento fermentado e produzidos com as condições tecnológicas para se apresentarem seguros, em relação aos aspectos de conservação e de saúde pública. Para ambas as hortaliças estudadas (couve-flor e

feijão-vagem), os tratamentos em que houve Adição de Inóculo Comercial, resultaram em produtos com níveis mais elevados de acidez. Para couve-flor a maior acidez foi desenvolvida no tratamento com Adição de Inóculo Comercial; e para feijão-vagem, no tratamento com Adição de Inóculo Comercial + Adição de Ácido Lático. Quanto ao tempo de fermentação, para ambas as hortaliças estudadas (couve-flor e feijão-vagem), os tratamentos empregados parecem não ter exercido influência, exceção é feita ao tratamento Testemunha/Controle para a fermentação de couve-flor. O tempo de fermentação foi de 28 dias no tratamento com Adição de Inóculo Comercial e no tratamento com Adição de Inóculo Comercial + Adição de Ácido Lático, e de 16 dias para o Tratamento Testemunha/Controle. Para a hortaliça feijão-vagem o tempo de fermentação foi de 21 dias para todos os tratamentos efetuados. Os resultados obtidos para a avaliação sensorial dos picles elaborados com as hortaliças couve-flor e feijão-vagem, demonstraram que os picles elaborados com a matéria prima fermentada se apresentaram de qualidade superior aos elaborados com a matéria prima não fermentada.

Os resultados econômicos demonstraram não haver diferença significativa de custo entre os tratamentos de fermentação láctica efetuados para as duas hortaliças estudadas, e demonstraram, que os itens que mais encareceram o custo de processamento dos produtos fermentados foram a embalagem e a matéria-prima. Já para os produtos minimamente processados o item que mais elevou o custo de processamento foi a matéria-prima. Quanto ao consumo de energia elétrica, os ensaios com fermentação láctica demonstraram uma grande economia de energia, uma vez que os produtos fermentados não necessitam de armazenamento refrigerado para sua conservação e também possuem uma longa “vida de prateleira” (12 a 24 meses), se comparado com o processamento mínimo, que é de 12 e 30 dias, respectivamente, para feijão-vagem e couve-flor.

Palavras-Chave: Couve-flor, feijão-vagem, bactérias lácticas, biotecnologia, processamento mínimo, picles.

IMPROVEMENT OF LACTIC ACID FERMENTATION PROCESS ON DIFFERENTS VEGETABLES AND EVALUATION OF ECONOMIC AND ENERGETIC ASPECTS. Botucatu, 2004. 100f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Energia na Agricultura) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista.

Author: CRISTIANO LIMA GOLDONI

Adviser: PROF. DR. ISMAEL ANTONIO BONASSI

SUMMARY

In the present work it was studied the behavior of the vegetables cauliflower and snap-bean, submitted to the process of controlled lactic acid fermentation under temperature of 20 °C (variation of $\pm 0,5$ °C). The experiment was constituted for three trials of fermentation process for each one of the vegetables: Control Treatment (test) with Addition of Starter (*Lactobacillus plantarum*) and with Addition of Starter (*L. plantarum*) + Lactic Acid. The monitoring of the fermentations was accomplished through chemical, physical, physical-chemical and microbiological analyses, during and at the end of the fermentation process. Using the fermented products and raw vegetable, pickles were elaborated in spiced white vinegar for the purpose of sensorial evaluation. Parallely, the research was complemented with the study of the expense of electric energy and the elaboration cost of the fermented products, being considered the processing in laboratory; and also, it was verified of the consumption of energy and its rationalization, being compared with the refrigerated storage (minimum processing) of the different vegetables in study.

The obtained results through the chemical, physical-chemical and microbiological analyses, allowed to verify that the fermentations usually elapsed, being obtained products with desirable characteristics, that is to say, of fermented food and produced with the technological conditions for they came safe, in relation to the conservation aspects and of public health. For both studied vegetables (cauliflower and snap-bean), the treatments in that there were Addition of Starter, they resulted in products with a higher acidity levels. For cauliflower the greatest acidity was developed in the treatment with Addition of Starter;

and for snap-bean, in the treatment with Addition of Starter + Lactic Acid. With relationship at the time of fermentation for both studied vegetables (cauliflower and snap-bean), the employed treatments seems to have exercised no any influence, exception it is made to the Control Treatment (test) for the cauliflower fermentation. This, was of 28 days in the treatment with Addition of Starter and in the treatment with Addition of Starter + Lactic Acid, and of 16 days for the Control Treatment (test) for the vegetable cauliflower, already for the vegetable snap-bean the time of fermentation was 21 days for all the made treatments. The results of sensorial evaluation of elaborated pickles with the vegetables cauliflower and snap-bean, showed that the pickles elaborated with fermented raw material had higher quality than those elaborated with no fermented raw material.

The economic results showed there is no bigger cost difference among the treatments of lactic acid fermentation for both of the vegetables studied, and they demonstrated, that the packaging and the raw material became more expensive the processing cost of fermented products. For those minimum processed only the raw material it was response to became more expensive the processing cost. About electric energy rationalization, the experiments with lactic acid fermentation showed higher economy of energy, once the fermented products don't need refrigerated storage for it's conservation. Also the shelf-life (12 to 24 months) of the fermented products and the elaborated pickles is higher in comparing with the products minimum processing, that is 12 and 30 days, respectively, for snap-bean and cauliflower.

Keywords: Cauliflower, snap-bean, lactic acid bacteria, biotechnology, minimum processing, pickles.

1. INTRODUÇÃO

Um dos métodos de preservação dos alimentos é o uso de conservantes. Alguns conservantes são condimentares ou culinários tais como: açúcar, sal, álcool, vinagre, ácidos orgânicos, mostarda, alho, cravo, entre outros. Além de agirem como condimentos, possuem certo poder germicida, fungistático e anti-fermentativo. Outros conservantes são químicos não condimentares, como: benzoato de sódio, ácido sórbico, ácido bórico, anidrido sulfuroso e tocoferóis. Dentro dessa classificação encontram-se os conservantes desenvolvidos, isto é, aqueles que se formam durante o processamento do alimento, por meio de fermentações, e que servem para uma ou mais finalidades: produzir sabores e características físicas novas desejáveis, isto é, um alimento diferente, e ajudar na conservação dos alimentos (GOLDONI, 2001b).

Segundo Benevides e Furtunato (1998), a preservação de alimentos pela acidificação é um procedimento muito antigo. Os ácidos atuam sob diferentes formas no processamento de alimentos, além de contribuírem para melhorar a qualidade degustativa e estimular o consumo. Têm sido utilizados como agentes saborizantes, como tampões no controle do pH, como conservantes na prevenção do crescimento de microrganismos e da germinação de esporos, como sinergistas aos antioxidantes, na preservação do rancidez e do escurecimento, entre outros. Portanto, os ácidos servem como conservantes para o alimento, podendo proporcionar uma vida de prateleira mais longa.

A fermentação láctica é utilizada na conservação de alimentos, como meio exclusivo de preservação ou como tratamento preliminar para o preparo de pickles em vinagre. Pickles, azeitona e chucrute são os mais importantes produtos de origem vegetal em que a fermentação láctica toma parte. Esta é pouco difundida no Brasil, limitando-se à preparações caseiras e a diminutas produções industriais em regiões de nítida influência européia. A maioria das firmas especializadas na fabricação de pickles, utiliza-se do método em que nenhum tipo de fermentação se desenvolve. Os pickles são obtidos pela imersão de hortaliças em vinagre condimentado, tendo como tratamento preliminar apenas branqueamento. O pickle preparado com matéria-prima fermentada, possui sabor agradável e é reputado de qualidade superior a do que é normalmente encontrado no mercado.

O valor nutritivo dos alimentos fermentados é muito pouco alterado e compara-se aos demais métodos de preservação. Ocorrem pequenas mudanças no valor energético, minerais e vitaminas. Em várias circunstâncias, os níveis nutricionais são aumentados devido à presença de leveduras. Dessa forma, os alimentos fermentados fornecem muitas das qualidades nutritivas das hortaliças frescas. As características de sabor, aroma e textura das hortaliças fermentadas dependem não somente da sua própria natureza como também das mudanças resultantes da atividade das enzimas microbianas, das enzimas próprias do alimento, e das interações que ocorrem durante a fermentação e a subsequente cura e envelhecimento. Como ocorrem muitas mudanças durante a fermentação, é evidente que grandes variações podem ser obtidas no produto final, com possibilidade de muitos dos produtos serem de qualidade inferior. Isso pode ser evitado controlando a fermentação com técnicas adequadas.

Algumas modificações têm sido propostas com o passar dos anos; porém, o processo básico permanece, na sua essência, inalterado. O sucesso da aplicação da biotecnologia moderna para a fermentação natural de alimentos, dependerá dos avanços em quatro áreas prioritárias: a) conhecimento mais profundo e entendimento do processo fermentativo; b) aperfeiçoamento do processo; c) aumento da utilização desses processos e d) intensificação na formação de profissionais especializados.

Considerando a escassez de pesquisas pertinentes ao assunto, iniciou-se no antigo Departamento de Tecnologia dos Produtos Agropecuários da F.C.A. Botucatu – UNESP (atual Departamento de Gestão e Tecnologia Agroindustrial), o desenvolvimento de

uma linha de pesquisa com fermentação láctica de hortaliças, para a obtenção de dados específicos relacionados às espécies e variedades encontradas no país. Inclusive, já foram realizados estudos e publicados diversos trabalhos empregando-se diferentes hortaliças como matéria prima: cenoura, chuchu, couve-flor, pepino, repolho e vagem. No entanto, o assunto ainda requer a obtenção de mais informações e outras pesquisas devem ser realizadas para se chegar à conclusões mais evidentes, principalmente, trabalhos com acidificação inicial da salmoura de fermentação, adição de “Starters” e fermentação em temperatura controlada.

Assim sendo, objetivou-se a realização de estudos sobre conservação de diferentes hortaliças por meio do processo de fermentação láctica. Para otimização do processo, considerado de baixo custo, foram realizados trabalhos com a adição de inóculo comercial (Starters), acidificação inicial da salmoura e emprego de temperatura controlada para o desenvolvimento do processo fermentativo. Também, a pesquisa foi complementada com o estudo do consumo de energia e do custo de processamento na elaboração dos produtos fermentados, considerando-se o processamento em laboratório; e foi determinado o consumo de energia e sua otimização, comparando-se com o armazenamento refrigerado das diferentes hortaliças em estudo. Dessa forma, através da biotecnologia moderna para a fermentação de alimentos, visou-se o aperfeiçoamento do processo fermentativo e, conseqüentemente, a melhoria das qualidades organolépticas e nutritivas e também a conservação de energia.

2. OBJETIVOS

Os principais objetivos deste trabalho foram:

- Aproveitamento do excesso de safra de hortaliças para reduzir as perdas, através de um processo de preservação considerado de baixo custo.
- Controlar o processo fermentativo através da acidificação inicial da salmoura e adição de inóculo comercial e redução do tempo de fermentação.
- Obtenção de produtos uniformes e de boa qualidade; bem como seguros do ponto de vista de conservação e de saúde pública.
- Averiguação do consumo de energia, e a sua racionalização, comparando-se com o armazenamento refrigerado (processamento mínimo de hortaliças).

3. REVISÃO DA LITERATURA

3.1. Aspectos Gerais

O mercado mundial para os produtos alimentícios oriundos de biotecnologia tradicional, tem sido estimado em US\$ 250 bilhões/ano; sendo que o volume de alimentos fermentados varia entre 20 e 40% do suprimento alimentar mundial (KNORR, 1995). O consumo dos mesmos teve um aumento significativo a partir de 1970, em razão de serem considerados alimentos naturais, saudáveis, nutritivos e seguros do ponto de vista de conservação e de saúde pública (HANSEN, 2002).

Segundo Goldoni (2001b) não existem dados que relatem o consumo mundial de hortaliças fermentadas. Entretanto desde 1931, o aumento de consumo de pickles nos Estados Unidos tem excedido o consumo de outros alimentos. A partir de 1955, o aumento de consumo tem sido da ordem de 100%, sendo que na década de 1930 o consumo “per capita” que era da ordem de 1,2 kg passou, em 1971, para 3,6 kg. Atualmente considerando apenas o pickles de pepino, o consumo “per capita” é da ordem de 3,7 kg/ano.

Nos Estados Unidos a elaboração de pickles, “relishes” e condimentos é uma das indústrias de alimentos de maior importância. Nesse país, a área de plantação de pepino para fabricação de pickles é quatro vezes superior à área de plantação de outras hortaliças que se destinam ao processamento, totalizando 550.000 toneladas de pepino fresco,

numa área cultivada equivalente a 47.000 ha. A grande distribuição geográfica da produção comercial de pepinos para pickles tem sido responsável pelo desenvolvimento e plantação de inúmeras variedades. Posteriormente, as grandes diferenças na qualidade dos pickles elaborados favoreceram a criação de muitas cultivares de pepino. Atualmente, aproximadamente, 80% do total da produção é colocada em salmoura no momento da colheita, feita a cura por fermentação, e armazenamento para posterior aproveitamento na elaboração de pickles. Os 20% restantes são processados sem a concorrência da fermentação (KNORR, 1995).

Além do pepino, outros produtos agrícolas podem ser empregados como matéria-prima no preparo de pickles fermentados, quer sejam hortaliças, frutas ou cereais. Assim, dentre eles citam-se: cebola, cenoura, couve-flor, pimentão-doce, alcachofra, tomate verde, beterraba, nabo, brócolis, vagem, chuchu, milho e as frutas: pêssago, figo, pêra, abricó, melão, melancia, morango, groselha e outras similares (GOLDONI, 2001b).

As fermentações dos alimentos servem para uma ou mais das seguintes finalidades: produzir sabores e características físicas novas e desejáveis, isto é, um alimento diferente, e ajudar na conservação do alimento. Quase todos os conservantes produzidos por ação microbiana são álcool e ácidos, predominando o láctico (GOLDONI, 1977).

Os estudos sobre fermentação láctica de hortaliças e azeitonas, demonstraram que os grupos de microrganismos mais ativos que ocorrem durante o processo são: enterobactérias, bactérias lácticas e leveduras. Desses, o segundo grupo é considerado de maior importância, por ser o produtor de ácido láctico, que juntamente com o sal empregado na fermentação, são os responsáveis pela conservação do produto. As enterobactérias aparecem no início da fermentação e tendem a desaparecer no final do processo. As leveduras são mais comumente encontradas no término da fermentação e aquelas superficiais ou oxidativas, se presentes, metabolizam o ácido láctico formado e, conseqüentemente, reduzem a acidez total dos produtos fermentados (GOLDONI, 1983).

A presença desses três grupos de microrganismos no decorrer do processo fermentativo é bastante polêmica. Segundo alguns autores, a associação desses microrganismos é favorável ao desenvolvimento do sabor e aroma característicos dos produtos fermentados. Para outros, o que parece ser o mais correto, o crescimento de enterobactérias e de leveduras se dão em detrimento das bactérias produtoras de ácido láctico (GOLDONI, 1973; GOLDONI e SILVA., 1982).

Porém, segundo Crandall e Monteville. (1993), em se tratando de alimento e por razões de saúde pública, as enterobactérias devem estar ausentes no final do processo fermentativo, bem como o crescimento de *Clostridium botulinum* deve ser prevenido. Assim sendo, os produtos elaborados devem se apresentar com valores de pH inferior a 4,5. Normalmente numa fermentação natural bem conduzida, essa condição é facilmente atingida (GOLDONI e SILVA, 1982; GOLDONI, 1983).

Por meio de análises químicas e físico-químicas, como acidez total (expressa em porcentagem de ácido láctico), pH, carboidratos solúveis, composição centesimal e vitamina C, pode-se estudar o comportamento das hortaliças submetidas ao processo de fermentação láctica. Esse monitoramento permite verificar se o processo fermentativo está transcorrendo normalmente, de forma a se obter produtos com características desejáveis, ou seja, de alimento fermentado e que se apresentem seguros em relação aos aspectos de conservação e de saúde pública (GOLDONI, 1973; GOLDONI, 1979; GOLDONI et al., 1981; GOLDONI e SILVA, 1982).

Os valores encontrados nas determinações da acidez total e de pH, bem como o controle visual do aspecto das fermentações, servem para avaliar o final do processo fermentativo. Assim, os valores da acidez total tendem a aumentar, atingir um patamar, para em seguida sofrerem diminuição, ocorrendo o inverso para os valores de pH. Por outro lado, a cura pode ser facilmente verificada em razão de variação muito uniforme da coloração dos tecidos, característica para cada hortaliça (GOLDONI et al., 1981).

Durante a fermentação ocorrem oscilações dos valores da acidez e de pH e as tentativas feitas para elucidar-se o fato, são o efeito "buffer" ou tampão das hortaliças, a elevação rápida da acidez da salmoura e posterior abaixamento para haver equilíbrio entre a acidez da salmoura e da hortaliça e a presença de leveduras oxidativas e superficiais (GOLDONI, 1973; GOLDONI et al., 1981).

Goldoni et al. (1981) estudando a fermentação láctica em diferentes hortaliças e considerando-se a média aritmética de 6 repetições, verificaram os seguintes resultados: a) acidez final, expressa em porcentagem de ácido láctico: 0,33% (cenoura), 0,29% (chuchu), 0,51% (couve-flor), 0,34% (pepino), 1,51% (repolho) e 0,32% (feijão-vagem); b) pH final: 3,97 (cenoura), 3,78 (chuchu), 3,79 (couve-flor), 3,78 (pepino), 3,51 (repolho) e 3,73

(feijão-vagem); c) tempo de fermentação, em dias: 33,00 dias (cenoura), 44,00 dias (chuchu), 34,50 dias (couve-flor), 38,00 dias (pepino), 38,33 dias (repolho) e 37,00 dias (feijão-vagem).

Em outro estudo de conservação de cenoura pelo processo da fermentação láctica com acidificação inicial da salmoura com ácidos láctico e cítrico, realizado por Funai et al. (1989), foi verificado que a testemunha atingiu a acidez máxima (0,48%) e o pH mínimo (3,12) no 35º dia de fermentação. Quanto aos tratamentos com ácidos láctico e cítrico, verificou-se que a acidez máxima foi atingida no 14º dia de fermentação, respectivamente com os valores de 0,30% e 0,38%, enquanto que o pH mínimo foi detectado no 35º dia de fermentação, respectivamente com os valores de 3,59 e 3,50. Esses dados obtidos para acidez total e pH dos três tratamentos efetuados estão dentro dos limites esperados e podem ser considerados seguros do ponto de vista de conservação e de saúde pública. Ressalta-se que, para os tratamentos com os ácidos láctico e cítrico, embora com níveis de acidez total inferiores à testemunha, o tempo de fermentação pode ser reduzido em, praticamente, 50%.

Em relação à acidez desenvolvida nos diferentes tratamentos e considerando, particularmente, a testemunha que apresentou a acidez final maior apesar do menor consumo de açúcar, pode-se supor que o fato se deva a ocorrência de maior número e quantidade de espécies de bactérias lácticas homofermentativas, que produzem apenas o ácido láctico a partir dos carboidratos liberados pela hortalíça (SHIRAKI et al., 1989; FUNAI et al., 1989).

Nas fermentações com acidificação inicial da salmoura, as condições normais para a seqüência dos microrganismos envolvidos na fermentação foram alteradas. Isso, provavelmente, poderia exercer influência no processo fermentativo, de tal forma que possibilitaria haver predominância de bactérias lácticas heterofermentativas, produtoras de ácido láctico, ácido acético, álcool e CO₂ e conseqüentemente, menor porcentagem de acidez total (SHIRAKI et al., 1989; CORSINI e GOLDONI, 1994).

No entanto, para se estabelecer o grau de qualidade das hortalíças fermentadas, há necessidade de se realizar análise sensorial, devido à não existência de correlação definida entre análises químicas e físico-químicas e qualidade do produto (ANDERSSON, 1990). Assim sendo, foram elaborados pickles em vinagre com o material oriundo dos diferentes tratamentos efetuados e realizada a análise sensorial para verificar as

características organolépticas (cor, sabor, aroma e textura) e determinar o grau de qualidade dos produtos fermentados. Pelos resultados obtidos verificou-se que os pickles elaborados com a matéria prima fermentada se apresentaram de qualidade superior aos elaborados com a matéria prima não fermentada, sendo os melhores aqueles elaborados com vinagre de vinho branco e considerado como o melhor, aquele oriundo do tratamento com ácido láctico (TSUNO et al., 1991).

Pode-se depreender dos resultados obtidos nessas pesquisas, que o processo fermentativo natural, sem a adição de agente acidificante, desenvolve-se de maneira mais uniforme e resulta em produtos de maior acidez. Quanto aos tratamentos com acidificação inicial da salmoura, embora apresentando resultados promissores, acredita-se que haja necessidade de continuar o estudo, para a obtenção de maior número de informações e chegar a conclusões mais evidentes (FUNAI, et al., 1989; SHIRAKI, et al., 1989; TSUNO et al., 1991).

3.2. Redução da Deterioração

As práticas usadas em outras indústrias de fermentação, tais como as de queijo, manteiga, vinho, cerveja e demais processos industriais, podem servir como um guia de princípios para a indústria de fermentação de hortaliças (GOLDONI, 2001b).

Segundo Goldoni (1983) as condições que resultam num crescimento excessivo de leveduras superficiais, amolecimento, formação de “cavidade” e outras alterações, são conhecidas e podem ser corrigidas. As deteriorações que são normalmente comuns à indústria de chucrute, em muitas fábricas, tem-se reduzido à um mínimo com a aplicação cuidadosa de poucos princípios básicos, tais como a concentração e distribuição própria de sal e a cobertura adequada dos vasos.

No decorrer da fermentação, certas práticas tem sido instituídas para favorecer o crescimento das espécies desejáveis, bem como a seqüência de microrganismos própria da fermentação. Dessa forma, é necessário favorecer o crescimento de *Leuconostoc mesenteroides* subsp. *mesenteroides*, para que o mesmo propicie condições adequadas às

demais bactérias lácticas. Isto é a função combinada do efeito sal-ácido, associado às condições de anaerobiose (MCDONALD et al., 1991).

Modernamente, em vez da fermentação natural, têm sido empregados fermentos lácticos selecionados. Neste caso, antes da fermentação, as hortaliças devem ser branqueadas (HARRIS, 1998). Os resultados obtidos não têm sido muito promissores, porém, estudos realizados no Brasil com diversas hortaliças submetidas ao processo fermentativo, sem aplicação do branqueamento e com adição de inóculo comercial (VEGE-START 10), ou seja, cultura pura de *Lactobacillus plantarum*, resultaram em produtos com níveis mais elevados de acidez total, expressa em porcentagem de ácido láctico. Também foi verificado em algumas fermentações, onde se empregou pepino como matéria prima, a redução em praticamente 50% do tempo de fermentação, bem como a adição de “Starter” se mostrou favorável à corrigir distorções em relação a seqüência de bactérias lácticas, em fermentações com acidificação inicial da salmoura (GOLDONI et al., 2000; GOLDONI, J.S. et al., 2003)

Assim como a quantidade de microrganismos, a atividade das enzimas que causam o amolecimento das hortaliças, é função das concentrações de sal e de ácido. Os efeitos comparativos dessas substâncias na inibição da atividade enzimática, são desconhecidos. Porém, o amolecimento do tecido vegetal na fermentação do chucrute, no qual a acidez produzida é elevada, é muito menos acentuada do que nos pepinos, cuja acidez produzida é mais baixa, mesmo sendo menor a quantidade de sal empregada para o preparo de chucrute. Isto pode ser função do tipo e da concentração das enzimas presentes na hortaliça. Essas continuarão suas atividades em concentração de sal muito superior àquela do chucrute (FLEMING, 1984). A atividade da enzima será maior em temperaturas elevadas, tendo sido verificado amolecimento um dia após o acondicionamento em temperatura de 31°C (GOLDONI, 2001b).

Estudos vem sendo realizados no decorrer das últimas décadas, com a finalidade de reduzir a deterioração e estabelecer um padrão de qualidade dos produtos fermentados, com resultados promissores divulgados em trabalhos recentes (GOLDONI, 2001b).

A fermentação controlada tem sido uma das técnicas empregadas, cujo maior objetivo é o desenvolvimento de fermentações uniformes e previsíveis e a obtenção de produtos com alta qualidade. Por meio desta técnica, procura-se eliminar de uma fermentação

natural o estágio inicial e a fermentação secundária; pois, conforme tem sido preconizado, a fermentação, baseando-se na sequência de microrganismos, divide-se em quatro estágios distintos: a) Iniciação ou Estágio Inicial, onde estão presentes bactérias Gram-positivas e Gram-negativas; b) Fermentação Primária, onde predominam as bactérias lácticas e leveduras; c) Fermentação Secundária, onde prevalecem as leveduras; e d) Pós-fermentação, com o crescimento superficial de leveduras oxidativas, fungos e bactérias (não se verifica a presença desses microrganismos quando se empregam tanques anaeróbios). Na fermentação controlada, a acidificação inicial da salmoura de acondicionamento inibe o crescimento de bactérias Gram-positivas e Gram-negativas ácido-sensíveis, favorecendo o crescimento das bactérias lácticas. Antes da inoculação com “starters” de bactérias lácticas, ou seja, decorrido um tempo de, aproximadamente, 24 horas, é feita a neutralização do ácido ou adiciona-se acetato de sódio na salmoura. Esse tampão ou “buffer” não somente torna o pH inicial favorável ao crescimento das culturas iniciadoras, como também asseguram a fermentação de todos os açúcares pelas culturas puras das bactérias inoculadas. Caso não se faça o tamponamento da salmoura acidificada, o baixo valor de pH poderá inibir o crescimento das bactérias lácticas desejáveis. Conseqüentemente, o tamponamento elimina a fermentação secundária por leveduras. A indústria de pickles tem utilizado na fermentação controlada cepas de *Lactobacillus plantarum* e de *Pediococcus pentosaceus*, preparadas por firmas comerciais, com certa limitação (GOLDONI, 2001b).

Ainda em relação à fermentação controlada, pesquisa realizada no Brasil, com acidificação inicial da salmoura de acondicionamento, empregando-se cenoura, couve-flor, chuchu, feijão-vagem e pepino como matéria-prima, demonstrou que o processo fermentativo natural, sem a adição de agente acidificante desenvolve-se de maneira mais uniforme e resulta em produtos de maior acidez. Porém, outros estudos realizados com diferentes hortaliças, submetidas ao processo de fermentativo com a acidificação inicial da salmoura e adição de cultura pura de *Lactobacillus plantarum* mostraram resultados bastante satisfatórios em relação a uniformidade do desenvolvimento da fermentação, principalmente em relação à sequência de bactérias lácticas envolvidas no processo, mesmo sem ter sido realizado o tamponamento da salmoura acidificada. Ainda tem sido constatado que, para a maioria dos tratamentos realizados com a adição de ácido láctico e/ou adição de ácido láctico, juntamente com adição de “starter” de *Lactobacillus plantarum*, tem reduzido em

aproximadamente, 50% o tempo de fermentação, embora com produtos de acidez em níveis menos elevados quando comparados com àqueles resultantes da fermentação natural. Isso, contudo não interfere na qualidade dos pickles elaborados, que se mostraram superiores aos produzidos com a matéria-prima sem ter sido submetida ao processo de fermentação láctica. Quanto aos tratamentos com acidificação inicial da salmoura e a adição de inóculo de cultura pura de bactérias lácticas, embora apresentando resultados promissores, acredita-se que haja necessidade de se continuar o estudo, para obtenção de maior número de informações e se chegar a conclusões mais evidentes (GOLDONI, 2001a; GOLDONI, J.S. et al., 2002a; GOLDONI, J.S. et al, 2003; SILVA,1998).

Outra prática que está sendo adotada é a inoculação de culturas puras de cepas de bactérias lácticas, para a fermentação de hortaliças (HOLZAPFEL, 2002). Para a fermentação comercial têm sido indicadas as espécies *Lactobacillus plantarum* e *Pediococcus pentosaceus*, por serem homofermentativas e minimizarem as necessidades de depuração. Porém, a utilização das mesmas, não tem muita aceitação pela indústria de pickles, contribuindo para isso dois fatores importantes. Primeiramente, os tanques e os procedimentos gerais de manuseio utilizados nas fermentações de pepino até o momento, não são inteiramente compatíveis com o uso de culturas puras. Em segundo lugar, cepas de bactérias lácticas suficientemente idênticas e valiosas, não são comercialmente disponíveis para atender a demanda (GOLDONI, 2001b).

Para a utilização em fermentação controlada, foi desenvolvido um mutante de *Lactobacillus plantarum* que perde a habilidade de descarboxilar o ácido málico. Este ácido presente em muitos tipos de vegetais (maçã, uva, legumes, cereais e capim) é degradado pela enzima malolática, encontrada na maioria da bactérias lácticas, com produção de CO₂; conseqüentemente, se não for realizada a depuração, há formação de cavidades em produtos fermentados de hortaliças, tendo como principal representante o pepino (DAESCHEL et al. 1984). Portanto, a obtenção de culturas de bactérias lácticas com propriedades suficientemente valiosas encorajam a sua utilização e dão impulso adicional às indústrias de pickles para adotarem a fermentação controlada (GOLDONI, 2001b; GOLDONI e ROÇA, 1999; GOLDONI et al., 2000).

Por diversas razões a fermentação continua sendo um método importante de preservação. Pickles fermentados tem “flavor” e textura que são preferidas pela

maioria dos consumidores. Em adição a fermentação em grandes recipientes oferece vantagens econômicas importantes: a) grandes volumes de hortaliças podem ser rapidamente preservados durante o pico da estação de colheita, b) o produto pode ser removido do armazenamento várias vezes durante o ano para ser manufaturado em outros tipos de produtos desejados, distribuindo dessa forma a mão-de-obra e equipamentos no decorrer do ano, c) o mercado fica garantido com o produto armazenado a granel e d) a fermentação representa economia de energia, uma vez que não é necessária a refrigeração para o armazenamento dos produtos propriamente fermentados. (GOLDONI, 2001b).

3.3. Processamento Mínimo de Hortaliças

Mudanças na demanda do consumo de alimentos vêm ocorrendo nos últimos anos, com aumento gradativo do consumo de produtos frescos. Como reflexo destas mudanças na demanda de consumo de alimentos, surge uma nova classe de produtos, os chamados minimamente processados, que são produtos frescos com alto valor nutricional, sem adição de conservantes (DAREZZO, 2003).

Os produtos minimamente processados, também conhecidos como “fresh cut”, têm-se destacado no mercado, pois seguem a tendência mundial de consumo de alimentos saudáveis, frescos e de alta qualidade (DANTAS et al. 2004). Segundo Junqueira e Luengo (2000) o propósito do seu fornecimento é o de disponibilizar um produto pronto para usar, que não requer nenhuma preparação posterior significativa por parte do consumidor, em termos de seleção, limpeza, lavagem ou cortes. Também segundo Junqueira e Luengo (2000) outra grande vantagem dos produtos minimamente processados é a redução praticamente total dos desperdícios.

Segundo Cantwell (2000), nos Estados Unidos, 70% dos itens comercializados na forma de minimamente processados compreendem os seguintes produtos: alface, batata, brócolis, cebola, cenoura, couve-flor e repolho, apresentando vida útil média de 10 a 14 dias. O rendimento de processo ns Estados Unidos corresponde a 65% da matéria-prima, enquanto que no Brasil este índice varia de 35 a 40%, sendo esta diferença atribuída a menor qualidade da matéria-prima, com destaque as hortaliças cuja produtividade depende

exclusivamente das condições edafoclimáticas. A má qualidade da matéria-prima encarece o produto e no Brasil o preço representa um obstáculo a ser vencido para expansão do setor.

Segundo Watada et al. (1996) a ação física do processamento mínimo induz ou acelera as alterações que ocorrem durante a senescência das hortaliças. Estas alterações ocorrem particularmente nos tecidos adjacentes àqueles que sofreram ferimentos devido ao descascamento ou corte, quando ácidos e enzimas são liberados dos vacúolos e reações metabólicas indesejáveis são iniciadas ou quando microrganismos (fungos, bactérias, leveduras) começam a se desenvolver naquelas áreas. Esses fatores (alterações) podem causar a depreciação do produto ou até mesmo torná-lo inviável para o consumo e/ou comercialização.

Várias têm sido as técnicas propostas e utilizadas para minimizar os efeitos maléficos dos danos físicos e microbiológicas aos tecidos vegetais. Além da refrigeração, a utilização de embalagens de filmes flexíveis (atmosfera modificada e controlada) tem grande potencial para retardar grande parte das alterações que conduzem à rápida senescência e estender a “vida de prateleira” de hortaliças minimamente processadas (WILEY, 1997).

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. Matéria-Prima

Como matéria-prima nos ensaios de fermentação láctica, foram empregadas as hortaliças: couve-flor (*Brassica oleraceae* var. *botrytis* L.) cultivar Luna e feijão-vagem (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivar Preferido, adquiridas no comércio local. Para os ensaios com processamento mínimo estas mesmas hortaliças (couve-flor e feijão-vagem), foram adquiridas na Fazenda Experimental São Manuel - FCA - UNESP – Câmpus de Botucatu.

4.2. Cultura Pura de *Lactobacillus plantarum*

Nos ensaios de fermentação láctica das hortaliças com a adição de inóculo de bactéria láctica, foi empregado um “Starter” comercial (VEGE-START 10) cedido por “Christian Hansen’s Laboratorium” (Chr. Hansen’s Lab. Denmark A/S - Horsholm - Denmark). Esse “starter” é uma cultura liofilizada contendo alta contagem de células de *Lactobacillus plantarum* e foi utilizado, conforme as recomendações da CHR. HANSEN’S.

A avaliação do inóculo e sua viabilidade foi feita por meio da recuperação da cultura liofilizada em água peptonada e, após as diluições, fez-se a semeadura em placas com o meio de cultura M.R.S. Agar. As mesmas foram colocadas em jaras para anaerobiose, empregando-se o ANAEROBIC SYSTEM DIFCO (Microaerofilia). A incubação foi feita em estufas para cultura. Para se efetuar as contagens, as jaras anaeróbicas foram abertas após 48 horas de incubação a 30°C.

4.3. Processo de Fermentação Láctica

No presente estudo foi empregado o método da salmoura para a fermentação das hortaliças (GOLDONI, 1983, GOLDONI, 2001b).

As adições de sal servem para lixiviar o conteúdo celular facilitando o desenvolvimento dos microrganismos responsáveis pela fermentação, para evitar em parte a multiplicação dos microrganismos nocivos, favorecendo a ação das bactérias lácticas e finalmente, para contribuir para a melhoria da consistência do produto.

Para o caso do método da salmoura, a sua concentração ideal é de 10% de cloreto de sódio, na proporção de 1,8:1 entre salmoura e hortaliça. Para se evitar adições de sal durante as fermentações, necessárias para restaurar a concentração inicial da salmoura, alterada pelo efeito do fenômeno da difusão, foram adicionadas no início do processo, salmouras com concentrações superiores a de trabalho, empregando-se a equação indicada por Goldoni (1983 e 2001b):

$$BM = \frac{PH.BH + PS.BS}{PH + PS}$$

Onde:

BM = Brix refratométrico da salmoura, após o equilíbrio osmótico, ou seja, a concentração da salmoura desejável para a fermentação (Valor de 12°Brix, que corresponde a 10% de sal);

PH = Peso da hortaliça (Valor conhecido);

BH = Brix refratométrico da hortaliça (Determinado pelo refratômetro de campo);

PS = Peso da salmoura (Calculado pela relação 1,8:1, entre salmoura e hortaliça);

BS = Brix da salmoura a ser colocada no momento do preparo das fermentações (Valor a ser calculado, o resultado deve ser subtraído de 2, para se ter a porcentagem de sal).

Quanto à temperatura de fermentação, recomenda-se não exceder 25° C, embora tenha sido comprovado que o processo fermentativo se desenvolve melhor na faixa de temperatura entre 18° C a 20° C. (GOLDONI, 1983).

Conforme indicação de Goldoni (1983), o final do processo fermentativo foi verificado através de:

a) Controle visual: por meio de observações visuais do aspecto das hortaliças, pode-se acompanhar a fermentação e detectar que com o processo da cura os tecidos das hortaliças tornam-se translúcidos, mudando a coloração para uma tonalidade mais clara. Isso caracteriza o final da fermentação;

b) Mediante controle físico-químico (pH e acidez total expressa em % de ácido láctico): as determinações da acidez total e do pH, mostram que no final da fermentação os valores encontrados, praticamente se tornam constantes. Se for permitido que a fermentação continue, a acidez diminui e, conseqüentemente, há elevação do pH. Durante o processo fermentativo para a produção de pickles de hortaliças, ocorrem oscilações dos valores da acidez total, que acredita-se que ocorram por causa do efeito tampão das hortaliças, da elevação rápida da acidez da salmoura e posterior abaixamento, para haver equilíbrio entre a acidez da salmoura e da hortaliça, e da presença de leveduras oxidativas e superficiais.

4.4. Tratamentos do Experimento

O experimento constituiu-se de três ensaios de fermentação láctica para cada uma das hortaliças (couve-flor e feijão-vagem): tratamento controle – testemunha (fermentação natural, sem adição de inóculo e/ou aditivo), tratamento com inoculação de cultura pura e tratamento com ácido láctico e adição de cultura pura. As fermentações foram preparadas pelo método da salmoura, empregando-se sal refinado comercial, utilizando-se, em

cada uma delas, 5kg de matéria prima. A preparação e o acondicionamento, nas cubas de fermentação, foram feitas simultaneamente e as fermentações desenvolvidas sob temperatura controlada de $\pm 20^{\circ}\text{C}$, conforme recomendação de Goldoni (2001b). Para o tratamento com acidificação da salmoura de acondicionamento, a fim de atingir o nível de pH ao redor de 4,5, a quantidade de ácido adicionada foi determinada através da curva de titulação das diferentes hortaliças com o ácido láctico, seguindo-se a metodologia indicada por Nogueira (s.d.).

4.5. Determinação da Acidez e do pH

No decorrer e no final do processo fermentativo, foram retiradas amostras de salmoura e da hortaliça para determinação do pH e da acidez total, nos intervalos de 0, 2, 6, 8, 13, 16, 21, 28, 35, 42 e 49 dias. A acidez foi determinada pela titulação, com solução de NaOH 0,1N, utilizando-se como indicador, fenolftaleína a 1%, em solução alcoólica, expressando-se os resultados em porcentagem de ácido láctico. Para a determinação do pH, foi empregado o medidor de pH portátil digital microprocessado, marca Ação Científica, modelo mPA 210P. Os valores encontrados nessas análises, bem como o controle visual do aspecto das fermentações, serviram para avaliar o final do processo fermentativo (GOLDONI et al., 1981).

4.6. Análises Microbiológicas

Amostras de salmoura foram assepticamente retiradas dos recipientes de fermentação, em intervalos 0, 2, 6, 8, 13, 16, 21, 28, 35, 42 e 49 dias, sendo as mesmas trabalhadas imediatamente após a coleta. Seguindo-se a metodologia indicada pela literatura, foram feitas as contagens de microorganismos, com os seguintes meios: bactérias lácticas, em F.S. Agar (Fígado Sorbato – Agar) e em M.R.S. Agar (Man, Rogosa & Sharp); leveduras, em Dextrose Agar Acidificado. Especificamente, para a contagem de bactérias do gênero *Leuconostoc*, foi empregado o meio seletivo de Mayeux e Colmer (GOLDONI e SILVA, 1982).

4.7. Preparo do Pickles em Vinagre

Empregando-se como matéria prima os produtos oriundos dos diferentes tratamentos e as hortaliças “in natura” foram elaborados os pickles em vinagre de vinho branco aromatizado, seguindo-se as recomendações indicadas por Goldoni (1980), englobando no experimento os seguintes ensaios:

4.7.1. Com a matéria prima fermentada

- Testemunha + vinagre de vinho branco aromatizado.
- Tratamento com inoculação de cultura pura + vinagre de vinho branco aromatizado.
- Tratamento com inoculação de cultura pura e ácido láctico + vinagre de vinho branco aromatizado.

4.7.2. Com a matéria prima “in natura”

- Hortaliça “in natura” (sem ter sido submetida ao processo de fermentação láctica, tendo como tratamento preliminar apenas o branqueamento) + vinagre de vinho branco aromatizado.

Para serem posteriormente avaliados, os pickles devidamente codificados, foram acondicionados e pasteurizados em vidros especiais para conservas, com fechamento hermético e capacidade de 650 ml.

4.8. Avaliação Sensorial

As análises sensoriais foram realizadas conforme recomendações de Moraes (1985). As amostras foram servidas à temperatura ambiente para 10 provadores selecionados. Foram aplicados testes sensoriais preconizados por Prell (1976) e I.F.T. (1981).

Os parâmetros avaliados foram os seguintes: aroma (de produto fermentado) - escala não estruturada de nove pontos, variando de “não característico” a “característico”; aroma estranho - escala estruturada de nove pontos, variando de 1= nenhum a 9= extremamente forte; sabor - escala não estruturada de nove pontos, variando de “péssimo” a “muito bom”; sabor ácido - escala não estruturada de nove pontos variando de “pouco ácido” a “muito ácido”; sabor picante - escala não estruturada de nove pontos, variando de “pouco picante” a “muito picante”; sabor estranho - escala estruturada de nove pontos, variando de 1= nenhum a 9= extremamente forte; maciez/dureza - escala estruturada de nove pontos, variando de 1= extremamente macia a 9= extremamente dura; cor característica - escala não estruturada de nove pontos, variando de “não característico” a “característico”; e aparência geral - escala não estruturada de nove pontos variando de “péssima” a “muito boa”.

4.9. Métodos Estatísticos

O delineamento experimental adotado na avaliação sensorial foi o de bloco ao acaso, sendo 4 tratamentos para cada hortaliça, realizado com 10 provadores, conforme Cochran e Cox (1985). A comparação das médias dos tratamentos foi realizada com a utilização do teste de Tukey nas respectivas médias, estabelecida a significância estatística ao nível de 5% de probabilidade, pelo programa estatístico SAS (1989).

4.10. Aspectos Econômicos e Energéticos

4.10.1. Avaliação do custo do processo de fermentação láctica em diferentes hortaliças

O custo de processamento foi desenvolvido considerando-se as condições ideais de elaboração dos produtos fermentados. A apropriação para o cálculo do custo unitário foi dada pelo conceito de custo padrão, que conforme Figueiredo (1997 e 2001), é o custo “a priori”, sob condições ideais. Neste caso, foi o processamento das hortaliças em

laboratório, realizado por um técnico, envolvendo o custo de insumos e o custo de energia elétrica. Na determinação do custo padrão não foram incluídos mão de obra, porcentagem de perda de matéria-prima, depreciação de equipamentos, impostos e taxas; normais em condições de produção comercial.

O preço das hortaliças foi obtido junto à Companhia de Entrepósitos e Armazéns Gerais de São Paulo-CEAGESP (www.ceagesp.com.br). O preço da cultura lática foi obtido junto à empresa fornecedora, e os preços dos demais insumos obtidos no comércio local e em firmas de produtos para laboratório. O valor da energia elétrica (R\$ / KWh) foi obtido na Companhia Paulista de Força e Luz.

O consumo de energia elétrica utilizada durante o período de fermentação nas câmaras B.O.D e no preparo e pasteurização dos pickles elaborados com as diferentes hortaliças e também nos diferentes tratamentos, foi medido através do aparelho SAGA 4000 modelo 1380. Este aparelho, é um analisador e registrador eletrônico de sistemas elétricos monofásicos ou trifásicos, o qual expressa o consumo de energia elétrica, em KWh.

4.10.2. Armazenamento refrigerado comum em diferentes hortaliças e o consumo de energia

Por diversas razões a fermentação continua sendo um método importante de preservação. Pickles fermentados tem “flavor” e textura que são preferidas pela maioria dos consumidores. Em adição a fermentação em grandes recipientes oferece vantagens econômicas importantes (GOLDONI, 2001b).

Para fazer a comparação entre os processos de conservação de diferentes hortaliças por meio do emprego da fermentação lática e da refrigeração comum ou frigorificação foram realizados dois ensaios de armazenamento refrigerado para cada uma das hortaliças em estudo (couve-flor e feijão-vagem). A finalidade destes foi averiguar o consumo de energia (SILVA, 1998), o custo de armazenamento e o tempo de conservação nas condições previamente estabelecidas, conforme recomendação da literatura (BLEINROTH, 1982; CABRAL, 1982; CABRAL e FERNANDES, 1980).

Inicialmente, para serem armazenadas sob refrigeração, as diferentes hortaliças foram minimamente processadas seguindo-se a indicação de Willey (1997), conforme fluxograma apresentado no apêndice.

Para a realização dos experimentos de armazenamento refrigerado, cada uma das hortaliças (couve-flor e feijão-vagem) foi preparada segundo metodologia já mencionada, e dividida em 02 (dois) lotes, com a finalidade de efetuar os dois tratamentos propostos:

- 1º Tratamento: Tratamento Controle ou Testemunha (TC/TT): O acondicionamento das hortaliças foi efetuado em embalagens (bandejas) de poliestireno expandido (CABRAL et al., 1984) com capacidade de 250g, sem apresentar envolvimento com filme transparente de PVC (ausência de atmosfera modificada na embalagem).
- 2º Tratamento: Tratamento com Atmosfera Modificada (TAM): O acondicionamento das hortaliças foi efetuado em embalagens (bandejas) de poliestireno expandido com capacidade de 250g. Estas embalagens foram envolvidas por um filme transparente de PVC (SARANTÓPOULOS, 1999) para criar um ambiente com atmosfera modificada.

Para cada hortaliça (couve-flor e feijão-vagem) e para cada um dos tratamentos foram preparadas 18 unidades e estocadas sob refrigeração. Também foram preparadas mais 5 unidades de cada tratamento para cada uma das hortaliças em estudo, com a finalidade de se avaliar o percentual de perda de massa.

Na sequência, para ambos os ensaios com as diferentes hortaliças (couve-flor e feijão-vagem) foi feito o armazenamento refrigerado em câmaras B.O.D., seguindo-se as recomendações (temperatura e umidade relativa) da literatura, verificadas nos trabalhos de Duckworth (1968), Cabral (1982), Cabral e Fernandes (1980) e Chitarra e Chitarra (1990):

- Para Couve-Flor (Tratamentos TC/TT e TAM):
 - a)- temperatura: 0 ° C (Zero Graus Centígrados).
 - b)- umidade relativa: 90 – 95 % (faixa de noventa a noventa e cinco por cento de umidade relativa).

- Para Feijão-Vagem (Tratamentos TC/TT e TAM):

a)- temperatura: 7 - 8 ° C (faixa de sete a oito Graus Centígrados).

b)- umidade relativa: 90% (noventa por cento de umidade relativa).

Para o correto ajuste e controle da temperatura e umidade relativa durante o armazenamento, foi utilizado o Termohigrômetro Digital da marca Testo modelo 608 H1, que é um equipamento de precisão que marca e registra os valores de temperatura máxima e mínima e também valores de umidade relativa.

Com a finalidade de determinar a “vida de prateleira” das diferentes hortaliças (couve-flor e feijão-vagem) durante o armazenamento refrigerado, foram feitas, periodicamente amostragens para as determinações e observações dos seguintes parâmetros (fichas de avaliação em anexo): aparência geral, odor estranho, mudança na coloração característica (escurecimento ou amarelecimento), presença de fungos, murchamento e viabilidade para o consumo e comercialização (EVANGELISTA e GOLDONI, 1994). As avaliações destes parâmetros foram realizadas por 3 pessoas previamente treinadas para familiarização com os termos e procedimentos aplicados conforme recomendação de Silva e Damásio (1996), seguindo-se uma escala de notas para as diferentes características, conforme modelo a seguir apresentado:

ESCALAS DE NOTAS

Aparência Geral	Odor Estranho	Pres. Fungos	Mud. na Color.
1 – Excelente	1 – Ausente	1 - Ausente	1 - Ausente
2 – Boa	2 – Leve	2 - Leve	2 - Leve
3 – Regular	3 – Moderado	3 - Moderado	3 - Moderado
4 – Ruim	4 – Intenso	4 - Intenso	4 - Intenso
5 – Péssima	5 - Muito Int.	5 - Muito Int.	5 - Muito Int.

Para a característica “perda de massa’ as bandejas foram pesadas em balança de precisão analítica, e os resultados expressos em porcentagem de perda de massa em relação à massa inicial. O delineamento experimental adotado na avaliação dessa característica foi o de blocos ao acaso com 5 repetições para cada tratamento e a comparação das médias dos tratamentos, realizada com a utilização do teste de Tukey, estabelecida a significância estatística ao nível de 5% de probabilidade, pelo programa estatístico SAS (1989).

Estas avaliações foram realizadas de 3 em 3 dias, durante 39 dias e diariamente, durante 15 dias, respectivamente as hortaliças couve-flor e feijão-vagem.

Paralelamente aos ensaios de processamento mínimo, foi determinado o consumo de energia elétrica utilizada para o armazenamento refrigerado destas hortaliças, através do aparelho SAGA 4000 modelo 1380. Este aparelho, é um analisador e registrador eletrônico de sistemas elétricos monofásicos ou trifásicos, que expressa o consumo de energia elétrica em KWh.

Também foi determinado o custo do armazenamento refrigerado utilizando-se a seguinte fórmula: $C \text{ (custo de armazenamento)} = P \text{ (preço da energia elétrica)} \times C \text{ (consumo de energia elétrica)}$. O valor da energia elétrica foi obtido na Companhia Paulista de Força e Luz (R\$ / KWh) e o consumo de energia elétrica (KWh) determinado, conforme metodologia descrita no parágrafo anterior.

O custo do processamento mínimo foi determinado conforme metodologia descrita no item 4.10.1., e envolveu o custo da matéria-prima e insumos. Na determinação deste custo não foram incluídos mão de obra, porcentagem de perda de matéria-prima, depreciação de equipamentos, impostos e taxas; normais em condições de produção comercial. Pois conforme mencionado anteriormente a determinação deste custo foi dado pelo conceito de custo padrão (Figueiredo, 1997 e 2001).

O preço das hortaliças foi obtido junto à Companhia de Entrepósitos e Armazéns Gerais de São Paulo – CEAGESP (www.ceagesp.com.br), e os preços dos demais insumos obtidos no comércio local.

5. RESULTADOS

5.1. Avaliação do Inóculo - Cultura pura de *Lactobacillus plantarum*

Os resultados da avaliação da cultura “starter”, permitiu verificar que se trata de cultura pura de *Lactobacillus plantarum* (coloração gram e exame microscópico), e apresentando elevada contagem de células viáveis: > 11,08 Log. de U.F.C./g de produto liofilizado.

5.2. Acidez, pH e Tempo de Fermentação

Os resultados das determinações da acidez expressa em porcentagem de ácido láctico e de pH, referentes aos ensaios de fermentação para cada uma das diferentes hortaliças, (couve-flor e feijão-vagem), assim como os seus respectivos tempos de fermentação são apresentados nas Tabelas numeradas de 1 a 4 e também nas Figuras numeradas de 1 a 12, distribuídas da seguinte maneira:

- Tabela 1 - Acidez expressa em porcentagem de ácido láctico e pH da salmoura no decorrer das fermentações com couve-flor.
- Tabela 2 – Acidez expressa em porcentagem de ácido láctico e pH da matéria-prima no decorrer das fermentações com couve-flor.
- Tabela 3 – Acidez expressa em porcentagem de ácido láctico e pH da salmoura no decorrer das fermentações com feijão-vagem.
- Tabela 4 - Acidez expressa em porcentagem de ácido láctico e pH da matéria-prima no decorrer das fermentações com feijão-vagem.
- Figura 1 – Variação da acidez expressa em porcentagem de ácido láctico e pH da salmoura no decorrer das fermentações com couve-flor no Tratamento Controle.
- Figura 2 - Variação da acidez expressa em porcentagem de ácido láctico e pH da salmoura no decorrer das fermentações com couve-flor no Tratamento com Adição de Inóculo Comercial.
- Figura 3 - Variação da acidez expressa em porcentagem de ácido láctico e pH da salmoura no decorrer das fermentações com couve-flor no Tratamento com Adição de Inóculo Comercial + Adição de Ácido Láctico.
- Figura 4 - Variação da acidez expressa em porcentagem de ácido láctico e pH da matéria-prima no decorrer das fermentações com couve-flor no Tratamento Controle.
- Figura 5 - Variação da acidez expressa em porcentagem de ácido láctico e pH da matéria-prima no decorrer das fermentações com couve-flor no Tratamento com Adição de Inoculo Comercial.

- Figura 6 - Variação da acidez expressa em porcentagem de ácido láctico e pH da matéria-prima no decorrer das fermentações com couve-flor no Tratamento com Adição de Inóculo Comercial + Adição de Ácido Láctico.
- Figura 7 - Variação da acidez expressa em porcentagem de ácido láctico e pH da salmoura no decorrer das fermentações com feijão-vagem no Tratamento Controle.
- Figura 8 - Variação da acidez expressa em porcentagem de ácido láctico e pH da salmoura no decorrer das fermentações com feijão-vagem no Tratamento com Adição de Inóculo Comercial.
- Figura 9 - Variação da acidez expressa em porcentagem de ácido láctico e pH da salmoura no decorrer das fermentações com feijão-vagem no Tratamento com Adição de Inóculo Comercial + Adição de Ácido Láctico.
- Figura 10 - Variação da acidez expressa em porcentagem de ácido láctico e pH da matéria-prima no decorrer das fermentações com feijão-vagem no Tratamento Controle.
- Figura 11 - Variação da acidez expressa em porcentagem de ácido láctico e pH da matéria-prima no decorrer das fermentações com feijão-vagem no Tratamento com Adição de Inóculo Comercial.
- Figura 12 - Variação da acidez expressa em porcentagem de ácido láctico e pH da matéria-prima no decorrer das fermentações com feijão-vagem no Tratamento com Adição de Inóculo Comercial + Adição de Ácido Láctico.

5.2.1. Couve -Flor

Observando-se a Tabela 1 (Salmoura) e as Figuras 1, 2 e 3, verifica-se que para a fermentação de couve-flor no tratamento Testemunha/Controle, a acidez máxima (0,717%), foi atingida no 13º dia de fermentação e o pH mínimo (2,99), foi verificado no 16º dia de fermentação. Para os tratamentos com Adição de Inóculo Comercial e Adição de Inóculo Comercial + Adição de Ácido Lático nota-se que a acidez máxima foi observada no 28º dia de fermentação, respectivamente com os valores de 0,776% e 0,681%, enquanto que o pH mínimo foi notado no 21º dia de fermentação, respectivamente com os valores: 3,01 e 3,04.

TABELA 1. Acidez expressa em porcentagem de ácido lático e pH da salmoura no decorrer das fermentações com couve-flor.

Dias De Fermentação	FERMENTAÇÕES/TRATAMENTOS					
	Controle (Testemunha)		Adição de Inóculo Comercial		Adição de Inóculo Comercial + Ac. Lático	
	Acidez (% Ac. Lático)	pH	Acidez (% Ac. Lático)	pH	Acidez (% Ac. Lático)	pH
0	0,005	5,15	0,006	5,14	0,080	2,7
2	0,087	5,11	0,100	5,3	0,118	4,03
6	0,198	4,85	0,183	5,16	0,163	4,4
8	0,513	3,11	0,260	4,69	0,207	4,42
13	0,717	3,03	0,580	3,19	0,609	3,17
16	0,648	2,99	0,635	3,06	0,555	3,1
21	0,556	3,04	0,699	3,01	0,638	3,04
28	0,562	3,15	0,776	3,1	0,681	3,13
35	0,594	3,13	0,757	3,06	0,666	3,13
42	0,627	3,12	0,749	3,13	0,650	3,14
49	0,597	3,14	0,733	3,12	0,616	3,19

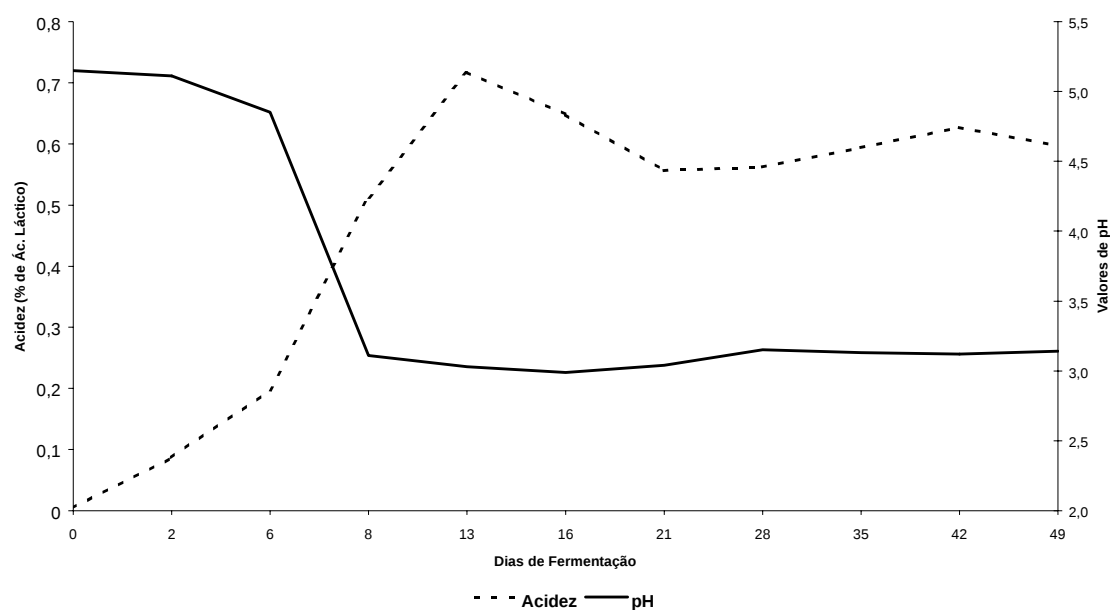


FIGURA 1. Variação da acidez expressa em porcentagem de ácido láctico e pH da salmoura no decorrer das fermentações com couve-flor no Tratamento Controle.

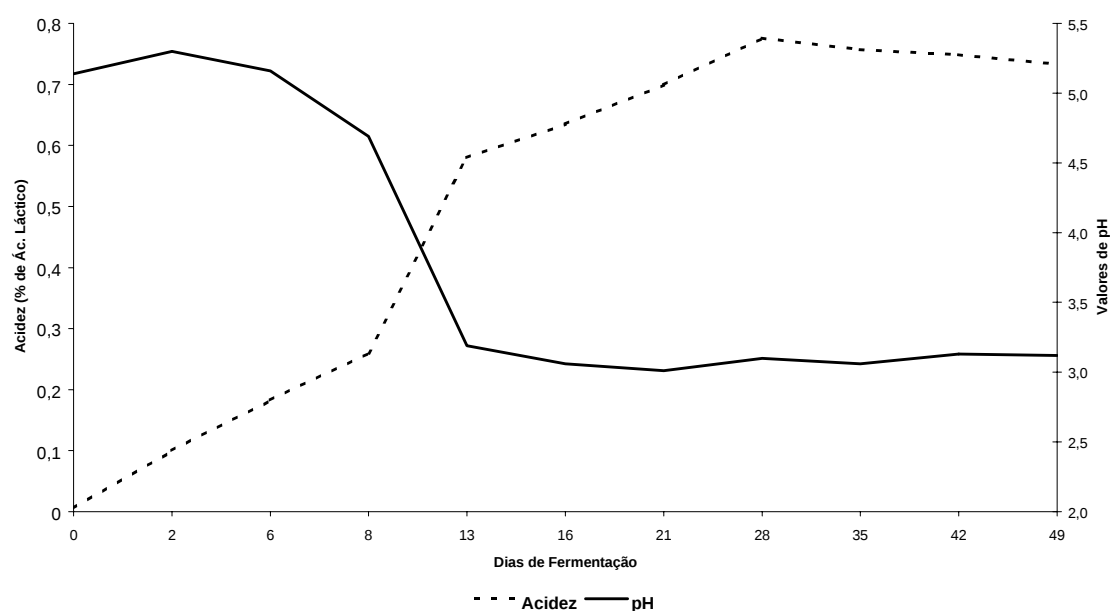


FIGURA 2. Variação da acidez expressa em porcentagem de ácido láctico e pH da salmoura no decorrer das fermentações com couve-flor no Tratamento com Adição de Inóculo Comercial.

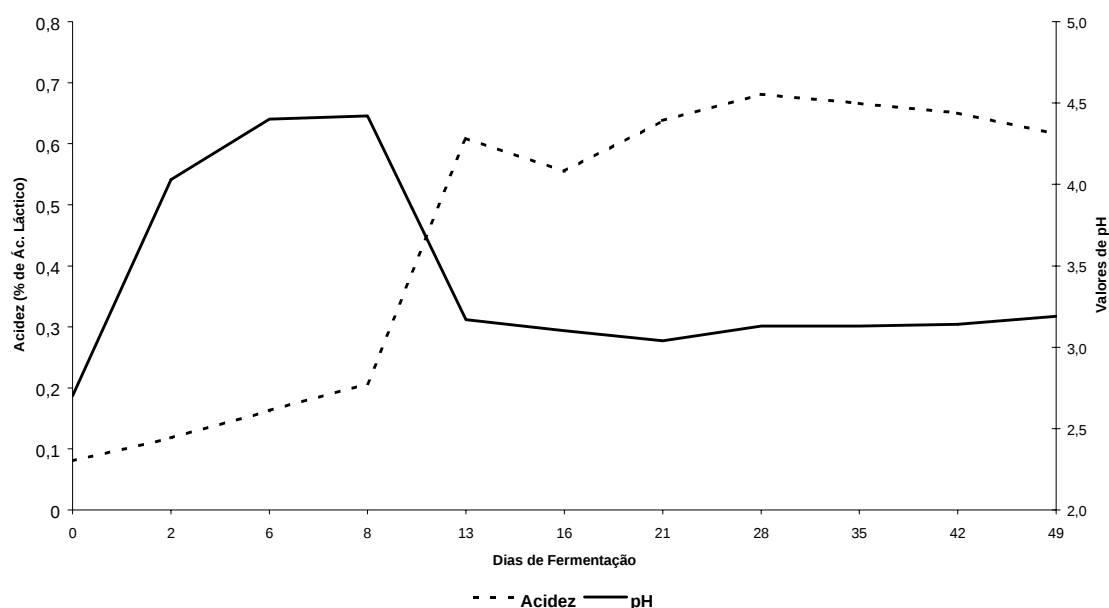


FIGURA 3 - Variação da acidez expressa em porcentagem de ácido láctico e pH da salmoura no decorrer das fermentações com couve-flor no Tratamento com Adição de Inóculo Comercial + Adição de Ácido Láctico.

Os dados obtidos para a matéria prima (couve-flor) estão apresentados na Tabela 2 e nas Figuras 4, 5 e 6. Verifica-se que para três tratamentos de fermentação realizados, ou sejam: Testemunha/Controle, Adição de Inóculo Comercial e Adição de Inóculo Comercial + Adição de Ácido Láctico o pH mínimo foi atingido no 21º dia de fermentação, respectivamente com os valores: 3,18, 3,14 e 3,23. Considerando esses mesmos tratamentos, a acidez máxima foi verificada no 28º dia de fermentação, apresentando os seguintes valores: a) Testemunha: 0,221%, b) Adição de Inóculo Comercial: 0,238% e c) Adição de Inóculo Comercial + Adição de Ácido Láctico: 0,224%.

TABELA 2. Acidez expressa em porcentagem de ácido láctico e pH da matéria-prima no decorrer das fermentações com couve-flor.

Dias De Fermentação	FERMENTAÇÕES/TRATAMENTOS					
	Controle (Testemunha)		Adição de Inóculo Comercial		Adição de Inóculo Comercial + Ac. Láctico	
	Acidez (% Ac. Láctico)	pH	Acidez (% Ac. Láctico)	pH	Acidez (% Ac. Láctico)	pH
0	0,054	6,55	0,054	6,55	0,054	6,55
2	0,071	6,29	0,088	6,42	0,071	5,47
6	0,071	5,16	0,088	5,27	0,079	4,93
8	0,142	3,38	0,085	4,30	0,086	4,90
13	0,196	3,25	0,190	3,34	0,137	3,50
16	0,197	3,21	0,214	3,24	0,167	3,31
21	0,176	3,18	0,231	3,14	0,192	3,23
28	0,221	3,27	0,238	3,27	0,224	3,30
35	0,203	3,25	0,225	3,24	0,200	3,29
42	0,207	3,23	0,237	3,25	0,208	3,28
49	0,211	3,26	0,228	3,27	0,216	3,28

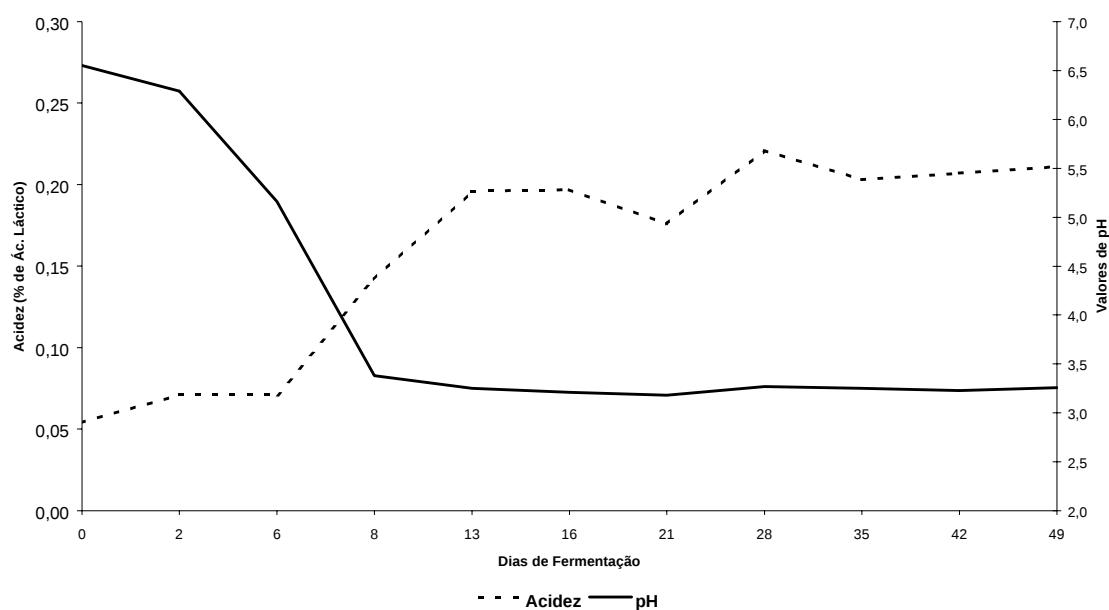


FIGURA 4. Variação da acidez expressa em porcentagem de ácido láctico e pH da matéria-prima no decorrer das fermentações com couve-flor no Tratamento Controle.

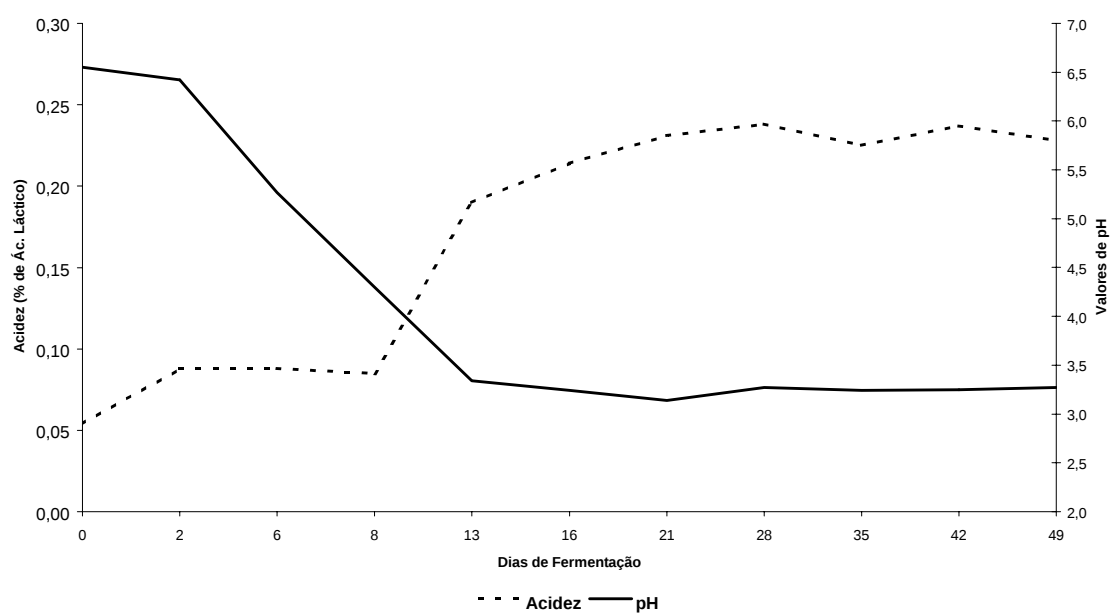


FIGURA 5. Variação da acidez expressa em porcentagem de ácido láctico e pH da matéria-prima no decorrer das fermentações com couve-flor no Tratamento com Adição de Inóculo Comercial.

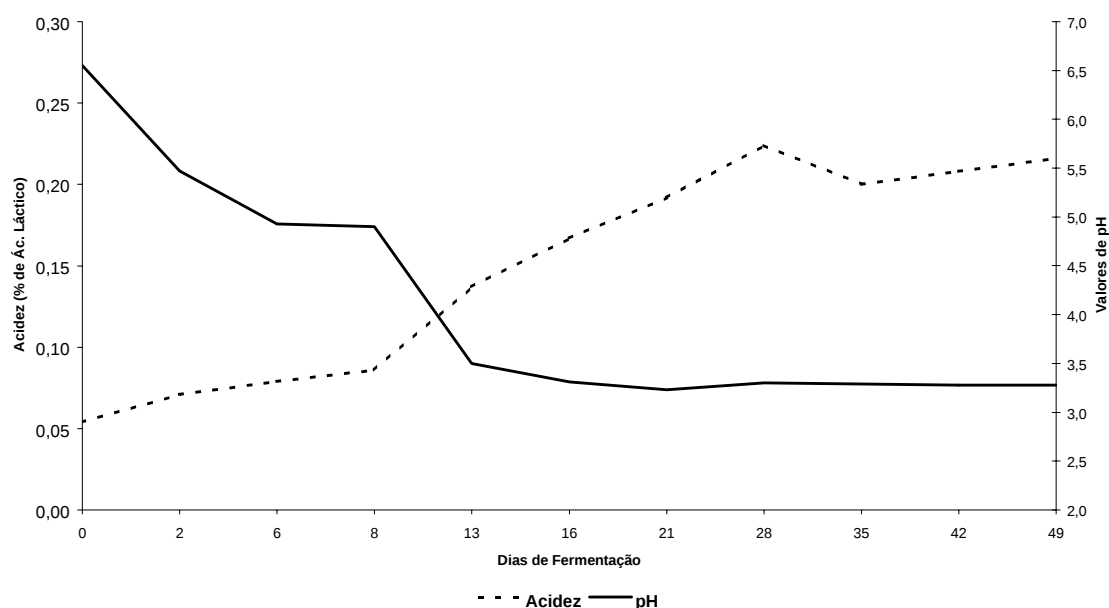


FIGURA 6. Variação da acidez expressa em porcentagem de ácido láctico e pH da matéria-prima no decorrer das fermentações com couve-flor no Tratamento com Adição de Inóculo Comercial + Adição de Ácido Láctico.

5.2.2. Feijão-Vagem

Observando-se a Tabela 3 (Salmoura) e as Figuras 7, 8 e 9, verifica-se que para a fermentação de feijão-vagem no tratamento Testemunha/Controle a acidez máxima (0,530%), foi atingida no 16º dia de fermentação e o pH mínimo (3,10) no 21º dia de fermentação. Para o tratamento com Adição de Inóculo Comercial detectou-se o valor de 0,516% para a acidez máxima no 13º dia de fermentação, enquanto que o pH mínimo (3,09) foi verificado no 21º dia de fermentação. Também, na Tabela 3, nota-se acidez máxima (0,603%) no 21º dia de fermentação e pH mínimo (3,08) no 16º dia de fermentação, para o tratamento com Adição de Inóculo Comercial + Adição de Ácido Láctico. Ainda, nessa mesma Tabela 3, depreende-se que: a) no 16º dia de fermentação verifica-se a acidez máxima (0,530%) para a Testemunha e o pH mínimo (3,08) para o tratamento com Adição de Inóculo Comercial + Adição de Ácido Láctico; e b) no 21º dia de fermentação denota-se os valores de pH mínimo para os tratamentos Testemunha (3,10) e Adição de Inóculo Comercial (3,09) e

também de acidez máxima (0,603 %) para o tratamento Adição de Cultura Pura + Adição de Ácido Lático .

TABELA 3. Acidez expressa em porcentagem de ácido láctico e pH da salmoura no decorrer das fermentações com feijão-vagem.

Dias De Fermentação	FERMENTAÇÕES/TRATAMENTOS					
	Controle (Testemunha)		Adição de Inóculo Comercial		Adição de Inóculo Comercial + Ac. Lático	
	Acidez (% Ac. Lático)	pH	Acidez (% Ac. Lático)	pH	Acidez (% Ac. Lático)	pH
0	0,002	5,49	0,002	5,38	0,071	2,78
2	0,062	4,90	0,037	4,95	0,116	3,88
6	0,143	4,88	0,131	4,91	0,147	4,39
8	0,385	3,27	0,293	3,48	0,434	3,21
13	0,516	3,14	0,516	3,11	0,515	3,13
16	0,530	3,13	0,488	3,10	0,544	3,08
21	0,513	3,10	0,488	3,09	0,603	3,18
28	0,504	3,24	0,466	3,19	0,585	3,14
35	0,509	3,21	0,500	3,17	0,595	3,14
42	0,515	3,20	0,471	3,14	0,581	3,19
49	0,496	3,28	0,434	3,25	0,571	3,19

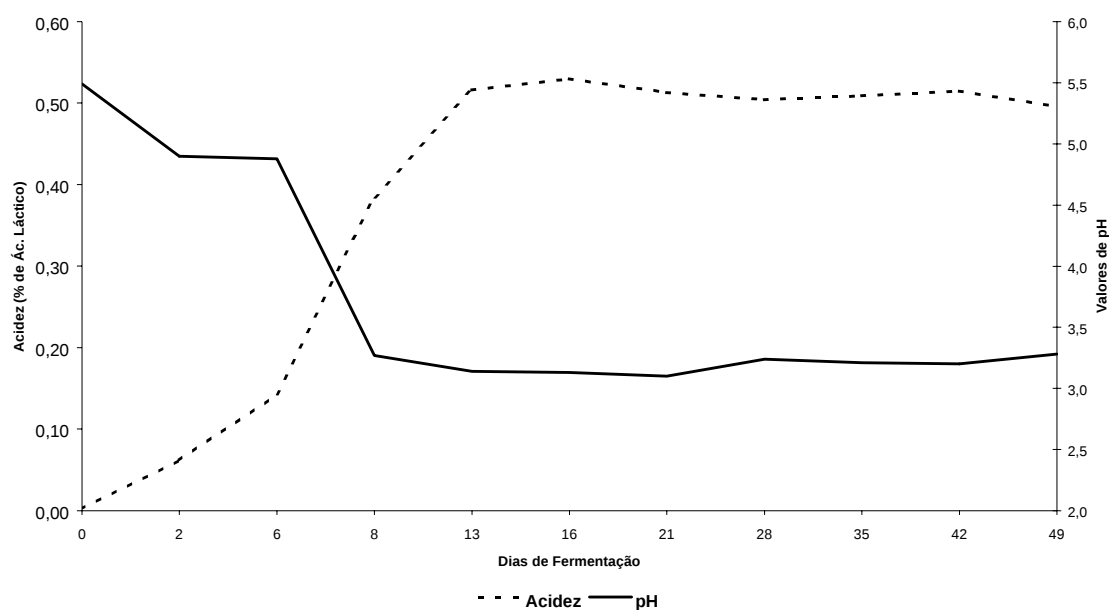


FIGURA 7. Variação da acidez expressa em porcentagem de ácido láctico e pH da salmoura no decorrer das fermentações com feijão-vagem no Tratamento Controle.

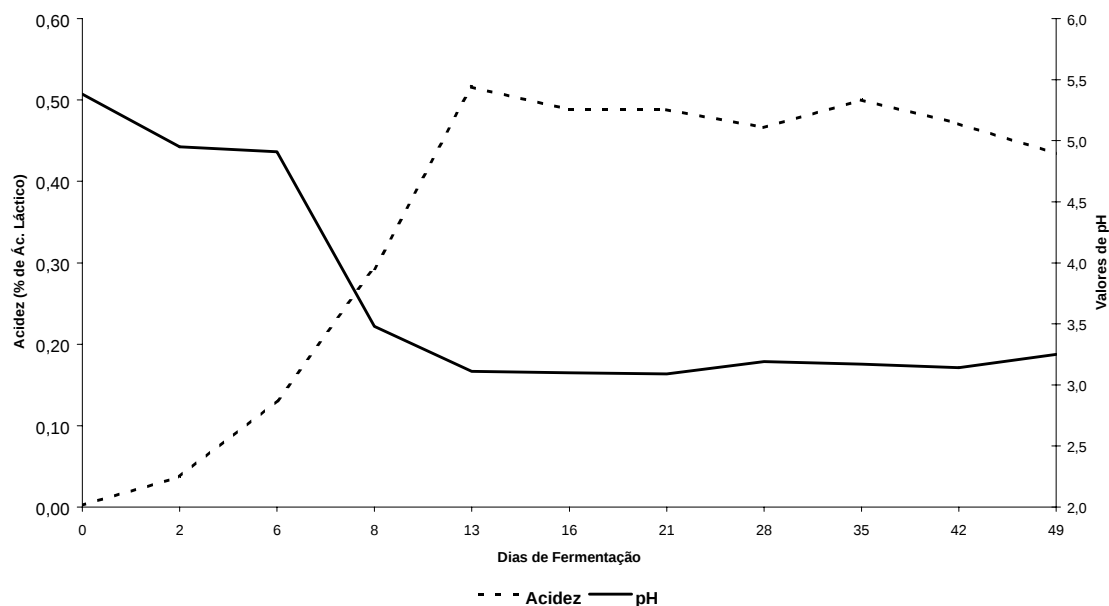


FIGURA 8. Variação da acidez expressa em porcentagem de ácido láctico e pH da salmoura no decorrer das fermentações com feijão-vagem no Tratamento com Adição de Inóculo Comercial.

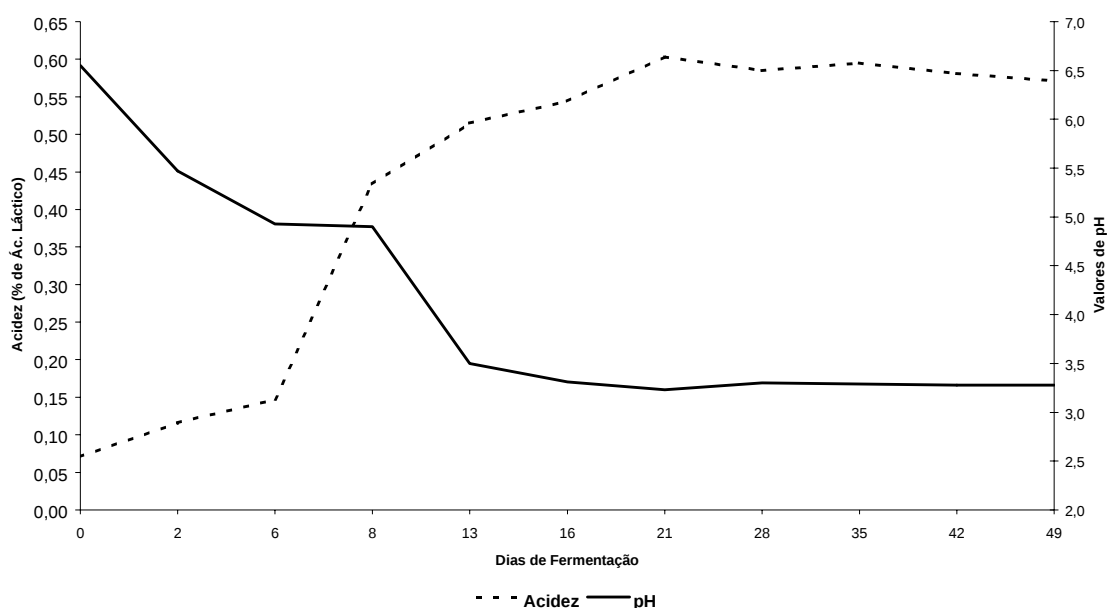


FIGURA 9. Variação da acidez expressa em porcentagem de ácido láctico e pH da salmoura no decorrer das fermentações com feijão-vagem no Tratamento com Adição de Inóculo Comercial + Adição de Ácido Láctico.

Os dados obtidos para a matéria-prima (feijão-vagem) estão apresentados na Tabela 4 e nas Figuras 10, 11 e 12. Verifica-se que para o tratamento Testemunha/Controle o pH mínimo (3,29) foi atingido no 21º dia de fermentação e no 28º dia de fermentação a acidez máxima (0,193%) foi detectada. Para os tratamentos com Adição de Inóculo Comercial, denota-se que a acidez máxima apresenta o mesmo valor (0,182%) no 8º e no 35º dia de fermentação, enquanto que o pH mínimo (3,24) foi verificado no 21º dia de fermentação. Quanto ao tratamento com Adição de Inóculo Comercial + Adição de Ácido Láctico, detectou-se o valor de 0,220% para a acidez máxima no 49º dia de fermentação, enquanto o pH mínimo (3,30) foi observado no 16º e 28º dia de fermentação. Conforme pode ser observado na Tabela 4, no 21º dia de fermentação foram encontrados os valores de 3,29 e 3,24 de pH mínimo, respectivamente, para os tratamentos Testemunha/Controle e com Adição de Inóculo Comercial.

TABELA 4. Acidez expressa em porcentagem de ácido láctico e pH da matéria-prima no decorrer das fermentações com feijão-vagem.

Dias De Fermentação	FERMENTAÇÕES/TRATAMENTOS					
	Controle (Testemunha)		Adição de Inóculo Comercial		Adição de Inóculo Comercial + Ac. Láctico	
	Acidez (% Ac. Láctico)	pH	Acidez (% Ac. Láctico)	pH	Acidez (% Ac. Láctico)	pH
0	0,069	6,25	0,069	6,25	0,069	6,25
2	0,152	5,84	0,167	5,78	0,130	5,45
6	0,090	5,04	0,137	4,82	0,090	4,97
8	0,124	4,03	0,182	3,58	0,118	3,91
13	0,166	3,46	0,178	3,30	0,135	3,54
16	0,161	3,34	0,179	3,25	0,189	3,30
21	0,177	3,29	0,152	3,24	0,208	3,35
28	0,193	3,40	0,169	3,36	0,207	3,30
35	0,181	3,38	0,182	3,32	0,205	3,28
42	0,177	3,37	0,122	3,38	0,209	3,32
49	0,169	3,41	0,137	3,47	0,220	3,32

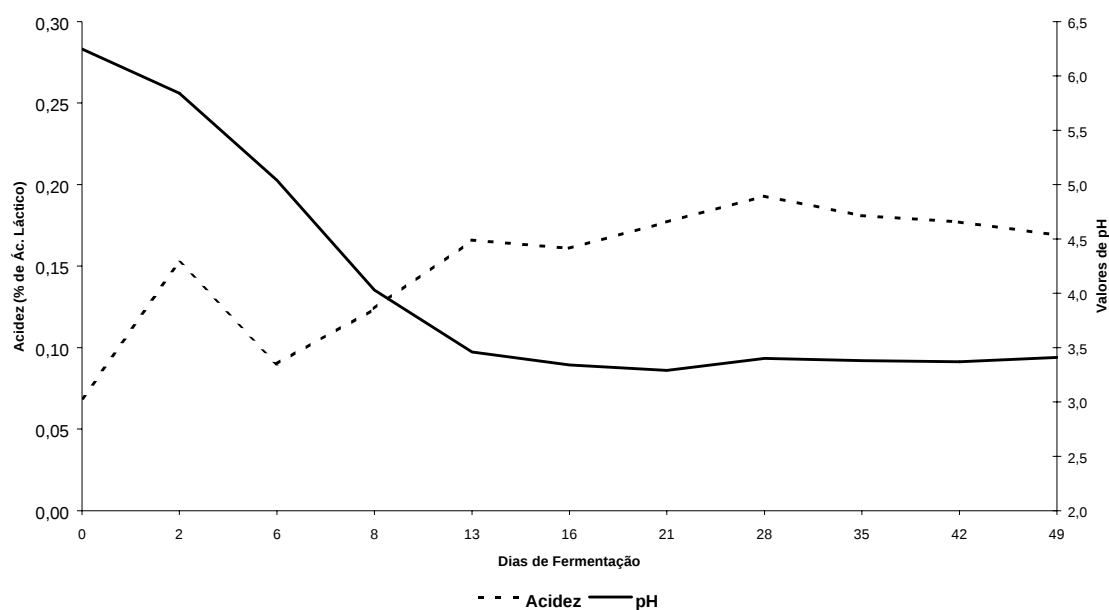


FIGURA 10. Variação da acidez expressa em porcentagem de ácido láctico e pH da matéria-prima no decorrer das fermentações com feijão-vagem no Tratamento Controle.

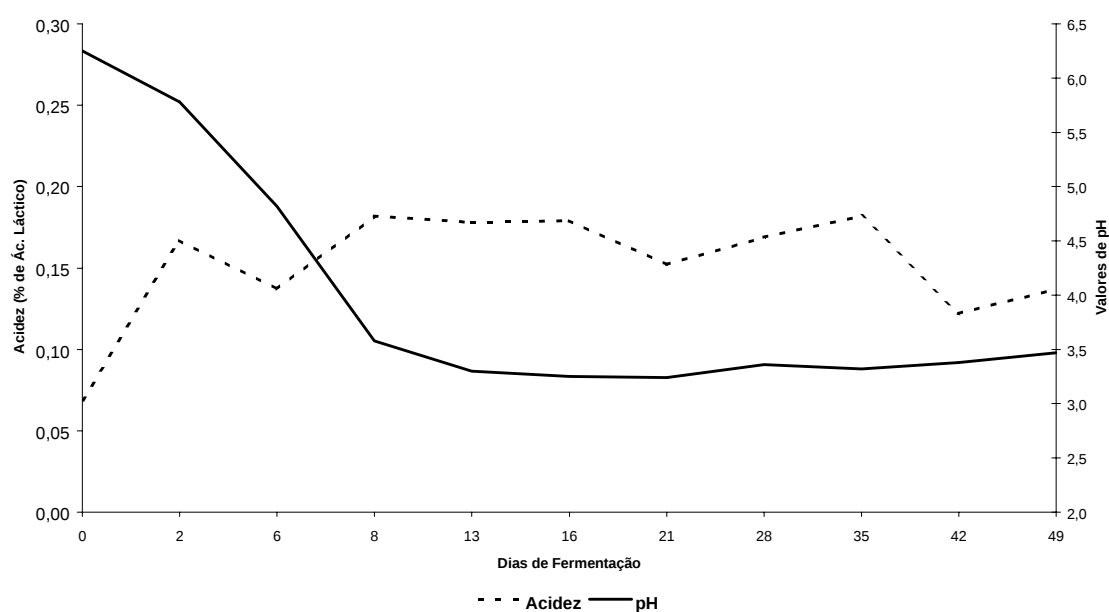


FIGURA 11. Variação da acidez expressa em porcentagem de ácido láctico e pH da matéria-prima no decorrer das fermentações com feijão-vagem no Tratamento com Adição de Inóculo Comercial.

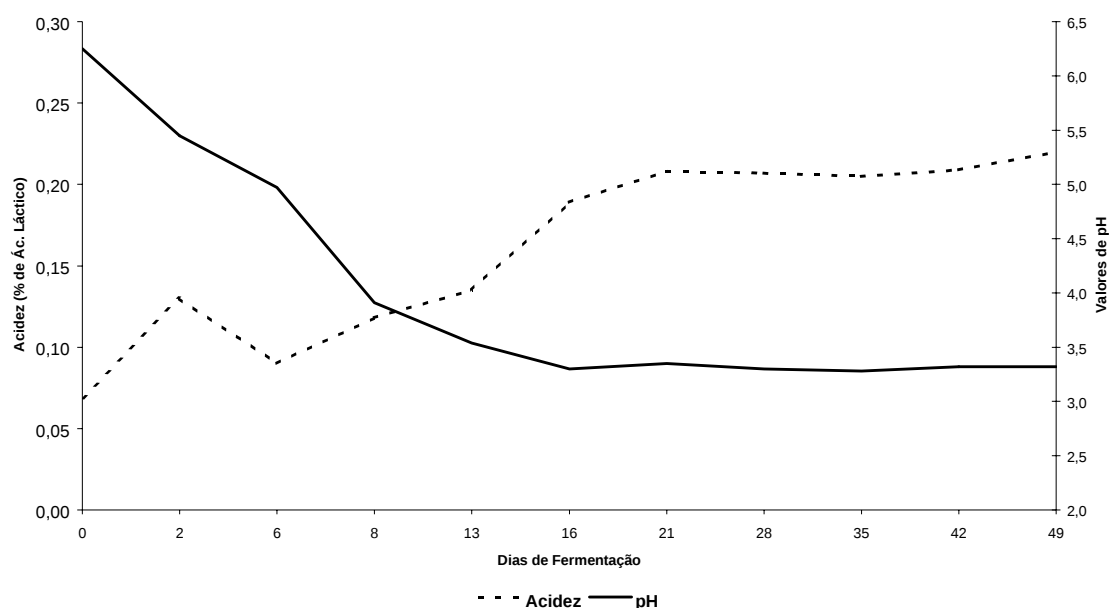


FIGURA 12. Variação da acidez expressa em porcentagem de ácido lático e pH da matéria-prima no decorrer das fermentações com feijão-vagem no Tratamento Tratamento com Adição de Inóculo Comercial + Adição de Ácido Lático.

5.3. Análises Microbiológicas

Os resultados das análises microbiológicas, correspondentes aos ensaios de fermentação com as duas hortaliças (couve-flor e feijão-vagem) estudadas, estão apresentados nas Tabelas numeradas de 5 a 10 e nas Figuras numeradas de 13 a 18 assim distribuídas:

- Tabela 5 - Contagem bactérias lácticas (Log UFC/ml de salmoura) durante a fermentação láctica de couve-flor.
- Tabela 6 - Contagem bactérias lácticas (Log UFC/ml de salmoura) durante a fermentação láctica de feijão-vagem.
- Tabela 7 - Contagem de bactérias do gênero *Leuconostoc* (Log UFC/ml de salmoura) durante a fermentação láctica de couve-flor.

- Tabela 8 -Contagem de bactérias do gênero *Leuconostoc* (Log U.F.C./ml de salmoura) durante a fermentação láctica de feijão-vagem.
- Tabela 9 - Contagem de leveduras (Log U.F.C./ml de salmoura) durante a fermentação láctica de couve-flor.
- Tabela 10 - Contagem de leveduras (Log U.F.C./ml de salmoura) durante a fermentação láctica de feijão-vagem.
- Figura 13 - Representação gráfica da contagem bactérias lácticas (Log U.F.C./ml de salmoura) durante a fermentação láctica de couve-flor.
- Figura 14 – Representação gráfica da contagem de bactérias lácticas (Log U.F.C./ml de salmoura) durante a fermentação láctica de feijão-vagem.
- Figura 15 - Representação gráfica da contagem de bactérias do gênero *Leuconostoc* (Log U.F.C./ml de salmoura) durante a fermentação láctica de couve-flor.
- Figura 16 - Representação gráfica da contagem de bactérias do gênero *Leuconostoc* (Log U.F.C./ml de salmoura) durante fermentação láctica de feijão-vagem.
- Figura 17 - Representação gráfica da contagem de leveduras (Log U.F.C./ml de salmoura) durante a fermentação láctica de couve-flor.
- Figura 18 - Representação gráfica da contagem de leveduras (Log U.F.C./ml de salmoura) durante a fermentação láctica de feijão-vagem.

5.3.1. Contagem de Bactérias Láticas

TABELA 5. Contagem de bactérias láticas (Log U.F.C./ml de salmoura) durante a fermentação láctica de couve-flor.

Dias De Fermentação	FERMENTAÇÕES/TRATAMENTOS					
	Controle (Testemunha)		Adição de Inóculo Comercial		Adição de Inóculo Comercial + Ac. Lático	
	FS*	MRS**	FS	MRS	FS	MRS
0	< 1,00 Est.***	2,40	< 1,00 Est.	> 4,81 Est.	< 1,00 Est.	< 1,00 Est.
2	< 3,00 Est.	5,69	< 3,00 Est.	5,85	< 3,00 Est.	4,80 Est.
6	4,00	6,36 Est.	3,88	6,54 Est.	3,94	6,18 Est.
8	4,70	7,96	4,62	7,77	4,69	7,69
13	5,90	8,98	5,95	9,08	6,00	8,89
16	6,74	9,62	6,78	9,75	6,64	9,59
21	8,15	11,04	8,20	10,48	8,04	11,04
28	9,27	12,32	9,30	11,70	9,23	12,25
35	9,80	12,47	9,72	12,41 Est.	9,85	12,25 Est.
42	9,75	12,38 Est.	9,71	12,30 Est.	9,91	12,61
49	9,52	12, 28 Est.	9,48	12,14 Est.	9,73	12,44 Est.

* Contagem em meio de Fígado – Sorbato – Agar em aerobiose, ** Contagem em meio MRS – Agar (Man, Rogosa & Sharp) em microaerofilia. e *** Estimado.

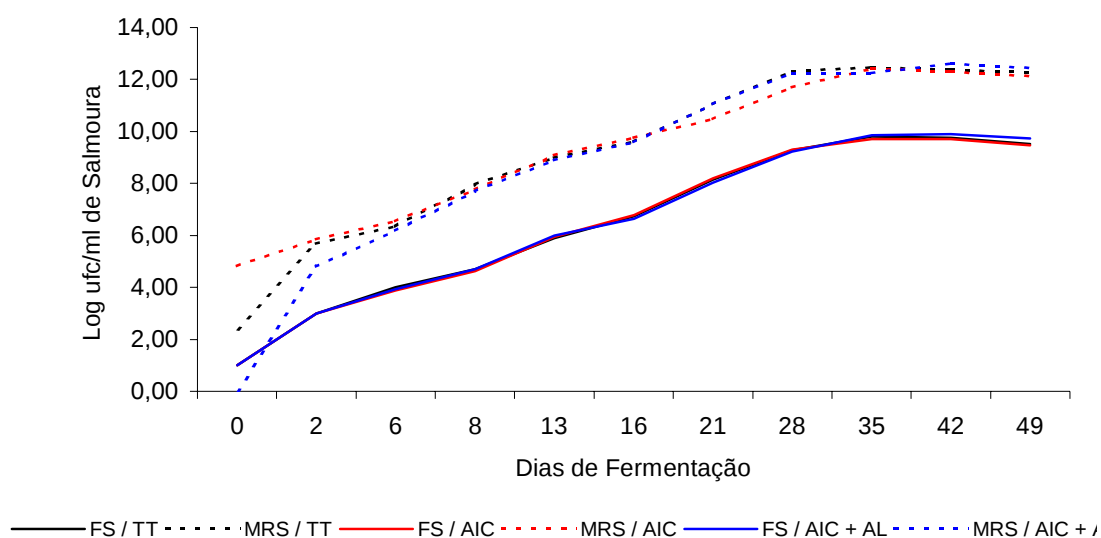


FIGURA 13. Representação gráfica da contagem bactérias lácticas (Log U.F.C./ml de salmoura) durante a fermentação láctica de couve-flor.

TABELA 6. Contagem e bactérias lácticas (Log U.F.C./ml de salmoura) durante a fermentação láctica de feijão-vagem.

Dias De Fermentação	FERMENTAÇÕES/TRATAMENTOS					
	Controle (Testemunha)		Adição de Inóculo Comercial		Adição de Inóculo Comercial + Ac. Láctico	
	FS*	MRS**	FS	MRS	FS	MRS
0	< 1,00 Est.***	1,82	< 1,00 Est.	> 4,80 Est.	< 1,00 Est.	3,18
2	3,62	5,20 Est.	3,94	5,48 Est.	2,70 Est.	3,45
6	5,11	6,57	5,20	6,59	3,38 Est.	3,00
8	5,90	7,78	5,89	7,83	4,75	3,70
13	7,08	8,92	6,97	9,00	5,99	5,91
16	7,81	9,80	7,83	9,85	6,72	6,74
21	9,08	11,08	9,15	11,15	8,96	10,92
28	10,15	12,34	10,20	12,52	10,04	12,25
35	10,76	12,76	10,70	12,74	10,81	12,86
42	10,66	12,63	10,58	12,54	10,72	12,70
49	10,11	12,50	10,23	12,46	10,60	12,61

* Contagem em meio de Fígado – Sorbato – Agar em aerobiose, ** Contagem em meio MRS – Agar (Man, Rogosa & Sharp) em microaerofilia e *** Estimado.

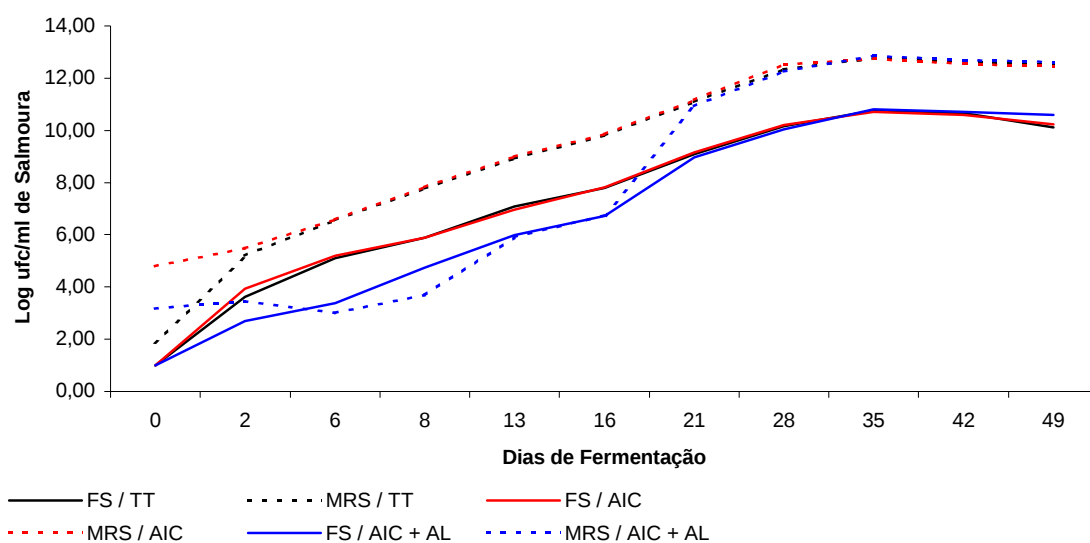


FIGURA 14. Representação gráfica da contagem bactérias lácticas (Log U.F.C./ml de salmoura) durante a fermentação láctica de feijão-vagem.

5.3.2. Contagem de Bactérias do Gênero *Leuconostoc*

TABELA 7. Contagem de bactérias do gênero *Leuconostoc* (Log U.F.C./ml de salmoura) durante a fermentação láctica de couve-flor.

Dias de Fermentação	FERMENTAÇÕES/TRATAMENTOS		
	Testemunha (Controle)	Adição de Inóculo	Ad. de Inóc. + Ac.Lático
0	1,3 Estimado	1,48 Estimado	< 1,00 Estimado
2	3,36	1,90 Estimado	< 1,00 Estimado
6	6,00	4,40 Estimado	4,48
8	7,34 Estimado	3,48 Estimado	3,48 Estimado
13	< 7,00 Estimado	< 3,00 Estimado	< 3,00 Estimado
16	5,20 Estimado	< 2,00 Estimado	< 2,00 Estimado
21	< 3,00 Estimado	< 1,00 Estimado	< 1,00 Estimado
28	< 2,00 Estimado	< 1,00 Estimado	< 1,00 Estimado
35	< 1,00 Estimado	< 1,00 Estimado	< 1,00 Estimado
42	< 1,00 Estimado	< 1,00 Estimado	< 1,00 Estimado
49	< 1,00 Estimado	< 1,00 Estimado	< 1,00 Estimado

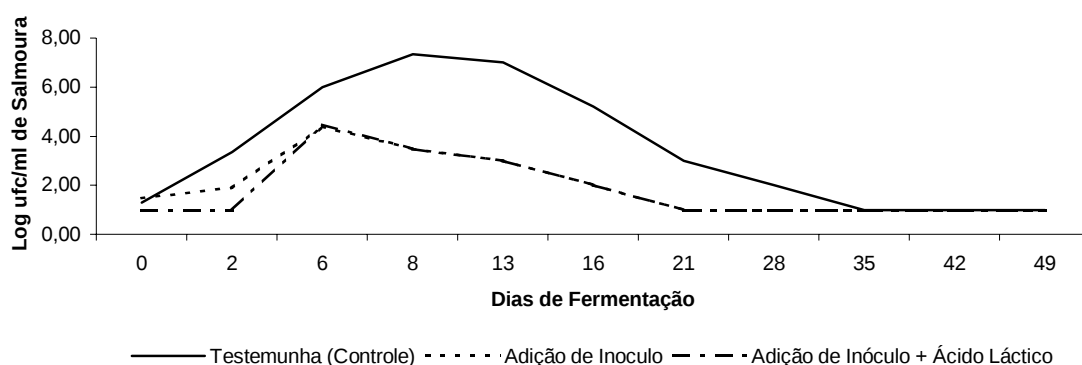


FIGURA 15. Representação gráfica da contagem de bactérias do gênero *Leuconostoc* (Log U.F.C./ml de salmoura) durante a fermentação láctica de couve-flor.

TABELA 8. Contagem de bactérias do gênero *Leuconostoc* (Log U.F.C./ml de salmoura) durante a fermentação láctica de feijão-vagem.

Dias de Fermentação	FERMENTAÇÕES/TRATAMENTOS		
	Testemunha (Controle)	Adição de Inoculo	Ad. de Inóc. + Ac.Lático
0	1,30 Estimado	< 1,00 Estimado	< 1,00 Estimado
2	1,95 Estimado	< 1,00 Estimado	< 1,00 Estimado
6	4,34	< 2,00 Estimado	< 1,00 Estimado
8	4,62	< 1,00 Estimado	< 1,00 Estimado
13	< 3,00 Estimado	< 1,00 Estimado	< 1,00 Estimado
16	< 2,00 Estimado	< 1,00 Estimado	< 1,00 Estimado
21	< 1,00 Estimado	< 1,00 Estimado	< 1,00 Estimado
28	< 1,00 Estimado	< 1,00 Estimado	< 1,00 Estimado
35	< 1,00 Estimado	< 1,00 Estimado	< 1,00 Estimado
42	< 1,00 Estimado	< 1,00 Estimado	< 1,00 Estimado
49	< 1,00 Estimado	< 1,00 Estimado	< 1,00 Estimado

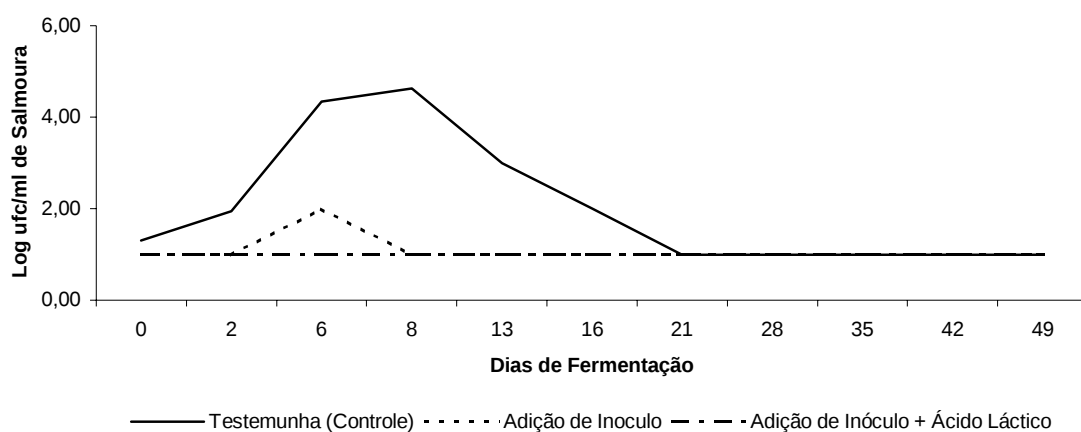


FIGURA 16. Representação gráfica da contagem de bactérias do gênero *Leuconostoc* (Log U.F.C./ml de salmoura) durante a fermentação láctica de feijão-vagem.

5.3.3. Contagem de Leveduras

TABELA 9. Contagem de leveduras (Log U.F.C. /ml de salmoura) durante a fermentação láctica de couve-flor.

Dias de Fermentação	FERMENTAÇÕES/TRATAMENTOS		
	Testemunha (Controle)	Adição de Inoculo	Ad. de Inóc. + Ac.Lático
0	3,08	> 4,81	1,38 Estimado
2	4,23 Estimado	5,87	3,70 Estimado
6	6,98	7,48	5,66
8	8,23	7,99	6,04
13	9,08	9,04	6,98
16	9,92	10,00	7,80
21	11,11	11,18	8,98
28	12,20	12,25	10,11
35	12,43 Estimado	12,59	12,85
42	11,84 Estimado	12,08 Estimado	12,78
49	12,20	12,15	12,18

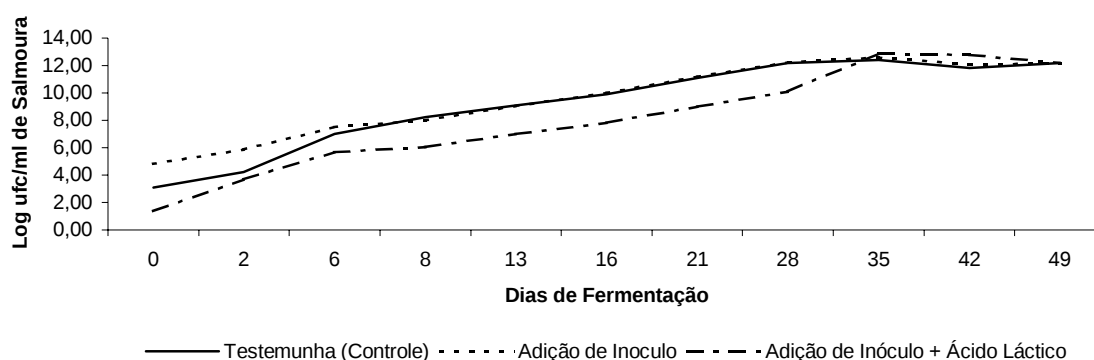


FIGURA 17. Representação gráfica da contagem de leveduras (Log U.F.C. /ml de salmoura) durante a fermentação láctica de couve-flor.

TABELA 10. Contagem de leveduras (Log U.F.C./ml de salmoura) durante a fermentação láctica de feijão-vagem.

Dias de Fermentação	FERMENTAÇÕES/TRATAMENTOS		
	Testemunha (Controle)	Adição de Inoculo	Ad. de Inóc. + Ac.Lático
0	> 4,81 Estimado	> 4,81 Estimado	2,00
2	4,72	4,98	7,43
6	7,00	7,08	6,30 Estimado
8	7,79	7,90	7,54
13	9,20	9,25	9,00
16	9,95	9,96	9,86
21	11,11	11,14	11,08
28	12,23	12,25	12,18
35	13,11	13,15	13,04
42	13,64	13,56	13,64
49	13,64	13,41 Estimado	13,70

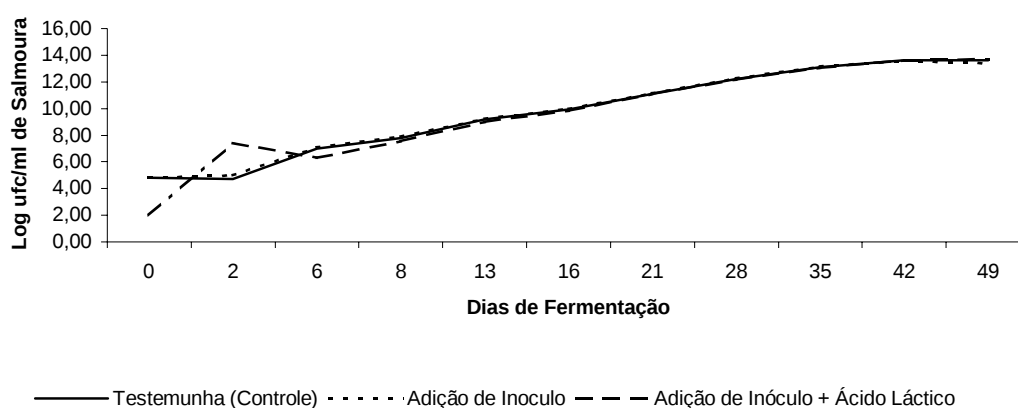


FIGURA 18. Representação gráfica da contagem de leveduras (Log U.F.C. /ml de salmoura) durante a fermentação láctica de feijão-vagem.

Observando-se as Tabelas numeradas de 5 a 10 e as figuras numeradas de 13 a 18, referentes as análises microbiológicas, nota-se que para os três tratamentos de fermentação (Testemunha/Controle, Adição de Inóculo Comercial e Adição de Inóculo Comercial + Adição de Ácido Lático) e para as duas hortaliças estudadas (couve-flor e feijão-vagem), foi verificada a presença de bactérias lácticas, bactérias do gênero *Leuconostoc* e leveduras.

Para contagem de bactérias lácticas (Tabela 5 e 6 e Figuras 13 e 14), tendo-se em vista a utilização de meios e sistema de cultivo diferentes, verificou-se diferentes valores, em relação ao número total de unidades formadoras de colônias (U.F.C.), em todas as amostragens realizadas no decorrer do processo fermentativo. Assim, obteve-se contagens mais elevadas quando se empregou o meio de cultura M.R.S. Agar (Man, Rogosa e Sharp) em condições de microaerofilia e, valores menores para as contagens efetuadas no meio de cultura convencional F.S. Agar (Figado Sorbato - Agar) e incubação feita em aerobiose. Ainda, em relação as bactérias lácticas e como era de se esperar, no início do processo fermentativo, as contagens se apresentaram mais elevadas para o tratamento com Adição de Inóculo Comercial. No decorrer do processo fermentativo, para as diferentes hortaliças (couve-flor e feijão-vagem) e também, para os três ensaios de fermentação realizados, verificou-se que o número de unidades formadoras de colônias (U.F.C.) de bactérias lácticas foram similares.

Em relação as bactérias do gênero *Leuconostoc*, verifica-se na Tabela 7 e na Figura 15 que para couve-flor no tratamento Testemunha/Controle, as contagens foram mais elevadas desde o início do processo fermentativo. Porém, nota-se que nas três últimas amostragens analisadas (35º, 42º e 49º dias de fermentação) os valores do número de unidades formadoras de colônias (U.F.C.) foram os mesmos para os três tratamentos de fermentação láctica efetuados com a couve-flor. Quanto à vagem, o gênero *Leuconostoc* (Tabela 8) mostrou contagens mais elevadas para o tratamento Testemunha/Controle, quando comparado aos outros dois tratamentos (Adição de Inóculo Comercial e Adição de Inóculo Comercial + Adição de Ácido Lático), cujas contagens foram baixas e praticamente idênticas do início ao final do processo fermentativo. No entanto, depreende-se que para aquele ensaio (tratamento Testemunha/Controle), os valores mais altos para a contagem de bactérias do gênero *Leuconostoc*, foram verificados até a amostragem efetuada no 16º dia de fermentação, para em

seguida, se igualar aos valores detectados para os outros dois ensaios de fermentação com vagem, tomando-se como referência o 21º dia de fermentação (Tabela 8 e Figura 16).

Quanto às leveduras, conforme pode-se observar nas Tabelas 9 e 10 e nas Figuras 17 e 18, as contagens foram similares para os três ensaios de fermentação realizados com as duas hortaliças estudadas (couve-flor e feijão-vagem).

5.4. Avaliação Sensorial

Os resultados da avaliação sensorial dos pickles em vinagre, elaborados com a matéria prima fermentada e não fermentada para cada uma das hortaliças estudadas: couve-flor e feijão-vagem, são apresentados nas Tabelas numeradas 11 e 12. Assim distribuídas:

- Tabela 11 - Avaliação sensorial dos pickles de couve-flor, elaborados com a matéria-prima fermentada e não fermentada.
- Tabela 12 - Avaliação sensorial dos pickles de feijão-vagem, elaborados com a matéria-prima fermentada e não fermentada.

5.4.1. Couve-Flor

Observando-se a Tabela 11, verifica-se que a análise estatística da avaliação sensorial dos pickles elaborados com couve-flor, mostrou não haver diferença significativa entre os tratamentos efetuados, para todos os atributos de qualidade avaliados: aroma (de produto de fermentado), aroma estranho, sabor, sabor ácido, sabor picante, sabor estranho, maciez/dureza, cor característica e aparência geral.

TABELA 11. Avaliação sensorial dos pickles de couve-flor, elaborados com a matéria-prima fermentada e não fermentada.

Atributo Sensorial	FERMENTAÇÕES/TRATAMENTOS*			
	Testemunha (Controle)	Adição de Inoculo	Adição de Inóculo + Ácido Lático	“In Natura”
Aroma de produto fermentado	6,77*	5,61	6,54	6,91
Aroma estranho	1,4	1,3	1,4	1,3
Sabor	5,83	5,46	5,83	6,03
Sabor ácido	6,51	5,7	6,14	4,78
Sabor picante	4,65	4,9	5,11	5,91
Sabor estranho	1	1	1	1,7
Maciez/Dureza	3,6	3,4	3,4	3
Cor característica	7,13	7,18	6,13	7,04
Aparência geral	6,82	7	5,51	5,76

* Não houve diferença significativa entre as médias dos tratamentos, à 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

No entanto, uma análise global dos resultados (levando-se em consideração apenas os atributos de qualidade) apresentados nesta mesma Tabela (11), sem levar em consideração a análise estatística, permite verificar que os pickles elaborados com a matéria prima fermentada apresentaram-se de qualidade superior àquele oriundo da matéria prima "in natura", ou seja, sem ter sido submetido ao processo de fermentação láctica. Ainda, pode-se denotar que o pickle proveniente do tratamento Testemunha/Controle, apresentou-se como o melhor e os pickles elaborados a partir dos tratamentos com Adição de Inóculo Comercial e Adição de Inóculo Comercial + Adição de Ácido Lático podem ser considerados intermediários.

5.4.2. Feijão-Vagem

Observando-se a Tabela 12, verifica-se que a análise estatística da avaliação sensorial dos picles elaborados com feijão-vagem, mostrou não haver diferença estatisticamente significativa entre os tratamentos efetuados, para a maioria dos atributos de qualidade estudados: aroma (de produto fermentado), aroma estranho, sabor, sabor picante, sabor estranho, maciez/dureza, cor característica e aparência geral. Houve diferença significativa, a nível de 5% de probabilidade, unicamente para o atributo sabor ácido. Assim sendo, constata-se que o picles elaborado com a matéria prima fermentada (Tratamento Testemunha/Controle) apresentou-se como o melhor e o picles elaborado com a matéria prima não fermentada ("in natura") de qualidade inferior e, àqueles oriundos do tratamento com Adição de Cultura Pura e Adição de Inóculo + Ácido Lático (tratamentos com a matéria prima fermentada) apresentaram-se de qualidade intermediária.

TABELA 12. Avaliação sensorial dos picles de feijão-vagem, elaborados com a matéria-prima fermentada e não fermentada.

Atributo Sensorial	FERMENTAÇÕES/TRATAMENTOS			
	Testemunha (Controle)	Adição de Inoculo	Adição de Inóculo + Ácido Lático	"In Natura"
Aroma de produto fermentado	6,66	6,1	6,33	6,88
Aroma estranho	1,3	1,1	1,2	1,2
Sabor	5,85	5,74	5,79	6,24
Sabor ácido	6,89 a*	5,97 ab	6,03 ab	4,88 b
Sabor picante	4,39	4,36	4,85	5,18
Sabor estranho	1	1	1	1,2
Maciez/Dureza	3,9	3,5	3,8	3,1
Cor característica	7,02	7,01	6,16	6,87
Aparência geral	6,62	6,99	5,98	6,25

* Letras diferentes indicam haver diferença significativa entre as médias de cada tratamento, à 5% de probabilidade, pelo teste Tukey.

Pela análise geral dos resultados (levando-se em consideração apenas os atributos de qualidade) apresentados nesta mesma Tabela (12), sem levar em consideração a análise estatística, pode-se denotar que os pickles elaborados com a matéria prima fermentada se apresentaram de qualidade superior àquele oriundo da matéria prima "in natura", ou seja, sem ter sido submetida ao processo de fermentação láctica; podendo ser considerado como de melhor qualidade o pickles proveniente do Tratamento Testemunha (Controle). Os pickles elaborados a partir do feijão-vagem submetido aos tratamentos de fermentação láctica com Adição de Inóculo Comercial e com Adição de Inóculo Comercial + Adição de Ácido Láctico, podem ser considerados intermediários.

5.5. Aspectos Econômicos e Energéticos

5.5.1. Cálculo do custo do processo de fermentação láctica em diferentes hortaliças

A determinação do custo padrão do processo de fermentação láctica, referente aos ensaios de fermentação (Tratamento Testemunha/Controle, Tratamento com Adição de Inóculo Comercial e Tratamento com Adição de Inóculo Comercial + Adição de Ácido Láctico) para cada uma das diferentes hortaliças (couve-flor e feijão-vagem), estão apresentados nas Tabelas numeradas de 13 a 18, distribuídas da seguinte maneira:

- Tabela 13 – Cálculo do custo unitário para o processamento de 570 g de pickles de couve-flor, no Tratamento Testemunha/Controle.
- Tabela 14 – Cálculo do custo unitário para o processamento de 570 g de pickles de couve-flor, no Tratamento com Adição de Inóculo Comercial.
- Tabela 15 – Cálculo do custo unitário para o processamento de 570 g de pickles de couve-flor, no Tratamento com Adição de Inóculo Comercial + Adição de Ácido Láctico.

- Tabela 16 – Cálculo do custo unitário para o processamento de 570 g de picles de feijão-vagem, no Tratamento Testemunha/Controle.
- Tabela 17 – Cálculo do custo unitário para o processamento de 570 g de picles de feijão-vagem, no Tratamento com Adição de Inóculo Comercial.
- Tabela 18 – Cálculo do custo unitário para o processamento de 570 g de picles de feijão-vagem, no Tratamento com Adição de Inóculo Comercial + Adição de Ácido Lático.

5.5.1.1. Couve-Flor

Observando-se a Tabela 13, verifica-se que o custo para o processamento de picles de couve-flor, no Tratamento Testemunha/Controle foi de R\$ 2,58 / 570 g de produto.

Tabela 13. Cálculo do custo unitário para o processamento de 570 g de picles de couve-flor, no Tratamento Testemunha/Controle.

Tratamento Testemunha/Controle					
Itens	Parâmetros Técnicos	Quantidade	Preço Unit. (R\$)	Custo Total (R\$)	% do Total
Insumos					
Hortaliça	Kg	0,350	2,03	0,71	27,5
Sal	Kg	0,100	0,80	0,08	3,1
Vinagre	Litros	0,200	1,45	0,29	11,2
Condimentos	Kg	0,020	22,35	0,45	17,4
Embalagem	Unidade	1,00	0,88	0,88	34,1
Energia					
Pasteurizador	KWh	0,08	0,31	0,02	0,8
B.O.D.	KWh	0,48	0,31	0,15	5,9
Total				2,58	100,0

Observando-se a Tabela 14, verifica-se que o custo para o processamento de picles de couve-flor, no Tratamento com Adição de Inóculo Comercial foi de R\$ 2,70 / 570 g de produto.

Tabela 14. Cálculo do custo unitário para o processamento de 570 g de picles de couve-flor, no Tratamento com Adição de Inóculo Comercial.

Tratamento com Adição de Inóculo Comercial					
Itens	Parâmetros	Quantidade	Preço Unit.	Custo Total	% do Total
	Técnicos		(R\$)	(R\$)	
Insumos					
Hortaliça	Kg	0,350	2,03	0,71	26,3
Sal	Kg	0,100	0,80	0,08	3,0
Cultura lática	Kg	0,00001	1.000,00	0,01	0,4
Vinagre	Litros	0,200	1,45	0,29	10,7
Condimentos	Kg	0,020	22,35	0,45	16,7
Embalagem	Unidade	1,00	0,88	0,88	32,6
Energia					
Pasteurizador	KWh	0,08	0,31	0,02	0,7
B.O.D.	KWh	0,83	0,31	0,26	9,6
Total				2,70	100,0

Observando-se a Tabela 15, verifica-se que o custo para o processamento de picles de couve-flor, no Tratamento com Adição de Inóculo Comercial + Adição de Ácido Lático foi de R\$ 2,78 / 570 g de produto.

Tabela 15. Cálculo do custo unitário para o processamento de 570 g de picles de couve-flor, no Tratamento com Adição de Inóculo Comercial + Adição de Ácido Lático.

Tratamento Testemunha/Controle					
Itens	Parâmetros	Quantidade	Preço Unit.	Custo Total	% do Total
	Técnicos		(R\$)	(R\$)	
Insumos					
Hortalíça	Kg	0,350	2,03	0,71	25,5
Sal	Kg	0,100	0,80	0,08	3,0
Cultura lática	Kg	0,00001	1.000,00	0,01	0,4
Ácido Lático	Kg	0,006	14,00	0,08	3,0
Vinagre	Litros	0,200	1,45	0,29	10,5
Condimentos	Kg	0,020	22,35	0,45	16,2
Embalagem	Unidade	1,00	0,88	0,88	31,2
Energia					
Pasteurizador	KWh	0,08	0,31	0,02	0,8
B.O.D.	KWh	0,83	0,31	0,26	9,4
Total				2,78	100,0

5.5.1.2. Feijão-Vagem

Observando-se a Tabela 16, verifica-se que o custo para o processamento de picles de feijão-vagem, no Tratamento Testemunha/Controle foi de R\$ 2,43 / 570 g de produto.

Tabela 16. Cálculo do custo unitário para o processamento de 570 g de picles de feijão-vagem, no Tratamento Testemunha/Controle.

Tratamento Testemunha/Controle					
Itens	Parâmetros Técnicos	Quantidade	Preço Unit. (R\$)	Custo Total (R\$)	% do Total
Insumos					
Hortaliça	Kg	0,350	1,50	0,52	21,4
Sal	Kg	0,100	0,80	0,08	3,3
Vinagre	Litros	0,200	1,45	0,29	12,0
Condimentos	Kg	0,020	22,35	0,45	18,5
Embalagem	Unidade	1,00	0,88	0,88	36,2
Energia					
Pasteurizador	KWh	0,08	0,31	0,02	0,8
B.O.D.	KWh	0,62	0,31	0,19	7,8
Total				2,43	100,0

Observando-se a Tabela 17, verifica-se que o custo para o processamento de picles de feijão-vagem, no Tratamento com Adição de Inóculo Comercial foi de R\$ 2,44 / 570 g de produto.

Tabela 17. Cálculo do custo unitário para o processamento de 570 g de picles de feijão-vagem, no Tratamento com Adição de Inóculo Comercial.

Tratamento Testemunha/Controle					
Itens	Parâmetros Técnicos	Quantidade	Preço Unit. (R\$)	Custo Total (R\$)	% do Total
Insumos					
Hortaliça	Kg	0,350	1,50	0,52	21,3
Sal	Kg	0,100	0,80	0,08	3,3
Cultura lática	Kg	0,00001	1.000,00	0,01	0,4
Vinagre	Litros	0,200	1,45	0,29	11,9
Condimentos	Kg	0,020	22,35	0,45	18,4
Embalagem	Unidade	1,00	0,80	0,88	36,0
Energia					
Pasteurizador	KWh	0,08	0,31	0,02	0,8
B.O.D.	KWh	0,62	0,31	0,19	7,9
Total				2,44	100,0

Observando-se a Tabela 18, verifica-se que o custo para o processamento de picles de feijão-vagem, no Tratamento com Adição de Inóculo Comercial + Adição de Ácido Lático foi de R\$ 2,51 / 570 g de produto.

Tabela 18. Cálculo do custo unitário para o processamento de 570 g de picles de feijão-vagem, no Tratamento com Adição de Inóculo Comercial + Adição de Ácido Lático.

Tratamento com Adição de Inóculo Comercial + Adição de Ácido Lático					
Itens	Parâmetros	Quantidade	Preço Unit.	Custo Total	% do Total
	Técnicos		(R\$)	(R\$)	
Insumos					
Hortaliça	Kg	0,350	1,50	0,52	21,0
Sal	Kg	0,100	0,80	0,08	3,2
Cultura Lática	Kg	0,00001	1.000,00	0,01	0,4
Ácido Lático	Kg	0,005	14,00	0,07	2,8
Vinagre	Litros	0,200	1,45	0,29	11,5
Condimentos	Kg	0,020	22,35	0,45	17,6
Embalagem	Unidade	1,00	0,88	0,88	35,0
Energia					
Pasteurizador	KWh	0,08	0,31	0,02	0,8
B.O.D.	KWh	0,62	0,31	0,19	7,7
Total				2,51	100,0

5.5.2. Armazenamento refrigerado comum em diferentes hortaliças e o consumo de energia

Os resultados das determinações de perda de massa em relação a massa inicial (expressa em porcentagem), as determinações da “vida de prateleira”, consumo de energia elétrica, custo do armazenamento refrigerado e também o custo do processamento mínimo para cada uma das diferentes hortaliças, (couve-flor e feijão-vagem), estão apresentados nas Tabelas numeradas de 13 a 22, distribuídas da seguinte maneira:

- Tabela 19 - Perda de massa em relação a massa inicial (%), de couve-flor minimamente processada.
- Tabela 20 - “ Vida de Prateleira” de couve-flor minimamente processada.
- Tabela 21 - Consumo de energia elétrica expressa em KWh, para o armazenamento de 250 g de couve-flor minimamente processada.
- Tabela 22 - Custo do armazenamento refrigerado de couve-flor minimamente processada expresso em R\$ / 250 g de produto.
- Tabela 23 - Custo para o processamento mínimo de couve-flor expresso em R\$ / 250 g de produto.
- Tabela 24 - Perda de massa em relação a massa inicial (em %), de feijão-vagem minimamente processado.
- Tabela 25 - “Vida de Prateleira” de feijão-vagem minimamente processado.

- Tabela 26 - Consumo de energia expressa em KWh, para o armazenamento de 250 g de feijão-vagem minimamente processado.
- Tabela 27- Custo do armazenamento refrigerado de feijão-vagem minimamente processado expresso em R\$ / 250 g de produto.
- Tabela 28 - Custo para o processamento mínimo de feijão-vagem expresso em R\$ / 250 g de produto.

7.5.2.1. Couve-Flor

Observando-se a Tabela 19, verifica-se através da análise de variância para a característica “perda de massa” (em relação a massa inicial) expressa em porcentagem, de couve-flor minimamente processada, haver diferença significativa entre os tratamentos efetuados, constatando-se que Tratamento com Atmosfera Modificada apresentou-se como o melhor.

Tabela 19. Perda de massa em relação a massa inicial (em %), de couve-flor minimamente processada.

Dias	Tratamentos	
	Controle/Testemunha	Atmosfera Modificada
1	0	0
3	7,59 a *	1,25 b
6	16,14 a	1,69 b
9	23,90 a	2,04 b
12	31,54 a	2,34 b
15	39,28 a	2,64 b
18	45,72 a	2,91 b
21	51,23 a	3,17 b
24	57,18 a	3,44 b
27	61,58 a	3,46 b
30	65,36 a	3,62 b
33	69,22 a	4,02 b
36	72,20 a	4,32 b
39	75,40 a	4,81 b

* Letras diferentes indicam haver diferença significativa entre as médias de cada tratamento, à 5% de probabilidade, pelo teste Tukey.

Observando-se a Tabela 20, verifica-se que no Tratamento Testemunha/Controle a “vida de prateleira” das couves-flores minimamente processadas foi de 12 dias e no Tratamento com Atmosfera Modificada a “ vida de prateleira” foi de 30 dias.

Tabela 20. “ Vida de Prateleira” de couve-flor minimamente processada.

Dias	Tratamentos	
	Controle/Testemunha	Atmosfera Modificada
	12	30

Observando-se a Tabela 21, verifica-se que o consumo diário de energia elétrica, para o armazenamento de 250 g de couve-flor minimamente processada, no tratamento com Atmosfera Modificada foi 0,07 KWh. E o consumo total, levando-se em consideração a vida de prateleira (do produto), foi de 2,07 KWh.

Tabela 21. Consumo de energia expresso em KWh, para o armazenamento de 250 g de couve-flor minimamente processada.

Consumo	Tratamento com Atmosfera Modificada
Diário	0,07 KWh
Total	2,07 KWh

Observando-se a Tabela 22, verifica-se que o custo diário para o armazenamento refrigerado de couve-flor minimamente processada, no tratamento com Atmosfera Modificada, foi de R\$ 0,02 / 250 g de produto. E o custo total, levando-se em consideração a vida de prateleira, foi de R\$ 0,64 / 250 g de produto.

Tabela 22. Custo do armazenamento refrigerado de couve-flor minimamente processada expresso em R\$ / 250 g de produto.

Custo	Tratamento com Atmosfera Modificada
Diário	R\$ 0,02
Total	R\$ 0,64

Observando-se a Tabela 23, verifica-se que o custo para o processamento mínimo de couve-flor no tratamento com atmosfera modificada foi de R\$ 0,71 / 250 g de produto.

Tabela 23. Custo para o processamento mínimo de couve-flor expresso em R\$ / 250 g de produto.

Tratamento com Atmosfera Modificada					
Itens	Parâmetros Técnicos	Quantidade	Preço Unit. (R\$)	Custo (R\$)	% do Total
Hortaliça	Kg	0,250	2,03	0,51	72,0
Sanitizante	Litros	0,012	3,90	0,05	7,0
Embalagem	Unidade	1	0,13	0,13	18,0
Filme de PVC	Metros	0,5	0,04	0,02	3,0
Custo Total				0,71	100,0

5.5.2.2. Feijão-Vagem

Observando-se a Tabela 24, verifica-se através da análise de variância para a característica perda de massa (em relação a massa inicial) expressa em porcentagem, de feijão-vagem minimamente processado, haver diferença significativa entre os tratamentos efetuados, constatando-se que Tratamento com Atmosfera Modificada apresentou-se como o melhor.

Tabela 24. Perda de massa em relação a massa inicial (em %), de feijão-vagem minimamente processado.

Dias	Tratamentos	
	Controle/Testemunha	Atmosfera Modificada
1	0	0
2	6,32 a *	0,32 b
3	11,10 a	0,63 b
4	17,49 a	0,87 b
5	24,10 a	1,16 b
6	29,20 a	1,23 b
7	32,24 a	1,39 b
8	35,36 a	1,52 b
9	38,27 a	1,68 b
10	40,91 a	1,82 b
11	44,27 a	1,99 b
12	48,21 a	2,18 b
13	52,41 a	2,34 b
14	56,19 a	2,48 b
15	60,51 a	2,62 b

* Letras diferentes indicam haver diferença significativa entre as médias de cada tratamento, à 5% de probabilidade, pelo teste Tukey.

Observando-se a Tabela 25, verifica-se que no Tratamento Testemunha/Controle a “vida de prateleira” dos feijões-vagem minimamente processados foi de 3 dias e no Tratamento com Atmosfera Modificada a “ vida de prateleira” foi de 12 dias, demonstrando que o Tratamento com Atmosfera Modificada apresentou maior tempo de conservação que o Tratamento Controle.

Tabela 25. “Vida de Prateleira” de feijão-vagem minimamente processado.

	Tratamentos	
	Controle/Testemunha	Atmosfera Modificada
Dias	3	12

Observando-se a Tabela 26, verifica-se que o consumo diário de energia elétrica, para o armazenamento de 250 g de feijão-vagem minimamente processado, no tratamento com Atmosfera Modificada foi 0,06 KWh. E o consumo total, levando-se em consideração a “vida de prateleira” (do produto), de 0,73 KWh.

Tabela 26. Consumo de energia expresso em KWh, para o armazenamento de 250 g de feijão-vagem minimamente processado.

Consumo	Tratamento com Atmosfera Modificada
Diário	0,06 KWh
Total	0,73 KWh

Observando-se a Tabela 27, verifica-se que o custo diário para o armazenamento refrigerado de feijão-vagem minimamente processado, no tratamento com Atmosfera Modificada, foi de R\$ 0,02 / 250 g de produto. E o custo total, levando-se em consideração a vida de prateleira, foi de R\$ 0,24 / 250 g de produto.

Tabela 27. Custo do armazenamento refrigerado de feijão-vagem minimamente processado expresso em R\$ / 250 g de produto.

Custo	Tratamento com Atmosfera Modificada
Diário	R\$ 0,02
Total	R\$ 0,24

Observando-se a Tabela 28, verifica-se que o custo para o processamento mínimo de feijão-vagem no tratamento com atmosfera modificada foi de R\$ 0,58 / 250 g de produto.

Tabela 28. Custo para o processamento mínimo de feijão-vagem expresso em R\$ / 250 g de produto.

Tratamento com Atmosfera Modificada					
Itens	Parâmetros	Quantidade	Preço Unit.	Total (R\$)	% do Total
	Técnicos		(R\$)		
Hortaliça	Kg	0,250	1,50	0,38	66,0
Sanitizante	Litros	0,012	3,90	0,05	9,0
Embalagem	Unidade	1	0,13	0,13	22,0
Filme de PVC	Metros	0,5	0,04	0,02	3,0
Custo Total				0,58	100,0

Para o cálculo do consumo de energia elétrica, custo do armazenamento refrigerado e também o custo de produção, referentes aos ensaios de processamento mínimo para cada uma das diferentes hortaliças, (couve-flor e feijão-vagem), foi utilizado apenas o tratamento com Atmosfera Modificada, o qual obteve o melhor resultado.

6. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

6.1. Ensaio de Fermentação Láctica

Os resultados obtidos através das análises químicas e físico-químicas: acidez total (expressa em porcentagem de ácido láctico) e pH, permitiram verificar que as fermentações transcorreram normalmente, obtendo-se produtos com características desejáveis, ou seja, de alimento fermentado, e produzidos com as condições tecnológicas para se que se apresentem seguros, em relação aos aspectos de conservação e de saúde pública, conforme preconizam os trabalhos de fermentação láctica de hortaliças, realizados por Goldoni (1973, 1979, 2001a) e Goldoni, J.S. et al. (1981, 2002b e 2003).

Os valores encontrados nas determinações da acidez e de pH, bem como o controle visual do aspecto das hortaliças em fermentação, serviram para avaliar o final do processo fermentativo. Assim, similarmente ao descrito por Goldoni, J.S. et al. (1981, 2002a e 2003), os valores da acidez total aumentam, atingem um patamar, para em seguida sofrerem diminuição; ocorrendo o inverso para os valores de pH. Por outro lado, a cura foi, facilmente, verificada em razão da variação muito uniforme da coloração dos tecidos, característica para cada uma das hortaliças; também, concordantes com a pesquisa realizada por Goldoni, J.S. et al. (1981, 2002a e 2003).

Durante as fermentações ocorreram oscilações dos valores da acidez total e de pH e, conforme descrevem Goldoni (1973) e Goldoni, J.S. et al. (1981, 2002a e 2003) em seus trabalhos sobre o assunto, e as tentativas para elucidar o fato são: a) efeito “buffer” ou tampão das hortaliças; b) elevação rápida da acidez da salmoura e posterior abaixamento para haver equilíbrio entre a acidez da salmoura e da hortaliça; e c) a presença de leveduras oxidativas e superficiais.

Relativamente aos tratamentos de fermentação, através dos resultados obtidos neste trabalho, pode-se verificar para as duas hortaliças estudadas (couve-flor e feijão-vagem), produtos com níveis mais elevados de acidez total (expressa em porcentagem de ácido láctico), naqueles ensaios de fermentação onde se empregou inóculo comercial de cultura láctica pura. Assim, para couve-flor a maior acidez foi desenvolvida no tratamento com Adição de Inóculo Comercial; e para vagem, o tratamento com Adição de Inóculo Comercial + Adição de Ácido Láctico, foi aquele que apresentou o maior valor para a acidez total. Estes resultados vêm de encontro aos trabalhos de Goldoni (2001a), de Goldoni & Roça (1999) e de Goldoni et al. (2000), que estudando as fermentações de pepino (temperatura ambiente com média = 22,95°C) e, de cenoura e pepino (temperatura controlada de $\pm 20^{\circ}\text{C}$), com adição de “Starter” de *Lactobacillus plantarum* verificaram para esse tratamento o nível mais elevado de acidez. Ainda, nesses mesmos trabalhos, os autores verificaram para o pepino, menor tempo de fermentação para o tratamento com Adição de Inóculo Comercial, quando comparado com o tratamento Testemunha (Controle). Em relação a cenoura, para ambos os tratamentos (Testemunha e Adição de Inóculo Comercial), o final do processo fermentativo foi verificado com o mesmo tempo de fermentação. No presente trabalho, com Adição de Cultura Pura (Inóculo Comercial) e as fermentações realizadas sob temperatura controlada de $\pm 20^{\circ}\text{C}$, denotou-se esse mesmo comportamento para feijão-vagem, enquanto que para couve-flor, verificou-se no tratamento Testemunha o menor tempo, para que a fermentação atingisse o nível mais elevado de acidez. No entanto, através da análise dos resultados das determinações de acidez expressa em porcentagem de ácido láctico e do pH da salmoura e da matéria prima (couve-flor), conforme Tabelas 1 e 2 e Figuras de 1 a 6, pode-se depreender que para todos os tratamentos realizados com a couve-flor, o tempo de fermentação foi, praticamente, o mesmo.

Especificamente, quanto ao tempo de fermentação, para ambas as hortaliças estudadas (couve-flor e feijão-vagem), os tratamentos empregados parecem não ter

exercido influência; pois, através dos resultados obtidos para a acidez total e pH das salmouras de fermentação e das hortaliças (matéria prima), segundo os dados apresentados nas Tabelas de 1 a 4 e nas Figuras de 1 a 12, o tempo de fermentação variou entre 21 a 28 dias. Exceção é feita ao tratamento Controle / Testemunha para a fermentação de couve-flor e, ainda, considerando-se apenas os valores de acidez total e do pH da salmoura, em que o final do processo fermentativo foi verificado com o menor tempo de fermentação, qual seja, 16 dias. Esses resultados demonstram que o comportamento das diferentes hortaliças não é o mesmo frente ao processo fermentativo, levando-se em consideração os tratamentos e tempo de fermentação.

Portanto, conforme verificado nos trabalhos de Funai et al. (1989), Goldoni et al. (1998), Goldoni e Roça (1999), Goldoni et al. (2000) e de Goldoni (2001a), a redução em 50% no tempo de fermentação de diferentes hortaliças submetidas ao processo de fermentação láctica e para os tratamentos com Acidificação Inicial da Salmoura e Adição de Inóculo Comercial + Adição de Ácido Láctico, não foi observada no estudo aqui realizado.

No entanto os resultados obtidos neste trabalho para os tempos de fermentação: a) couve-flor: 28 dias (excetuando Tratamento Testemunha / Controle = 16 dias), e b) vagem: 21 dias; podem ser considerados similares àqueles citados por diversos autores na literatura consultada. Assim, Goldoni (2001a), verificou, em trabalho de fermentação láctica empregando-se os mesmos tratamentos desta pesquisa, os seguintes tempos de fermentação: a) cenoura: 21 dias; e b) pepino: 14 dias. Funai et al. (1989), verificaram para a fermentação de cenoura com acidificação inicial da salmoura com ácido láctico, um tempo de fermentação correspondente a 14 dias. Conforme o trabalho de Goldoni et al. (1998), foram constatados os seguintes tempos de fermentação para diferentes hortaliças: a) cenoura: 16 dias; b) couve-flor: 17 dias; c) pepino: 15 dias; d) chuchu: 20 dias; e) feijão-vagem: 20 dias.

Quanto a acidez desenvolvida nos três tratamentos com as duas hortaliças (couve-flor e feijão-vagem) e considerando particularmente, os tratamentos com Adição de Inóculo Comercial (Cultura Pura), que apresentaram níveis superiores para a acidez final, pode-se supor que, conforme mencionam Shiraki et al. (1989), Funai et al. (1989) e Goldoni (2001a) em seus trabalhos com fermentação láctica de cenoura e de pepino, o fato se deve a ocorrência de maior número e quantidade de espécies de bactérias lácticas

homofermentativas, que produzem apenas o ácido láctico a partir dos carboidratos liberados pelas hortaliças. uma vez que se adicionou *Lactobacillus plantarum*.

Nas fermentações com acidificação inicial da salmoura, as condições normais para a seqüência dos microorganismos envolvidos na fermentação foram alteradas. Isso, provavelmente, poderia exercer influência no processo fermentativo de tal forma que possibilitaria haver predominância de bactérias lácticas heterofermentativas, produtoras de ácido láctico, ácido acético, álcool e CO₂ e conseqüentemente, menores índices de acidez total, expressa em porcentagem de ácido láctico. Essa hipótese, levantada por Shiraki et al. (1989), tendo-se em vista os resultados das análises microbiológicas realizadas com fermentação láctica de cenoura, é cada vez mais evidente. Essa evidência se baseia nas informações apresentadas por Goldoni, J.S. et al. (1998 e 2002b) e naquelas observadas por Corsini e Goldoni (1994), que detectaram diferenças entre os tratamentos testemunha e os tratamentos com acidificação inicial da salmoura, para a contagem total de microorganismos e dos diferentes grupos de microorganismos no decorrer do processo fermentativo. Portanto, conforme verificado no presente trabalho, a adição de cultura pura de *Lactobacillus plantarum* (Tratamento com Adição de Inóculo Comercial e Tratamento com Adição de Inóculo Comercial + Adição de Ácido Láctico), corrige em parte, essas distorções e possibilita elevar o nível de acidez total dos produtos fermentados.

A análise estatística da avaliação sensorial dos pickles em vinagre, elaborados com a matéria prima fermentada (Tratamentos: Testemunha/Controle, Adição de inóculo Comercial e Adição de Inóculo Comercial + Adição de Ácido Láctico) e não fermentada (“in natura”), mostrou que para as hortaliças couve-flor e feijão-vagem, não houve diferença significativa, a nível de 5% de probabilidade, para os atributos de qualidade analisados; exceção feita ao parâmetro sabor ácido para feijão-vagem. Assim sendo, depreende-se que os pickles elaborados a partir da couve-flor, não apresentaram variação em relação aos atributos de qualidade avaliados, enquanto que àqueles oriundos da hortaliça vagem apresentaram pequena variação, vindo de encontro aos resultados obtidos por Goldoni (2001a) e Goldoni, C.L. et al. (2002), empregando-se a cenoura como matéria prima.

Neste sentido, considerando-se a diferença estatisticamente significativa para o atributo sabor ácido apresentado pelo feijão-vagem, constata-se que o pickles elaborado com a matéria prima fermentada (Tratamento Testemunha/Testemunha)

apresentou-se como o melhor e o pickles elaborado com a matéria prima não fermentada ("in natura") de qualidade inferior; sendo de qualidade intermediária, os pickles oriundos dos tratamentos com Adição de Cultura Pura e Adição de Cultura Pura + Adição de Ácido Lático. Especificamente a esse atributo considerado, o resultado é similar ao encontrado no trabalho realizado por Goldoni (2001a) e Goldoni, C.L. et al. (2003a), empregando-se pepino como matéria prima.

Os resultados obtidos para a avaliação sensorial pickles elaborados com as hortaliças couve-flor e feijão-vagem, vêm de encontro ao trabalho realizado por Tsuno et al. (1981). Nesse estudo com fermentação de cenoura, foi verificado que os pickles elaborados com a matéria prima fermentada se apresentaram de qualidade superior aos elaborados com a matéria prima não fermentada. Também os resultados do presente trabalho são concordantes com a pesquisa realizada por Goldoni et al. (1998) com cenoura, couve-flor e feijão-vagem, por Goldoni (2001a) e Goldoni, C.L. et al. (2002 e 2003a), empregando-se como matéria-prima a cenoura e o pepino.

Dessa forma e baseando-se nos resultados obtidos nesta pesquisa para as hortaliças couve-flor e vagem, pode-se depreender que os diferentes tratamentos de fermentação láctica realizados (Testemunha/Controle, Adição de Inóculo Comercial e Adição de Inóculo Comercial + Adição de Ácido Lático), se desenvolveram de maneira uniforme, obtendo-se produtos com características desejáveis, ou seja, de alimento fermentado, e produzidos com as condições tecnológicas para se que se apresentem seguros em relação aos aspectos de conservação e de saúde pública. Para ambas as hortaliças estudadas, os tratamentos em que houve Adição de Inóculo Comercial, resultaram em produtos com níveis mais elevados de acidez, cujos dados estão em concordância com o trabalhos de Goldoni e Roça (1999), Goldoni (2001a) e Goldoni, J.S. et al. (2000, 2002a e 2003).

Por outro lado, a redução em 50% no tempo de fermentação de diferentes hortaliças com Acidificação Inicial da Salmoura, citação feita nos trabalhos de Funai et al. (1989), Goldoni et al. (1998), Goldoni e Roça (1999), Goldoni (2001a) e de Goldoni, J.S. et al. (2000, 2002a e 2003), não foi observada no estudo aqui realizado.

6.2. Avaliação do custo do processo de fermentação láctica em diferentes hortaliças

Pelo cálculo do custo unitário para o processamento de 570 g de picles, no tratamento Testemunha/Controle., verifica-se através das Tabelas 13 e 16, que o mesmo foi de R\$ 2,58 para hortaliça couve-flor e de R\$ 2,43 para o feijão-vagem. Ainda com relação ao tratamento Testemunha/Controle, pode-se constatar que, para as duas hortaliças estudadas, os itens que mais o encareceram o custo de produção foram a embalagem e a matéria-prima, representando mais de 50 % do total deste custo. Nos ensaios com couve-flor o custo com embalagem e matéria-prima representaram 34,1 e 27,5 % do custo total, respectivamente; e para os ensaios com feijão-vagem o custo com embalagem representou 36,2 % e o com matéria-prima 21,4%.

No tratamento com Adição de Inóculo Comercial (Tabelas 14 e 17), o custo unitário para o processamento de 570 g de picles, foi de R\$ 2,70 para hortaliça couve-flor e de R\$ 2,44 para o feijão-vagem. Ainda com relação a este tratamento (Adição de Inóculo Comercial), também pode-se constatar que, para as duas hortaliças estudadas os itens que mais encareceram o custo de produção foram a embalagem e a matéria-prima, representando mais de 50 % deste custo. Nos ensaios com couve-flor o custo com embalagem e matéria-prima representaram 32,6 e 26,3 % do custo total, respectivamente; e para os ensaios com feijão-vagem o custo com embalagem representou 36,0 % e o com matéria-prima 21,3%.

Quanto ao tratamento com Adição de Inóculo Comercial + Adição de Ácido Láctico (Tabelas 15 e 18), o custo unitário para o processamento de 570 g de picles, foi de R\$ 2,78 para hortaliça couve-flor e de R\$ 2,51 para o feijão-vagem. Ainda com relação a este tratamento (Adição de Inóculo Comercial), também pode-se constatar que, para as duas hortaliças estudadas os itens que mais o encareceram o custo de produção foram a embalagem e a matéria-prima, também como nos outros dois tratamentos, representaram mais de 50 % do custo total. Nos ensaios com couve-flor o custo com embalagem e matéria-prima representaram 31,5 e 25,5 % do custo total, respectivamente; e para os ensaios com feijão-vagem o custo com embalagem representou 35,0 % e o com matéria-prima 21,0%.

Como pode ser constatado nos dados anteriormente apresentados, não houve variação significativa no custo total de processamento entre os tratamentos efetuados. Para a hortaliça couve-flor, a variação do custo entre o tratamento de maior custo e o menor custo foi de 7,2 % e para a hortaliça feijão-vagem esta mesma variação foi de 3,2 %. Quanto à maior variação no custo total de processamento verificado entre os tratamentos com couve-flor, este ocorreu, devido ao menor tempo de fermentação no tratamento Testemunha/Controle em relação aos demais, havendo menos gasto de energia (B.O.D.) durante a fermentação e conseqüentemente menor custo de processamento.

Também é importante ressaltar que conforme Figueiredo (2001), o maior objetivo do custo padrão é permitir a empresa e/ou produtor fixar uma base de comparação entre o custo que ocorreu e o custo que deveria ter ocorrido. Portanto, constitui ótimo instrumento para controle e acompanhamento do processamento. Através do conceito de custo padrão e o conhecimento de uma distribuição de variabilidade do custo real podem-se estabelecer orçamentos para as diversas situações previstas, em síntese, pode servir como subsídio importante para a simulação e auxiliar o processo de tomada de decisões estratégicas.

Os resultados obtidos mostraram a necessidade de novos estudos que possibilitem a otimização do processo de fermentação, visando principalmente a redução dos custos dos itens que mais o encareceram (embalagem e matéria-prima). Estes estudos também se fazem necessários uma vez que são, praticamente, inexistentes na literatura, trabalhos versando sobre o custo de processamento dos produtos fermentados.

6.3. Ensaios de Processamento Mínimo

Verificou-se através da análise de variância para a característica perda de massa (em relação a massa inicial), para as duas hortaliças (couve-flor e feijão-vagem minimamente processadas), conforme apresentado nas Tabelas 19 e 24, haver diferença significativa entre os tratamentos efetuados, constatando-se que o Tratamento com Atmosfera

Modificada apresentou-se como o melhor. Este resultado é similar ao encontrado no trabalho realizado por Goldoni, C.L. et al. (2003b), com feijão-vagem.

Ao término do experimento, após análise das fichas de avaliação (em anexo), observou-se que no Tratamento Testemunha/Controle a “vida de prateleira” das couves-flores minimamente processadas foi de 12 dias e no Tratamento com Atmosfera Modificada a “ vida de prateleira” foi de 30 dias, demonstrando que o Tratamento com Atmosfera Modificada apresentou maior tempo de conservação que o Tratamento Testemunha/Controle. Já para hortaliça feijão-vagem no Tratamento Testemunha/Controle a “vida de prateleira”, foi de 3 dias e no Tratamento com Atmosfera Modificada a “ vida de prateleira” foi de 12 dias, demonstrando novamente que o Tratamento com Atmosfera Modificada apresentou maior tempo de conservação em relação ao Tratamento Testemunha/Controle.

Com base nestes resultados, pode-se concluir que o Tratamento com Atmosfera Modificada para as duas hortaliças estudadas apresentou os melhores resultados, vindo de encontro ao trabalho com feijão-vagem realizado por Goldoni, C.L. et al. (2003b) e também aos trabalhos realizados por Brunini et al. (2003) com pepino e Mota e Finger (2003) com quiabo e Arruda et al. (2004) com melão rendilhado minimamente processado.

Quanto ao consumo de energia durante o armazenamento refrigerado da hortaliça couve-flor nos ensaios de processamento mínimo (Tabela 21), verificou-se que o consumo diário para o armazenamento de 250 g de couve-flor minimamente processada, no tratamento com Atmosfera Modificada foi 0,07 KWh. E o consumo total, levando-se em consideração a “vida de prateleira” (do produto), foi de 2,07 KWh. Já para o armazenamento refrigerado da hortaliça feijão-vagem (Tabela 26), foi verificado que o consumo diário de energia elétrica, para o armazenamento de 250 g de feijão-vagem minimamente processado, no tratamento com Atmosfera Modificada foi de 0,06 KWh. O consumo total, levando-se em consideração a “vida de prateleira” do produto, foi de 0,73 KWh. Estes resultados demonstram que o consumo diário de energia elétrica para as duas hortaliças estudadas (couve-flor e feijão-vagem) foi similar, apesar da diferença entre as temperaturas de armazenamento, 0 °C (couve-flor) e 7,5 °C (feijão-vagem). Isto provavelmente ocorreu devido ao fato do equipamento utilizado para o armazenamento refrigerado das hortaliças não “consumir” energia elétrica na forma linear conforme a temperatura utilizada, e sim em determinadas faixas de temperatura.

O custo diário para o armazenamento refrigerado durante os ensaios de processamento mínimo, conforme apresentado nas Tabelas 22 e 27, foi de R\$ 0,02 / 250 g de produto para ambas as hortaliças, no tratamento com Atmosfera Modificada. E o custo total, levando-se em consideração a vida de prateleira, também apresentado nas Tabelas 22 e 27, foi de R\$ 0.64 / 250 g de produto para a hortaliça couve-flor e de R\$ 0.24 / 250 g de produto para hortaliça feijão-vagem. Estes resultados demonstram que o custo diário do armazenamento refrigerado, foi o mesmo para as duas hortaliças em questão, apesar de como foi descrito no parágrafo anterior haver uma grande diferença entre as temperaturas de armazenamento. Ainda com relação ao custo total do armazenamento refrigerado, este foi equivalente à 90 % do custo de processamento para a hortaliça couve-flor e 41,4 % para feijão-vagem; porém, a “vida de prateleira” desta foi, praticamente, 50% inferior a da couve-flor. Esse fato demonstra que para ambas as hortaliças, o custo total do armazenamento refrigerado foi o mesmo.

Já com relação ao custo total (Tabelas 23 e 28), este foi de R\$ 0.71 / 250 g de produto, para o processamento mínimo de couve-flor no tratamento com atmosfera modificada, e de R\$ 0,58 / 250 g de produto para o processamento mínimo de feijão-vagem no tratamento com Atmosfera Modificada. Também em relação ao custo do processamento mínimo para as duas hortaliças estudadas, foi constatado, que o item que teve maior peso no percentual total, foi a matéria-prima, representando 72 % do custo total de processamento nos ensaios com couve-flor e 66 % nos ensaios com feijão-vagem.

6.4. Estudo Comparativo do Consumo de Energia Elétrica: Fermentação Lática x Processamento Mínimo

Conforme foi apresentado em itens anteriores, um dos objetivos deste trabalho foi a averiguação do consumo de energia durante a fermentação láctica das diferentes hortaliças em estudo, e sua economia comparando-se com o armazenamento refrigerado (processamento mínimo).

Neste sentido pode-se observar pelos dados apresentados nos itens 5.5.1., que nos ensaios com fermentação láctica, houve consumo de energia elétrica apenas no período de fermentação das hortaliças e na pasteurização dos pickles. Não houve gasto de

energia elétrica durante o armazenamento, uma vez que não é necessária a refrigeração para a conservação dos produtos fermentados. Se comparado com o consumo de energia elétrica (Tabelas 22 e 27) e ao custo (Tabelas 23 e 28) do armazenamento refrigerado dos produtos minimamente processados, pode-se notar que o custo deste é relativamente elevado, tendo-se em vista o curto período de conservação, ou seja de 12 dias para hortaliça feijão-vagem e de 30 dias para a hortaliça couve-flor.

Também é importante ressaltar, que os produtos fermentados (picles), mesmo tendo um custo de produção superior àqueles minimamente processados, são mais vantajosos como processo de conservação de hortaliças, considerando-se os aspectos econômico e energético envolvidos neste estudo, uma vez que não necessitam de armazenamento refrigerado e, também, possuem um tempo, relativamente, longo de conservação (“vida de prateleira”), correspondente a um período de 12 a 24 meses.

7. CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos no presente trabalho, foram estabelecidas as seguintes conclusões:

- 1- Os resultados obtidos através das análises químicas, físico-químicas e microbiológicas, permitiram verificar que as fermentações transcorreram normalmente, obtendo-se produtos com características desejáveis, ou seja, de alimento fermentado, e produzidos com as condições tecnológicas para se que se apresentem seguros, em relação aos aspectos de conservação e de saúde pública.
- 2- Para ambas as hortaliças estudadas (couve-flor e feijão-vagem), os tratamentos em que houve Adição de Inóculo Comercial, resultaram em produtos com níveis mais elevados de acidez. Para couve-flor a maior acidez foi desenvolvida no tratamento com Adição de Inóculo Comercial; e para feijão-vagem, no tratamento com Adição de Inóculo Comercial + Adição de Ácido Lático.

- 3- Especificamente, quanto ao tempo de fermentação, para ambas as hortaliças estudadas (couve-flor e feijão-vagem), os tratamentos empregados parecem não ter exercido influência, exceção é feita ao tratamento Controle / Testemunha para a fermentação de couve-flor. A redução em 50% no tempo de fermentação de diferentes hortaliças, verificadas em outros trabalhos com Acidificação Inicial da Salmoura, não foi observada no presente estudo, demonstrando que o comportamento das diferentes hortaliças não é o mesmo frente ao processo fermentativo, levando-se em consideração os tratamentos e o tempo de fermentação.
- 4- Os resultados obtidos para a avaliação sensorial dos pickles elaborados com as hortaliças couve-flor e feijão-vagem, demonstraram que os pickles elaborados com a matéria prima fermentada se apresentaram de qualidade superior aos elaborados com a matéria prima não fermentada.
- 5- Os resultados econômicos demonstraram não haver diferença significativa de custo entre os tratamentos de fermentação láctica efetuados para as duas hortaliças estudadas. Estes resultados também demonstraram, que os itens que mais o encareceram o custo de processamento dos produtos fermentados foram a embalagem e a matéria-prima. Já para os produtos minimamente processados o item que mais elevou o custo de produção foi a matéria-prima.
- 6- Quanto ao consumo de energia elétrica, os ensaios com fermentação láctica demonstraram uma grande economia de energia, uma vez que os produtos fermentados não necessitam de armazenamento refrigerado para sua conservação e de também, possuem uma longa “vida de prateleira” (12 a 24 meses) se comparado com o processamento mínimo, que é de 12 e 30 dias, respectivamente, para feijão-vagem e couve-flor.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDERSSON, R.E. et al. O Lactic acid Fermentation of fresh and stored carrot: chemical, microbial and sensory evaluation of products. **Lebensmittel – Wissenenschaft Und - Technology**, London, v.23, p.34-40, 1990.

ARRUDA, M.C. et al. Conservação de melão rendilhado minimamente processado sob atmosfera modificada. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.24, n.1, p.53-58, jan.-mar. 2004.

BENEVIDES, C.M.J.; FURTUNATO, D.M.N. Hortaliças acidificadas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.18, n.3, p.271-274, ago.-out. 1998.

BLEINROTH, E.W. Preparo das hortaliças e verduras para comercialização e frigoconservação. In: CURSO DE PÓS-COLHEITA E ARMAZENAMENTO DE HORTALIÇAS, 1982, Campinas. **Apostila...** Campinas: Instituto de Tecnologia de Alimentos, 1982, cap. 2, p. 1-14.

BRUNINI, M.A. et al. Perda de massa fresca e umidade em pepinos minimamente processados. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.21, n.2, p.390, jul. 2003.

CABRAL, A.C.D. Efeito da embalagem sobre a vida-de-prateleira de alimentos. In: SEMINÁRIO LATINO-AMERICANO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 4., 1982, Campinas. **Anais...** Campinas: Universidade de Campinas, 1982. p.352-362.

CABRAL, A.C.D. et al. **Embalagens de produtos alimentícios**. Piracicaba: FEALQ, 1984, 338 p.

CABRAL, A.C.D.; FERNANDES, M.H.C. Aspectos gerais sobre a vida-de-prateleira de produtos alimentícios. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE EMBALAGEM, 2., 1980, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Instituto de Tecnologia de Alimentos, 1980. p.10-42.

CANTWELL, M. Preparation and quality of fresh cut produce. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE PROCESSAMENTO MÍNIMO DE FRUTAS E HORTALIÇAS, 2, Viçosa, 2000. **Palestras...**, Viçosa: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 2000. p.156-182.

CHITARRA, M.I.; CHITARRA, A.B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. Lavras: ESAL-FAEPE, 1990. 293 p.

COCHRAN, W.G.; COX, G.M. **Diseños experimentales**, Cidade do México: Ed.Trillas, 1985, 661 p.

Companhia de Entrepósitos e Armazéns Gerais de São Paulo **Cotações**. Disponível em: <<http://www.ceagesp.com.br>>. Acesso em: 10 de maio 2004.

CORSINI, C.A.; GOLDONI, J.S. Estudo da fermentação láctica de cenoura (*Daucus carota* L.), empregando-se ácido láctico como acidificante da salmoura: monitoramento microbiológico. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 14., 1994, São Paulo. **Resumos...** São Paulo: Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos, 1994. p.120.

CRANDALL, A.D.; MONTVILLE, T.J. Inhibition of *Clostridium botulinum* growth and toxigenesis in a model gravy system coinoculation with bacteriocin producing lactic acid bacteria. **Journal of Food Protection**, Ames, v.56, n.6, p.4485-4488, 1993.

DAESCHEL, M.A. et al. Mutation and selection of *Lactobacillus plantarum* strains that do not produce carbon dioxide from malate. **Applied and Environmental Microbiology**, Washington, v.47, p.419-420, 1984.

DANTAS, M.I.S. et al. Mapa de preferência de couve minimamente processada. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.22, n.1, p.101-103, jan.-mar. 2004.

DAREZZO, H.M. **Processamento mínimo de alface (*Lactuca sativa* L.) com utilização de atmosfera controlada e modificada**. 2003. 152 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2003.

DUCKWORTH, R. B. **Frutas y verduras**. Zaragoza: Acribia, 1968. 304 p.

EVANGELISTA, R.M.; GOLDONI, J.S. Influência da temperatura de armazenamento sobre alguns parâmetros físicos, químicos e microbiológicos (podridões), em frutos de manga das variedades HADEN e TOMMY ATKINS. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 14., 1994, São Paulo. **Resumos...** São Paulo: Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos, 1994. p.168.

FIGUEIREDO, R.S. Sistemas de apuração de custos. In: BATALHA, M.O. **Gestão agroindustrial**. São Paulo: Atlas, 1997. cap.7, p.349-487.

FIGUEIREDO, R.S. Sistemas de apuração de custos. In: BATALHA, M.O. **Gestão agroindustrial**. São Paulo: Atlas, 2001. cap.7, p.381-464.

FLEMING, H.P. Developments in cucumber fermentation. **Journal Chemistry Technology Biotechnology**, Oxford, v.343, p.241-252. 1984.

FUNAI, C.H.; SHIRAKI, J.N.; GOLDONI, J.S. Estudo da fermentação láctica de cenoura (*Daucus carota* L.), com acidificação inicial da salmoura: análises químicas e físico-químicas e tempo de fermentação. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 12., 1989, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos, 1989. p.47.

GOLDONI, C.L. et al. Estudo da fermentação láctica controlada de cenoura (*Daucus carota* L.): avaliação sensorial. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 18., 2002 Porto Alegre. **Resumos...** Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos, 2002, 1CD-ROM, p.1721-1724.

GOLDONI, C.L. et al. Estudo da fermentação láctica controlada de pepino (*Cucumis sativus* L.): avaliação sensorial In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MICROBIOLOGIA, 22., 2003, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: Sociedade Brasileira de Microbiologia, 2003a, 1CD-ROM.

GOLDONI, C. L. et al. Qualidade pós-colheita de feijão-vagem preferido armazenado sob refrigeração e com utilização de atmosfera modificada. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.21, n.2, p.294, jul. 2003b.

GOLDONI, J.S. **Estudo sobre fermentação láctica em algumas hortaliças**. 1973. 163 f. Tese (Doutorado em Ciências) - Faculdade de Ciências Médicas e Biológicas de Botucatu, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1973.

GOLDONI, J.S. Fermentação láctica como meio de preservação de produtos agrícolas. **Revista ABIO/SAPRO**, São Paulo, n.29, p.26-29, 1977.

GOLDONI, J.S. **Estudo comparativo de cultivares de repolho (*Brassica oleraceae* var. *capitata* L.) com vistas à produção de chucrute**. 1979, 150 f. Tese (Livre-Docência) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1979.

GOLDONI, J.S. **Picles e catchup**. Botucatu: Departamento de Tecnologia dos Produtos Agropecuários, Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, 1980. 4 p. (mimeogr.)

GOLDONI, J.S. Fermentação láctica de hortaliças e azeitonas. In: AQUARONE, E.; LIMA, U. de A.; BORZANI, W. **Biotecnologia**: alimentos e bebidas produzidos por fermentação. São Paulo: Edgard Blücher, 1983. v. 5, cap.7, p.149-175.

GOLDONI, J.S. **Estudo da fermentação láctica controlada de hortaliças**, Botucatu: Departamento de Gestão e Tecnologia Agroindustrial, Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, 2001a. 40 p. (Relatório Científico/FAPESP).

GOLDONI, J.S. Fermentação láctica de hortaliças e azeitonas. In: AQUARONE, E. et al. **Biotecnologia industrial**: biotecnologia na produção de alimentos. São Paulo: Edgard Blücher, 2001b, v. 4, cap.10, p. 269-303.

GOLDONI, J.S.; ROÇA, R.O. Fermentação láctica de pepino (*Cucumis sativus* L.) com adição de inóculo comercial. In: SIMPÓSIO LATINO AMERICANO DE CIÊNCIA DE ALIMENTOS, 3., 1999, Campinas. **Resumos...** Campinas: Faculdade de Engenharia de Alimentos, 1999. p.162.

GOLDONI, J.S.; SILVA, A.A. Estudo microbiológico da produção de chucrute com repolho 'Matsukase' (*Brassica oleraceae* var. *capitata* L.). **Revista de Microbiologia**, São Paulo, v.13, n.4, p.433-439, 1982.

GOLDONI, J.S.; LIMA, U.A.; BONASSI, I.A. A fermentação láctica em algumas espécies de hortaliças. **Boletim SBCTA**, Campinas, v.15, n.3, p.217-240, 1981.

GOLDONI, J.S.; ROÇA, R.O.; SILVA, A.L.B. Estudo da fermentação láctica em diferentes hortaliças com acidificação inicial da salmoura. In: CONGRESSO LATINO AMERICANO DE MICROBIOLOGIA E HIGIENE DE ALIMENTOS, 5., 1998, Águas de Lindóia. 1998, **Resumos...** Águas de Lindóia: Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos, 1998. p.57.

GOLDONI, J.S.; ROÇA, R.O.; BONASSI, I.A. Produção de pickles fermentado de pepino (*Cucumis sativus* L.) com adição de inóculo comercial sob temperatura ambiente. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 17. 2000, Fortaleza. **Resumos...** Fortaleza: Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos, 2000. v. 3, p.11.24.

GOLDONI, J.S. et al. Estudo da produção de chucrute com repolho ‘Matsukase’ (*Brassica oleracea* var. *capitata*), em diferentes estádios de maturação: composição centesimal e análise sensorial. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.2, p.194-207, 1982.

GOLDONI, J.S. et al. Estudo da fermentação láctica controlada de cenoura (*Daucus carota* L.): acidez, pH e tempo de fermentação In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 18., 2002, Porto Alegre. **Resumos...** Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos, 2002a. 1CD-ROM, p.2101-2104.

GOLDONI, J.S. et al. Estudo da fermentação láctica controlada de cenoura (*Daucus carota* L.): monitoramento microbiológico In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 18., 2002, Porto Alegre. **Resumos...** Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos, 2002b. 1CD-ROM, p.1725-1728.

GOLDONI, J.S. et al. Estudo da fermentação láctica controlada de pepino (*Cucumis sativus* L.): acidez, pH e tempo de fermentação In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MICROBIOLOGIA, 22., 2003, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: Sociedade Brasileira de Microbiologia, 2003. 1CD-ROM.

HANSEN, E.B. Commercial bacterial starter cultures for fermented foods of the future.

International Journal Food of Microbiology, Oxford, v.78, p.119-131, 2002.

HARRIS, L.J. The microbiology of vegetable fermentation In: WOOD, B.J.B. **Microbiology of Fermentation**. Blackie Academic & Professional, London, 1998, p.45-71.

HOLZAPFEL, W.H. Appropriate starter culture technologies for small-scale fermentation in developing countries. **International Journal Food of Microbiology**, Oxford, v.75, p.197-212, 2002.

INSTITUTE OF FOOD TECHNOLOGISTS. Sensory Evaluation Division. Sensory evaluation guide for testing food and beverage products. **Food Technology**, Chicago, v.35, n.11, p.48-49, 1981.

JUNQUEIRA, A.H.; LUENGO, R.F.A. Mercados diferenciados de hortaliças. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.18, n.2, p.95-99, jul. 2000.

KNORR, D. Improving food biotechnology resources and strategies in developing countries. **Food Technology**, Chicago, v.49, p.91-93, 1995.

MCDONALD, L.C.; FLEMING, H.P.; DAESCHEL, M.A. Acidification effects on microbial populations during initiation of cucumber fermentation. **Journal Food Science**, Chicago, v.56, p.1353-1359, 1991.

MORAES, M.A.C. **Métodos de avaliação sensorial dos alimentos**. Campinas, Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, 1985, 85 p.

MOTA, W.F.; FINGER, F.L. Conservação pós-colheita dos frutos de quatro cultivares de quiabo com utilização de filme de PVC em condições ambientes. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.21, n.2, p.391, jul. 2003.

NOGUEIRA, J.N. **Palmito**: produção, pré-processamento e transformação agroindustrial. São Paulo: Secretaria da Indústria, Comércio, Ciência e Tecnologia, Governo do Estado de São Paulo, s.d. (Série Extensão Agroindustrial, 6).

PRELL, P.A. Preparation of reports and manuscripts which include sensory evaluation data. **Food Technology**, Chicago, v.30, n.11, p.40-48, 1976.

SARANTOPOULOS, C.I.G.L. Embalagens para vegetais minimamente processados: fresh-cut. In: SEMINÁRIO SOBRE HORTALIÇAS MINIMAMENTE PROCESSADAS, 1999, Piracicaba. **Anais...**, Piracicaba; ESALQ/USP, 1999.

SAS user's **procedures guide**: version 6, 4. ed., Cary, NC: SAS institute, 1989. 2 v., 1686 p.

SHIRAKI, J.N.; FUNAI, C.H.; GOLDONI, J.S. Estudo microbiológico da fermentação láctica de cenoura (*Daucus carota* L.), com acidificação inicial da salmoura. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MICROBIOLOGIA, 15., 1989, Ribeirão Preto. **Anais ...** Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Microbiologia, 1989. p.166.

SILVA, A.L.B. **Estudos sobre fermentação láctica em diferentes hortaliças**. 1998. 101 f. Tese (Doutorado em Agronomia/Energia na Agricultura) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1998.

SILVA, M.A.A.P.; DAMÁSIO, M.H. **Análise sensorial descritiva**. Campinas: Laboratório de Análise Sensorial, Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, 1996, 60p.

SNEDECOR, G.W.; COCHRAN, W.G. **Estatistical methods**. 6 ed. Ames: IOWA State University Press, 1974. 583 p.

TSUNO, C.V.; GOLDONI, J.S.; ROÇA, R.O. Estudo da fermentação láctica de cenoura (*Daucus carota* L.), com acidificação inicial da salmoura: avaliação sensorial. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MICROBIOLOGIA, 16., 1991, Santos. **Resumos...** Santos: Sociedade Brasileira de Microbiologia, 1991. p.287.

WATADA, A.E.; KO, N.P.; MINOTT, D.A. Factors affecting quality of fresh-cut horticultural products. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v.9, n.2, p.115-123, Nov. 1996.

WILEY, R. C. **Frutas y hortalizas minimamente procesadas y refrigeradas**. Zaragoza: Acribia, 1997. 362 p.

9. APÊNDICE

- Modelo das fichas de avaliação sensorial.
- Figura 19 - Fluxograma básico para o processamento mínimo de vegetais.
- Modelo das fichas de avaliação dos ensaios de processamento mínimo.

ANÁLISE SENSORIAL - pickles		
NOME:		NÚMERO
BLOCO:		DATA:

AVALIAR SOB LUZ VERMELHA:

AROMA DE PRODUTO FERMENTADO		
Amostra	não característico	característico
_____	_____	
_____	_____	
_____	_____	
_____	_____	

AROMA ESTRANHO														
<table border="1"> <tr> <td>1- nenhum</td> <td>6- moderadamente forte</td> </tr> <tr> <td>2- extremamente fraco</td> <td>7- forte</td> </tr> <tr> <td>3- muito fraco</td> <td>8- muito forte</td> </tr> <tr> <td>4- fraco</td> <td>9- extremamente forte</td> </tr> <tr> <td>5- moderadamente fraco</td> <td></td> </tr> </table>					1- nenhum	6- moderadamente forte	2- extremamente fraco	7- forte	3- muito fraco	8- muito forte	4- fraco	9- extremamente forte	5- moderadamente fraco	
1- nenhum	6- moderadamente forte													
2- extremamente fraco	7- forte													
3- muito fraco	8- muito forte													
4- fraco	9- extremamente forte													
5- moderadamente fraco														
Amostras														
Valor														

AVALIAR SOB LUZ VERMELHA:

SABOR		
Amostra	péssimo	muito bom
_____	_____	
_____	_____	
_____	_____	
_____	_____	

SABOR ÁCIDO		
Amostra	pouco ácido	muito ácido
_____	_____	
_____	_____	
_____	_____	
_____	_____	

SABOR PICANTE		
Amostra	pouco picante	muito picante
_____	_____	
_____	_____	
_____	_____	
_____	_____	

AVALIAR SOB LUZ VERMELHA:**SABOR ESTRANHO**

- | | |
|------------------------|------------------------|
| 1- nenhum | 6- moderadamente forte |
| 2- extremamente fraco | 7- forte |
| 3- muito fraco | 8- muito forte |
| 4- fraco | 9- extremamente forte |
| 5- moderadamente fraco | |

Amostras				
Valor				

MACIEZ / DUREZA: força requerida para romper os alimentos entre os dentes molares

- | | |
|----------------------------------|----------------------------------|
| 1- extremamente macia (catupiri) | 6- levemente dura |
| 2- muito macia | 7- moderadamente dura |
| 3- moderadamente macia | 8- muito dura |
| 4- macia | 9- extremamente dura (bala soft) |
| 5- nem macia nem dura (azeitona) | |

Amostras				
Valor				

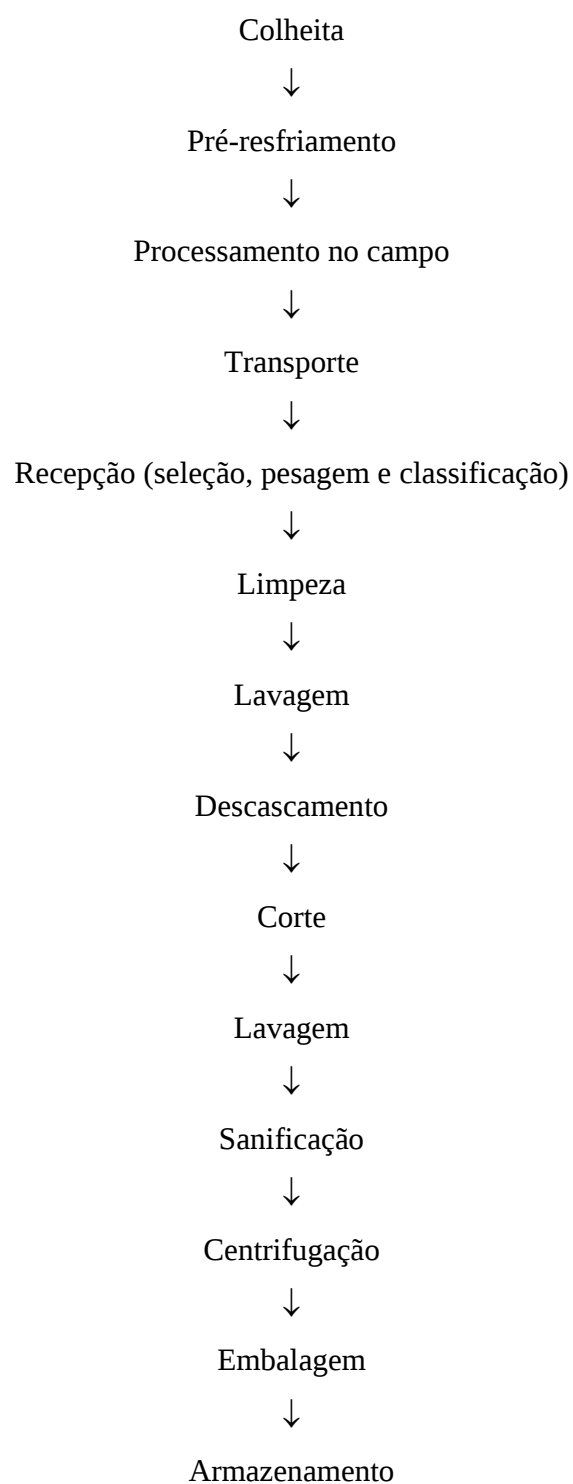
AVALIAR SOB LUZ BRANCA:**COR CARACTERÍSTICA**

Amostra	não característica	característica
_____	_____	
_____	_____	
_____	_____	
_____	_____	

APARÊNCIA GERAL

Amostra	Péssima	muito boa
_____	_____	
_____	_____	
_____	_____	
_____	_____	

- Figura 19 - Fluxograma básico para o processamento mínimo de vegetais (Willey, 1997).



FICHA DE AVALIAÇÃO COUVE-FLOR

TC/TT – Tratamento Controle/Testemunha

TEMPERATURA: 0 °C

UR: 90 - 95%

ATRIBUTOS	DIAS													
	0	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30	33	36	39
Aparência Geral														
Odor Estranho														
Murchamento														
Danos Microbiológicos														
Escurecimento														

TAM – Tratamento com Atmosfera Modificada

TEMPERATURA: °C

UR: 90 - 95%

ATRIBUTOS	DIAS													
	0	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30	33	36	39
Aparência Geral														
Odor Estranho														
Murchamento														
Danos Microbiológicos														
Escurecimento														

ESCALAS DE NOTAS

Aparência Geral	Odor Estranho	Murchamento	Pres. Fungos	Escurecimento
1 – Excelente	1 - Ausente	1 - Ausente	1 - Ausente	1 - Ausente
2 – Boa	2 – Leve	2 - Leve	2 - Leve	2 - Leve
3 – Regular	3 - Moderado	3 - Moderado	3 - Moderado	3 - Moderado
4 – Ruim	4 – Intenso	4 - Intenso	4 - Intenso	4 - Intenso
5 – Péssima	5 - Muito Int.	5 - Muito Int.	5 - Muito Int.	5 - Muito Int.

FICHA DE AVALIAÇÃO FEIJÃO-VAGEM

TC/TT – Tratamento Controle/Testemunha

TEMPERATURA: 7,5 °C

UR: 90%

ATRIBUTOS	DIAS															
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Aparência Geral																
Odor Estranho																
Murchamento																
Danos Microbiológicos																
Escurecimento																

TAM – Tratamento com Atmosfera Modificada

TEMPERATURA: 7,5 °C

UR: 90%

TEMPERATURA 7,5 °C										UR: 50 %							
ATRIBUTOS	DIAS																
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
Aparência Geral																	
Odor Estranho																	
Murchamento																	
Danos Microbiológicos																	
Escurecimento																	

ESCALAS DE NOTAS

Aparência Geral	Odor Estranho	Murchamento	Pres. Fungos	Escurecimento
1 – Excelente	1 - Ausente	1 - Ausente	1 - Ausente	1 - Ausente
2 – Boa	2 – Leve	2 - Leve	2 - Leve	2 - Leve
3 – Regular	3 - Moderado	3 - Moderado	3 - Moderado	3 - Moderado
4 – Ruim	4 - Intenso	4 - Intenso	4 - Intenso	4 - Intenso
5 – Péssima	5 - Muito Int.	5 - Muito Int.	5 - Muito Int.	5 - Muito Int.