



**INSTITUTO DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS
GRUPO DE ENGENHARIA DE PROCESSOS**

FABIOLA GUIRAU PARRA TOTI

**APROVEITAMENTO DO RESÍDUO DO PROCESSAMENTO INDUSTRIAL DE
PALMITO PUPUNHA (*Bactris gasipaes*) EM CONSERVA PARA OBTENÇÃO
DE SOPA CREME ESTÁVEL EM TEMPERATURA AMBIENTE**

**CAMPINAS
2018**

FABIOLA GUIRAU PARRA TOTI

**APROVEITAMENTO DO RESÍDUO DO PROCESSAMENTO INDUSTRIAL DE
PALMITO PUPUNHA (*Bactris gasipaes*) EM CONSERVA PELA OBTENÇÃO
DE SOPA CREME ESTÁVEL EM TEMPERATURA AMBIENTE**

*Dissertação apresentada ao Instituto de
Tecnologia de Alimentos para obtenção do
título de Mestre em Ciência e Tecnologia de
Alimentos.*

Aluno: Fabiola Guirau Parra Toti

Orientador: Maria Isabel Berto

Coorientador: Shirley Ap. Garcia Berbari

Este exemplar corresponde à versão final da Dissertação defendida pelo aluno
Fabiola Guirau Parra Toti e orientada pelo Prof(a). Dr(a). Maria Isabel Berto

CAMPINAS

2018

Agência(s):

Nº do proc.:

FICHA CATALOGRÁFICA

Elaborada pela Bibliotecária Lucilene Paulina da Silva CRB/8 – 8507

Biblioteca Central do ITAL - Instituto de Tecnologia de Alimentos.

T717a Toti, Fabíola Guirau Parra.

Aproveitamento do resíduo do processamento industrial de palmito Pupunha (*Bactris gasipaes*) em conserva pela obtenção de sopa creme estável em temperatura ambiente. Fabíola Guirau Parra Toti. / Dissertação de Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos. Campinas, SP: ITAL – Instituto de Tecnologia de Alimentos, 2018.

124 f.

Profa. Dra. Maria Isabel Berto (orientadora) / Dra. Shirley Aparecida Garcia Berbari (coorientadora)

1. Sopa. 2. Espessantes. 3. Esterilização. 4. *Retort pouch*. 5. Análise sensorial. I. ITAL / FRUTHOTEC / GEPC. II. Toti, Fabíola Guirau Parra. III. Título.

Título em inglês: Use of the residue of industrial processing of Pupunha hearts of palm (*Bactris gasipaes*) canned cream soup by obtaining stable at room temperature

Key-words: soup; thickeners; sterilization; retort pouch; sensory analysis;

Titulação: Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos

Banca Examinadora: Dra. Maria Isabel Berto (orientadora), Dra. Shirley Aparecida Garcia Berbari (coorientadora), Dra. Silvia Cristina Sobottka Rolim de Moura (membro titular) e Dra. Rita de Cássia Salvucci Celeste Ormenese (membro titular)

Data da Defesa: 28/09/2018

Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos

BANCA EXAMINADORA

Este exemplar corresponde à redação final da Dissertação de Mestrado defendida por Fabiola Guirau Parra Toti, aprovada pela Comissão Julgadora em 28/09/2018.

Prof.(a) Dr.(a) Maria Isabel Berto
GEPC-ITAL - (Presidente)

Prof.(a) Dr.(a) Shirley Aparecida Garcia Berbari
FRUTHOTEC-ITAL - (coorientadora)

Dr.(a) Silvia Cristina Sobottka Rolim de Moura
FRUTHOTEC-ITAL (titular)

Dr.(a) Rita de Cássia Salvucci Celeste Ormenese
CCQA/LAFISE - ITAL (titular)

A ata de defesa de dissertação de mestrado com as respectivas assinaturas dos membros da banca encontra-se arquivada junto à documentação do aluno.

DEDICATÓRIA

A Deus e a meus familiares com
muito amor.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, por me permitir esta oportunidade, por me abençoar todos os dias, me proporcionando tudo de melhor na vida, como uma família maravilhosa, saúde, perseverança para superar obstáculos e desafios que a vida nos oferece. Nunca duvidei e tenho muita fé no seu imenso amor Senhor, por mim e por todos.

A Lauro Toti, meu esposo, por dividir comigo os momentos alegres e de dificuldades, pelo amor que compartilhamos, por seu apoio, ajuda e paciência, quando estava estressada e cansada, bem como os cuidados com a nossa princesa Laura que demanda muita dedicação.

À Laura, minha pequena princesa, que dividiu o seu tempo com este projeto de pesquisa, pois muitas vezes o papai a ajudou no dever de casa, a tomar banho e a acompanhou no jantar, para que a mamãe pudesse estudar.

Aos meus pais, José e Valdete, e padrasto Jesus pelos ensinamentos e incentivos para não desistir nunca; Minha eterna gratidão e admiração por tudo o que vocês fizeram e até hoje fazem por mim, assim como o apoio dos meus irmãos Fabiana e Fernando.

À professora e orientadora Dra. Maria Isabel Berto, pelos seus ensinamentos, ajuda, confiança, muita paciência e incentivos que conseguiríamos terminar este estudo lindamente. E, principalmente, por aceitar a ideia de me orientar e realizar a pesquisa, sabendo das dificuldades, por ter pouco tempo disponível.

À professora e coorientadora Dra. Shirley Aparecida Garcia Berbari, por fornecer a ideia do trabalho, e cedê-la para este estudo. Por conceder a minha liberação do trabalho, incentivo, ensinamentos, exemplo, amizade e principalmente por confiar que eu seria capaz de realizar todo o estudo, bem como sua paciência e tempo dispostos para me auxiliar em todas as etapas necessárias.

À Dra. Silvia C. Sobotka Moura, pela ajuda na tabulação e interpretação dos dados de vida de prateleira do projeto, pela paciência e ensinamentos.

À Dra. Rita Ormenese e à equipe do Lafise por realizar as análises sensoriais.

Ao Renato Alves Pereira, técnico de apoio a pesquisa do GEPC, pela imensa ajuda na autoclave e análises reológicas realizadas.

À minha banca de qualificação: Dra. Patricia Patri e Dra. Valquiria, pelas importantes contribuições para o aperfeiçoamento deste trabalho.

Agradecimentos especiais à equipe de apoio do centro de pesquisa FRUTHOTEC, planta I, pela ajuda no processamento da sopa creme de palmito pupunha.

À Fazenda Baguaçu e à Rainha do Palmito pelo fornecimento do resíduo industrial de palmito pupunha utilizado no projeto, contribuindo com a continuidade de pesquisas; à Solupack pelo fornecimento da embalagens flexíveis retort *pouch*; à Cp@Kelco pelo fornecimento dos espessantes utilizados, Goma Xantana e Carboximetilcelulose (CMC).

Ao ITAL, que permitiu minha formação acadêmica pela segunda turma de Pós-Graduação do Instituto aos seus 55 anos de existência, motivo de muito orgulho.

RESUMO

O objetivo deste projeto de pesquisa foi a elaboração de uma sopa creme de pupunha estável em temperatura ambiente, utilizando resíduos do processamento industrial de palmito em conserva. A sopa envasada em latas de metal e embalagens flexíveis (*retort pouches*) foi esterilizada em uma autoclave piloto estática. A matéria-prima, polpa proveniente do resíduo do processamento industrial do palmito Pupunha em conserva, assim como as sopas desenvolvidas foram caracterizadas por avaliações físico-químicas para determinação do teor de sólidos totais, sólidos solúveis, acidez total titulável, pH e análise objetiva de cor. Testes preliminares foram realizados variando-se o nível de sal da sopa creme, bem como as quantidades dos espessantes testados: carboximetilcelulose (CMC), farinha de arroz e goma xantana. Testes sensoriais de preferência e aceitação definiram a concentração de sal em 0,75% e as formulações de sopa compostas por: 0,5% de CMC + 60% de polpa; 3% de farinha de arroz + 40% de polpa e 0,5% de goma xantana + 50% de polpa. Novos lotes com essas formulações foram processados, esterilizados e submetidos às análises físico-químicas de teor de sólidos totais, sólidos solúveis, acidez total titulável, pH, viscosidade, análise objetiva de cor. Teste sensorial de aceitação com 80 provadores definiu, entre essas, a formulação para o estudo de vida de prateleira. Um lote da formulação FA escolhida, contendo 3% de farinha de arroz + 40% de polpa, foi envasado em latas metálicas e em embalagens flexíveis que foram esterilizadas para atingir a condição de esterilidade comercial. Para isso, pelo menos 5 min de letalidade foi alcançado, suficiente para, pelo menos, 12 reduções decimais de esporos de *C. botulinum* e 5 ciclos do micro-organismo deteriorante mesófilo, *C. sporogenes*. A eficiência do tratamento térmico foi também confirmada por testes laboratoriais de esterilidade comercial. As amostras foram armazenadas por 120 dias e avaliadas periodicamente a cada 30 dias por análises de pH, sólidos solúveis, acidez total titulável, análise objetiva de cor e avaliação sensorial quanto a cor, aparência, consistência, sabor, modo global e qualidade. A vida de prateleira estimada para o produto nas temperaturas de 25°C e 35°C, foi respectivamente, em 95 e 72 dias para as amostras em latas e 240 e 168 dias para amostras em *retort pouch*. O valor

de Q10 encontrado através do atributo modo global foi de 1,06 para latas e 1,34 para *retort pouch*.

Palavras-chave: sopa; espessantes; esterilização; *retort pouch*; análise sensorial;

ABSTRACT

The goal of this work was the elaboration a canned soup of Pupunha palm shelf stable at room temperature, using residues of the industrial processing of canned heart of palm. The soup packaged in metal cans and flexible packages (retort pouches) were sterilized in a pilot still retort. The raw material, pulp made with residue from the industrial processing of canned heart of pupunha palm, and also the elaborate soups, were characterized by physical-chemical analysis: total solids, soluble solids, titratable total acidity, pH and objective color analysis. Preliminary tests were performed, changing salt level of the cream soup, as well as the amount of each tested thickener: carboxymethylcellulose (CMC), rice flour and xanthan gum. Preference and acceptance sensory tests defined salt concentration at 0.75% and composition of soup formulations: 0.5% CMC + 60% pulp; 3% rice flour + 40% pulp and 0.5% xanthan gum + 50% pulp. New batches using these formulations were processed, sterilized, and characterized by the following analysis: total solids, soluble solids, titratable total acidity, pH, viscosity, objective color analysis. Sensory acceptance test with 80 testers were performed to define, among them, the soup formulation for shelf life study. A batch of the chosen soup formulation, containing 3% rice flour + 40% pulp, packaged in metal cans and retort pouch were sterilized to achieve commercial sterility condition. Therefore, at least 5 min of lethality was achieved, enough to reduce at least 12 log cycle of *C. botulinum* spores and 5 cycles of mesophilic spoilage microorganism, *C. sporogenes*. The efficiency of the heat treatment was also confirmed by laboratory tests of commercial sterility. Samples were stored for 120 days evaluated monthly by the following analysis: pH, soluble solids, titratable total acidity, objective color analysis. Sensory evaluation of color, appearance, consistency, taste, global mode and quality were also performed. The estimated shelf life for the soup at 25°C and 35°C was respectively 95 and 72 days for cans and 240 and 168 days for retort pouch. Q10 value estimated through the global mode attribute was 1,06 for cans and 1,34 for retort pouch .

Key words: soup; thickeners; sterilization; retort pouch; sensory analysis;

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	1
2	OBJETIVOS.....	3
2.1	Objetivo principal.....	3
2.2	Objetivos específicos	3
3	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	4
3.1	Palmito pupunha	4
3.2	Espessantes.....	5
3.2.1	Farinha de arroz.....	6
3.2.2	Carboximetilcelulose (CMC).....	7
3.2.3	Goma xantana.....	8
3.3	Embalagens	9
3.3.1	Embalagens metálicas	10
3.3.2	Embalagens flexíveis	10
3.4	Esterilização	11
3.5	Vida de prateleira	14
4	MATERIAL E MÉTODOS	17
4.1	Matéria prima	17
4.2	Ingredientes.....	18
4.3	Processamento da polpa de palmito	18
4.3.1	Caracterização da polpa de palmito	21
4.4	Processamento da sopa creme – definição das formulações	21
4.4.1	Ensaio 1: Definição da % de sal (NaCl)	24
4.4.2	Ensaio 3. Formulações de CMC, FA e GX para teste de aceitação sensorial	30

4.5	Processamento das sopas creme esterilizadas	30
4.5.2	Avaliação sensorial – Teste de aceitabilidade das formulações	
	37	
4.6	Análises físicas, químicas, reológicas, microbiológicas e estudo de vida de prateleira da sopa creme de palmito Pupunha.	44
4.6.2	Análise de cor	49
4.6.3	Análise de reologia.....	50
4.6.4	Análise microbiológica	52
4.6.5	Estudo da vida de prateleira	52
4.6.6	Análise estatística	54
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	54
5.1.1	Rendimento.....	54
5.1.2	Caracterização da matéria – prima – polpa de palmito pupunha obtida do resíduo agroindustrial.....	54
5.2	Ensaio 1: Definição da % de sal (NaCl)	57
5.2.1	Avaliação Sensorial – Teste Ordenação-preferência.....	57
5.3	Ensaio 2: Planejamento experimental	58
5.3.1	Análises físico-químicas.....	58
5.3.2	Análise de Cor.....	60
5.3.3	Aceitabilidade.....	63
5.4	Ensaio de esterilização preliminares	64
5.4.1	Tratamento térmico – individualizado.....	66
5.4.2	Análises físico-químicas.....	69
5.4.3	Análise de cor	70
5.5	Ensaio de tratamento térmico – Teste de aceitabilidade.....	71
5.5.1	Análises físico-químicas.....	75

5.5.2	Análise de cor	76
5.5.3	Teste de aceitabilidade	78
5.6	Processamento da formulação final para acompanhamento de vida de prateleira	89
5.6.1	Tratamento térmico	89
5.6.2	Análise microbiológica	95
5.6.3	Caracterização físico-química das sopas durante a estocagem	97
5.6.4	Análise de cor	100
5.6.5	Análise sensorial	104
6	CONCLUSÕES	109
7	SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	111
8	REFERÊNCIAS	112
9	ANEXOS	122

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Fluxograma das etapas do processamento para obtenção da polpa de palmito Pupunha	19
Figura 2. Resíduo industrial para o processamento da polpa de palmito Pupunha	20
Figura 3. Tacho elétrico	20
Figura 4. Moinho Ritz e peneiras para drenagem	20
Figura 5. Despolpador de rosca sem fim (Finisher)	20
Figura 6. Ultracongelador Klimaquip	20
Figura 7. Polpa de palmito Pupunha	20
Figura 8. Fluxograma das etapas do processamento para obtenção da sopa creme refrigerada	23
Figura 9. Modelo de ficha utilizada para o teste de ordenação preferência quanto ao teor de sal (NaCl) da sopa creme de palmito Pupunha	25
Figura 10. Modelo de ficha utilizado no teste de aceitabilidade	29
Figura 11. Poços	32
Figura 12. Lata com poço para introdução dos termopares	32
Figura 13. Instrumentação das latas com poços e termopares	33
Figura 14. Instrumentação dos <i>pouches</i> com poços	33
Figura 15. Fluxograma das etapas do processamento da sopa creme de palmito Pupunha	40
Figura 16. Ilustração das camadas da autoclave para o tratamento térmico das amostras de sopa creme de palmito pupunha – Estudo da vida de prateleira de embalagem metálica	42
Figura 17. Diagrama de cor - Sistema CIELab	49

Figura 18 (a). Monitoramento do tratamento térmico experimental com as três formulações selecionadas; (b). Monitoramento da pressão da autoclave durante o tratamento térmico experimental com as três formulações selecionadas 65

Figura 19. (a) Monitoramento do tratamento térmico experimental das amostras de sopa creme de palmito Pupunha formuladas com o espessante GX; (b) Monitoramento da pressão da autoclave durante o tratamento térmico experimental das amostras de sopas formuladas com o espessante GX 67

Figura 20. (a) Monitoramento do tratamento térmico experimental das amostras de sopa creme de palmito Pupunha formuladas com o espessante CMC; (b) Monitoramento da pressão da autoclave durante o tratamento térmico experimental das amostras de sopas formuladas com o espessante CMC 68

Figura 21. (a) Monitoramento do tratamento térmico experimental das amostras de sopa creme de palmito Pupunha formuladas com o espessante FA; (b) Monitoramento da pressão da autoclave durante o tratamento térmico experimental das amostras de sopas formuladas com o espessante FA 68

Figura 22. (a) Monitoramento do tratamento térmico – teste de aceitabilidade das amostras de sopa creme de palmito formuladas com o espessante CMC; (b) Monitoramento da pressão da autoclave durante o tratamento térmico – teste de aceitabilidade das amostras de sopas formuladas com o espessante CMC 72

Figura 23. (a) Monitoramento do tratamento térmico – teste de aceitabilidade das amostras de sopa creme de palmito formuladas com o espessante GX; (b) Monitoramento da pressão da autoclave durante o tratamento térmico – teste de aceitabilidade das amostras de sopas formuladas com o espessante GX 72

Figura 24. (a) Monitoramento do tratamento térmico – teste de aceitabilidade das amostras de sopa creme de palmito formuladas com o espessante FA; (b) Monitoramento da pressão da autoclave durante o tratamento térmico – teste de aceitabilidade das amostras de sopas formuladas com o espessante FA..... 73

Figura 25. Faixa etária (a), classe social (b), frequência de consumo de sopas (c), tipos de sopas consumidas em relação à forma de preparo (d) e frequência de consumo de palmitos (e) conforme declarado pelo grupo recrutado para avaliação das amostras..... 78

Figura 26. Porcentagens de aceitação, indiferença e rejeição das amostras de modo global (a), da aparência (b), aroma (c), consistência na colher (d) e na boca (e) e do sabor (f), de acordo com a avaliação dos consumidores que participaram do teste 80

Figura 27. Porcentagens de classificação ideal, acima e abaixo do ideal para a intensidade da cor (a), do aroma de palmito (b) e de tempero (c)..... 82

Figura 28. Porcentagens de classificação ideal, acima e abaixo do ideal para a intensidade da consistência do caldo (a), do tamanho (b) e da firmeza dos pedaços de palmito (c) 84

Figura 29. Porcentagens de classificação ideal, acima e abaixo do ideal para a intensidade do sabor de palmito (a), teor de sal (b) e quantidade de tempero (c). 85

Figura 30. Porcentagens dos consumidores com intenção de consumir as sopas de palmito frequentemente ou mais, de vez em quando até com baixa frequência e de intenção de consumir raramente até sem intenção de consumir 85

Figura 31. (a) Monitoramento do tratamento térmico Lata (L1) – estudo de vida de prateleira das amostras de sopa creme de palmito formuladas com o espessante FA. (b) Monitoramento da pressão da autoclave durante o tratamento térmico Lata (L1) – estudo de vida de prateleira das amostras de sopa creme de palmito formuladas com o espessante FA..... 89

Figura 32. (a) Monitoramento do tratamento térmico Lata (L2) – estudo de vida de prateleira das amostras de sopa creme de palmito formuladas com o espessante FA. (b) Monitoramento da pressão da autoclave durante o tratamento térmico Lata (L2) – estudo de vida de prateleira das amostras de sopa creme de palmito formuladas com o espessante FA..... 90

Figura 33. (a). Monitoramento do tratamento térmico Lata (L3) – estudo de vida de prateleira das amostras de sopa creme de palmito formuladas com o espessante FA. (b). Monitoramento da pressão da autoclave durante o tratamento térmico Lata (L3) – estudo de vida de prateleira das amostras de sopa creme de palmito formuladas com o espessante FA..... 90

Figura 34. (a). Monitoramento do tratamento térmico *Pouch* (P1) – estudo de vida de prateleira das amostras de sopa creme de palmito formuladas com o espessante FA. (b). Monitoramento da pressão da autoclave durante o tratamento térmico *Pouch* (P1) – estudo de vida de prateleira das amostras de sopa creme de palmito formuladas com o espessante FA..... 92

Figura 35. Monitoramento do tratamento térmico *Pouch* (P2) – estudo de vida de prateleira das amostras de sopa creme de palmito formuladas com o espessante FA. (b) Monitoramento da pressão da autoclave durante o tratamento *Pouch* (P2) – estudo de vida de prateleira das amostras de sopa creme de palmito formuladas com o espessante FA 93

Figura 36. (a) Monitoramento do tratamento térmico *Pouch* (P3) – estudo de vida de prateleira das amostras de sopa creme de palmito formuladas com o espessante FA. (b) Monitoramento da pressão da autoclave durante o tratamento *Pouch* (P3) – estudo de vida de prateleira das amostras de sopa creme de palmito formuladas com o espessante FA 93

Figura 37. Acompanhamento do parâmetro L^* durante 120 dias..... 102

Figura 38. Acompanhamento do parâmetro ΔE durante 120 dias 103

Figura 39. Gráfico dos resultados da avaliação sensorial durante o período de armazenamento das amostras de sopa creme de palmito pupunha – atributos de aparência, cor, sabor e modo global. 107

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Formulações das sopas creme de palmito pupunha com diferentes teores de sal (NaCl)	22
Tabela 2. Níveis do planejamento experimental realizados para testar os espessantes farinha de arroz (FA), carboximetilcelulose (CMC) e goma xantana (GX)	26
Tabela 3. Planejamento experimental da sopa creme com os espessantes farinha de arroz (FA), carboximetilcelulose (CMC) e goma xantana (GX).....	27
Tabela 4. Formulações das sopas creme de palmito pupunha com o espessante FA.....	27
Tabela 5. Formulações das sopas creme de palmito pupunha com o espessante CMC	28
Tabela 6. Formulações das sopas creme de palmito pupunha com o espessante GX.....	28
Tabela 7. Formulações de sopas creme de palmito pupunha melhores aceitas	30
Tabela 8. Distribuição dos sensores de temperatura na autoclave – ensaio esterilização único	34
Tabela 9. Distribuição dos sensores na autoclave – ensaios esterilização individual.....	35
Tabela 10. Distribuição dos sensores na autoclave para os ensaios de esterilização para sensorial de aceitabilidade das sopas creme de palmito Pupunha	37
Tabela 11. Distribuição dos sensores na autoclave para o tratamento térmico das amostras de sopa creme de palmito Pupunha – Estudo da vida de prateleira de embalagens metálicas	41
Tabela 12. Distribuição dos sensores na autoclave para o tratamento térmico das amostras de sopa creme de palmito pupunha – Estudo da vida de prateleira de embalagens flexíveis.	44

Tabela 13. Cronograma das análises realizadas no estudo	45
Tabela 14. Especificações técnicas do sistema de cilindros concêntricos CCT-45	50
Tabela 15. Configuração das condições dos ensaios	50
Tabela 16. Resultados das análises de sólidos solúveis (°Brix), pH, acidez total titulável, umidade e densidade das polpas de palmito pupunha fabricadas em diferentes datas	55
Tabela 17. Resultados da análise de cor das polpas de palmito Pupunha fabricadas em diferentes datas.....	56
Tabela 18. Resultados do teste de ordenação-preferência para determinação do teor de sal (NaCl) na sopa creme de palmito Pupunha	57
Tabela 19. Resultados das análises de pH, sólidos solúveis (°Brix), e acidez total titulável das formulações	59
Tabela 20. Resultados da análise de cor para ensaios com diferentes espessantes (Esp) e Relação polpa água (P/A)	62
Tabela 21. Resultados sensoriais das amostras de sopa creme de palmito Pupunha resultantes do planejamento experimental com os três espessantes ...	64
Tabela 22. Cálculo de intensidade do tratamento térmico (F) nas embalagens metálicas com sopa creme de palmito pupunha monitorados durante a esterilização.....	66
Tabela 23. (F ₀) nas embalagens metálicas com sopa creme de palmito pupunha monitorados durante a esterilização.	66
Tabela 24. Análises realizadas nas sopas creme de palmito Pupunha após ensaio de tratamento térmico nas embalagens metálicas	70
Tabela 25. Resultados das análises objetivas de cor após o tratamento térmico.....	71
Tabela 26. Valores de (F ₀) temperaturas iniciais e máximas atingidas pelo produto nas embalagens metálicas monitoradas no teste de aceitabilidade.	74

Tabela 27. Resultados das análises físico químicas das sopas creme de palmito Pupunha.....	75
Tabela 28. Resultados das análises de viscosidade aparente da sopa creme de palmito Pupunha.....	76
Tabela 29. Análise objetiva de cor – teste de aceitabilidade	77
Tabela 30. Resultados obtidos na avaliação da aceitabilidade das amostras avaliadas	79
Tabela 31. Tabela de contingências obtida a partir dos dados de CATA 87	
Tabela 32. Resultados da avaliação da preferência pelas amostras na opinião dos consumidores que participaram do teste.....	88
Tabela 33. Valores de (F_0) temperaturas iniciais e máximas atingidas pelo produto nas embalagens metálicas monitoradas para o estudo de vida de prateleira	91
Tabela 34. Valores de (F_0) temperaturas iniciais e máximas atingidas pelo produto nas embalagens flexíveis monitoradas para o estudo de vida de prateleira	94
Tabela 35. Análises microbiológicas – Teste de esterilidade comercial realizada após o tratamento térmico das amostras referentes ao acompanhamento de vida de prateleira	96
Tabela 36. Valores médios $\pm$ desvio padrão de umidade inicial e final das sopas creme de palito em embalagens metálicas e flexíveis nas diferentes temperaturas de armazenagem.....	98
Tabela 37. Valores médios $\pm$ desvio padrão de ATT, pH e sólidos solúveis das sopas creme de palmito pupunha em embalagens metálicas e flexíveis nas diferentes temperaturas de armazenagem	99
Tabela 38. Cor instrumental da sopa creme de palmito pupunha nas diferentes temperaturas de armazenagem.....	101
Tabela 39. Parâmetros cinéticos da degradação total de cor da sopa creme de palmito Pupunha.....	103

Tabela 40. Resultados da avaliação sensorial durante o período de armazenamento das amostras de sopa creme de palmito pupunha – atributos de aparência, cor, aroma, consistência, sabor, modo global e qualidade 105

Tabela 41. Parâmetros cinéticos das notas para o atributo modo global da sopa creme de palmito Pupunha – análise sensorial 108

1 INTRODUÇÃO

Novas oportunidades de negócios relacionados à pupunha estão se fortalecendo no país e abrem portas para o mercado internacional de palmito em conserva, em mercados consumidores que valorizam a qualidade do produto, preservação ambiental e observação das leis trabalhistas adequadas à sua produção e processamento (ANEFALOS *et al.*, 2007).

A produção de palmito no Brasil, de acordo com os dados do IBGE (IBGE, 2016) aumentou aproximadamente 7% em relação ao ano de 2014. O Estado de São Paulo participa com 30% da produção nacional de palmito e ocupa desde 2008, o primeiro lugar em quantidade produzida em lavouras permanentes no Brasil e na região sudeste. Em 2016, a área total colhida de palmito no Estado de São Paulo foi de 9.214 hectares e a quantidade produzida foi de 34.594 toneladas. Comparando estes valores com a produção de palmito cultivado no Estado de São Paulo em 2014, observa-se que a quantidade produzida aumentou 50%.

Ao analisar a história da industrialização de palmito no Brasil, verifica-se que nestes 50 anos de atividade, ocorreram importantes mudanças, como o crescimento do cultivo de palmeiras, com consequente diminuição da obtenção da matéria-prima por extrativismo. Entretanto, do ponto de vista da tecnologia de processamento do palmito em conserva, ocorreram avanços apenas quanto à modernização das embalagens. A espécie *Bactris gasipaes*, popularmente conhecida como pupunheira, largamente cultivada na região do Vale do Ribeira no Estado de São Paulo tem características fisiológicas distintas das espécies do gênero *Euterpe*, tais como Juçara e Açaí, pois possui grande quantidade de parte basal, possibilitando o aproveitamento industrial e a fabricação de diversos tipos de produtos, como é o caso da elaboração da sopa a partir das partes descartadas na produção de palmito em conserva (BERBARI, *et al.*, 2008).

A industrialização desta categoria de produto ($pH > 4,6$ e $aw > 0,85$) requer a aplicação de tecnologia de conservação adequada, caso seja mantido à temperatura ambiente, já que o produto, integra o grupo de alimentos de risco à segurança de saúde pública, pois possui condições propícias para germinação de esporos de *C. botulium* (BLACK & BARACH, 2015). Como no caso das sopas, o processo de acidificação aplicado no palmito em conserva é sensorialmente inviável, o processo de esterilização se torna um método de conservação interessante: com um dimensionamento adequado,

o tratamento térmico resultará no cozimento da matéria prima e ao mesmo tempo garantirá sua segurança em relação à saúde pública, além de um produto final estável à temperatura ambiente, pronto para o consumo e com tempo de vida de prateleira estendido.

Atualmente constata-se uma tendência a mudanças de hábitos alimentares, pois os consumidores procuram produtos mais saudáveis e que ofereçam praticidade em seu manuseio e preparo (TEIXEIRA, 2008). Desta forma, entende-se que a sopa creme de palmito Pupunha industrializado, atende essa demanda do mercado consumidor, sendo um produto saudável, rico em fibras alimentares e que oferecerá praticidade, pois necessita apenas de seu aquecimento antes do consumo.

Portanto, é importante o desenvolvimento de tecnologias que visem o aproveitamento das partes duras da pupunheira, que está localizada abaixo da gema apical, que compreende cerca de 60% do peso da haste de palmito. Como alternativa para o aproveitamento dessa parte basal, foi estudada a obtenção de uma polpa que permita a elaboração de uma formulação de sopa creme de palmito. A cremosidade é um importante atributo sensorial para as sopas. Desta forma, fez-se necessário um estudo para avaliar as características dos espessantes que promovessem a melhor qualidade do produto quanto à consistência e sabor, permitindo assim maior aproveitamento da nobre matéria-prima, aumento no rendimento e com isso maior lucratividade para a indústria. Foram estudados o CMC (carboximetilcelulose), farinha de arroz e goma xantana.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo principal

Estudo do desenvolvimento de sopa creme de palmito elaborada a partir do aproveitamento de polpas provenientes das partes descartadas na produção de toletes de palmito em conserva (partes duras e/ou resíduos da haste de palmito Pupunha), submetidas ao método de conservação de esterilização.

2.2 Objetivos específicos

Para o cumprimento do objetivo geral, esse projeto cumpriu os seguintes objetivos específicos:

- Caracterização físico-química da matéria-prima, polpa do resíduo industrial do processamento de palmito Pupunha em conserva;
- Desenvolvimento de opções de formulação da sopa creme com os espessantes CMC, farinha de arroz e goma xantana e avaliando suas características por análises físico-químicas;
- Estabelecimento dos parâmetros do processo térmico de esterilização convencional do produto acondicionado em embalagens metálicas (latas) e flexíveis (*retort pouch*);
- Avaliação da qualidade dos produtos finais através de análises físico-químicas e sensoriais;
- Acompanhamento da vida de prateleira da melhor formulação determinada sensorialmente, armazenada em embalagens metálicas e flexível, submetidas ao método de conservação de esterilização, durante o período de armazenamento de 120 dias e estimativa da vida de prateleira.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Palmito Pupunha

O palmito é um produto comestível, formado pelas folhas ainda não desenvolvidas na parte central da extremidade superior do estipe de algumas palmeiras revestidas por folhas já adultas (NOGUEIRA, 1982).

Conhecido pelos índios desde épocas remotas da descoberta do Brasil, o palmito já era utilizado como alimento. No Brasil existem várias palmeiras que produzem palmito, o que favoreceu para que fosse o principal país produtor e exportador de palmito. Além do Brasil, outros países também produtores de palmito são: Costa Rica, Equador, Bolívia, Colômbia, Guatemala, México, Nicarágua, Peru, República Dominicana e Venezuela (KHATOUNIAN, 2012).

Comparando as espécies de palmito, a “Pupunha” é a que apresenta sabor mais doce, tem coloração mais amarelada e textura macia, além de não apresentar escurecimento enzimático ao ser cortado (KHATOUNIAN, 2012).

Outras vantagens da pupunheira, se comparada às outras espécies de palmeiras nativas, como o Açaí e a Juçara, é a precocidade do primeiro corte, sendo este de 18 meses após o plantio; a maior qualidade em comprimento e diâmetro; maior lucratividade quanto à razão hectare/palmito, além de vantagens ecológicas pois pode ser plantado sob o sol, não afetando às matas nativas, entre outras (SAKATA,2008).

O palmito é constituído de três partes comestíveis sendo estas a basal (caulinar), a apical e a central (coração, creme ou tolete). A parte mais utilizada pela indústria na forma de conserva e de maior valor comercial é o tolete, porção mais nobre do palmito (SAKATA,2008).

A pupunheira da espécie *Bactris gasipaes*, muito produzida na região Vale do Ribeira (SP) possui características fisiológicas distintas do gênero *Euterpe* por possuir maior quantidade da parte basal, conhecida como coração do palmito. Por conta disso, o aproveitamento industrial dessa parte não nobre da pupunheira pode se tornar mais rentável se sofrer processamento para criação de novos produtos, visto que são partes duras e muitas vezes descartadas.

A palmeira de pupunha (*Bactris gasipaes Kunth*) é nativa da América Latina, distribuída na Bacia Amazônica, predominantemente em matas úmidas e de baixa densidade. Esta palmeira é perene, cespitosa e adaptada às condições de insolação. Sua haste pode atingir até 20 metros de altura e 15 a 25 cm de diâmetro e é encontrada com e sem espinho. As principais características para seu cultivo são a rusticidade, precocidade (1,5 a 2 anos) e o perfilhamento, cultivo perene (MODOLO, 2015).

MONTEIRO *et al.* (2001) estudaram as características sensoriais de uma sopa creme formulada à base de palmito. Na formulação da sopa foi utilizado palmito em conserva e palmito em conserva submetido à desidratação. Foram comparadas amostras de sopa creme processada a partir de toletes de palmito e do coração. Os resultados mostraram que a sopa processada a partir dos toletes e do coração têm boa aceitação entre provadores adultos e infantis.

Até o presente momento, a industrialização de palmito no Estado de São Paulo e no Brasil é realizada apenas na forma de conserva acidificada e pasteurizada, necessitando assim de pesquisas voltadas para o desenvolvimento de novos produtos a partir de palmito. Não foram encontradas na literatura informações a respeito do processamento de produtos obtidos de palmito, do tipo creme ou sopas processadas a partir do produto *in natura*.

3.2 Espessantes

De acordo com ALVES (2009), os espessantes são substâncias que aumentam a viscosidade de um alimento, soluções, suspensões e emulsões, sem alterar significativamente suas outras propriedades, melhorando a textura e a consistência dos alimentos processados.

Os estabilizantes são substâncias amplamente utilizados em indústrias alimentícias. Estes promovem a homogeneidade dos ingredientes, evitando a separação do alimento em diferentes fases, durante sua vida de prateleira, isto é possível pois estas substâncias mantêm, ao longo do tempo, a dispersão uniforme das substâncias imiscíveis em um alimento. O aumento da viscosidade e a não formação de cristais, que podem interferir na textura do alimento, também são propriedades dos estabilizantes (SILVA *et al.*, 2018).

Neste projeto de pesquisa foram avaliados a farinha de arroz, o CMC (Carboximetilcelulose) e a Goma Xantana como agentes espessantes para melhorar a consistência da sopa creme.

3.2.1 Farinha de arroz

A farinha de arroz possui baixo índice glicêmico e promove maior saciedade (HEISLER *et al.*, 2008). Pode ser consumida por pessoas celíacas, pois é um alimento pouco alergênico e isento de glúten (SOARES *et al.*, 2010; BENTO *et al.*, 2012). Além disso, pode ser utilizada em alimentos doces ou salgados como espessante ou para retenção de água (CLERICI; EL-DASH, 2008).

O arroz é um cereal que passa por um beneficiamento para produtos destinados a consumo humano. Um subproduto do beneficiamento desse cereal são grãos quebrados que podem ser utilizados como matéria-prima para a farinha de arroz. A proteína mais abundante no arroz é a orizenina da classe das glutelinas, que se encontra presente no endosperma. Essas proteínas são, em sua grande maioria, hidrofóbicas e resistentes ao inchamento a temperatura ambiente, no entanto quando passam por aquecimento possuem melhores características viscoelásticas por conta da formação de fibras similares a glutelina do trigo. Este subproduto do arroz possui características atrativas como gosto suave, coloração branca, ausência de glúten, maior facilidade na digestão, o que faz com que seja amplamente empregado na indústria em diversos produtos principalmente para dietas especiais, como no caso das pessoas celíacas, intolerantes ao glúten (MACHADO, 2012).

Segundo BARBOSA *et al.*(2006), a utilização da farinha de arroz em produtos alimentícios deve-se a suas características funcionais, sensoriais, alta reserva energética e principalmente seu alto teor de amido que possibilita a gelatinização e sua atuação como espessante em aplicações industriais.

O uso da farinha de arroz, segundo LATORRES *et al.*(2014), pode gerar um aumento no valor nutricional, sem alterar as características sensoriais dos produtos desenvolvidos com este ingrediente. A estrutura-função das proteínas possibilita o seu uso em diferentes tipos de alimentos atuando em propriedades diversas, tais como espumantes, emulsificantes, estabilidade ao calor e interações com outros componentes do alimento. LATORRES *et al.*(2014) estudou a capacidade funcional da farinha de arroz, e os resultados encontrados indicam que a solubilidade da farinha de arroz é maior em pH alcalino, pois cargas negativas geram forças de repulsão eletrostática que dissociam complexos proteicos.

A farinha de arroz por não possuir a proteína glúten, a torna um potencial ingrediente para o desenvolvimento de novos produtos, atendendo um público específico, como os celíacos. Neste trabalho, a farinha de arroz foi utilizada como ingrediente, atuando como espessante; este ingrediente também possui características como sabor suave, coloração branca, hipoalergenicidade e facilidade para digestão, características que são importantes para o desenvolvimento da sopa creme de palmito. Estas características da farinha de arroz fazem com que este ingrediente seja bastante estudada e utilizada na fabricação de alimentos processados, bebidas, alimentos infantis, pães, biscoitos e pudins. Os produtos desenvolvidos com a farinha de arroz, por ser isento de glúten, podem ser classificados como saudáveis e funcionais, atendendo um maior número de consumidores (BASSINELLO *et al.*, 2017).

3.2.2 Carboximetilcelulose (CMC)

A carboximetilcelulose (CMC) é classificada funcionalmente como espessante, estabilizante e emulsificante. Sua derivação vem da celulose, sendo obtida por meio de duas reações. A primeira, ocorre no tratamento da polpa de madeira purificada com hidróxido de sódio resultando na celulose alcalina; após, ocorre a esterificação com a reação da celulose alcalina com o ácido monocloroacético (DAMODARAN *et al.*, 2010). É normalmente encontrada na forma sódica, e destaca-se, por ser um polissacarídeo solúvel em água, de baixo custo e por fornecer a possibilidade de alterar sua estrutura química (NASCIMENTO *et al.*, 2013). A solubilização da CMC em água é rápida (MELO *et al.*, 2013).

O produto carboximetilcelulose é um éter de celulose, polímero aniônico solúvel em água fria ou quente, muito utilizado como espessante, aglutinante, estabilizante, agente de suspensão, que retém água e forma filme controlando a reologia do produto em que foi utilizado ou preparado. Possui grande importância na área alimentícia visto que é um produto inerte, ou seja, não calórico além de ser compatível com a maioria das gomas não iônicas em larga faixa de concentração, possui compatibilidade com sais e possui diversas aplicações industriais como sorvetes, leites, pães, sucos, molhos, queijos etc. É utilizado também em outras áreas industriais como farmacêuticas, tintas, cosméticos, papel entre outras (FOOD INGREDIENTS BRASIL, 2014).

CALEGUER & BENASSI (2007), descreve que a carboximetilcelulose (CMC) pode ser adquirida de várias formas, dependendo da funcionalidade que se quer aplicar e apresenta estabilidade em ampla faixa de pH. Entre suas principais características está a propriedade de formar soluções coloidais e no fato de pequenas concentrações conferirem alto grau de viscosidade. Possui aplicabilidade em creme de leite, leite de coco, bebidas lácteas, sopas instantâneas, dentre outros produtos.

3.2.3 Goma xantana

A goma xantana é um hidrocolóide polissacarídico com propriedade hidrofílica, produzido por espécies de bactérias do gênero *Xanthomonas*. É um polímero muito comercializado para a indústria de alimentos e possui diferentes características funcionais, como agente espessante, estabilizante, formador de gel, emulsificante, e formadores de filme, possui excelentes propriedades reológicas de interesse para a utilização em alimentos, são altamente pseudoplásticas. É uma goma solúvel em água fria ou quente e possui alta viscosidade mesmo em pequenas concentrações, além de ser estável sob variações de pH, temperatura, e força iônica (BORGES, 2008).

O *Food and Drug Administration* (FDA), aprovou a sua utilização em 1969. Já no Brasil, de acordo com LIMA *et al.* (2001), a goma xantana pode ser utilizada em alimentos desde 1965, pelo Decreto Lei nº55871, da Legislação Brasileira de Alimentos como estabilizante e espessante e faz parte da lista de aditivos segundo as Práticas de Fabricação INS 415. O *Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives* – JECFA, não especifica a quantidade de Ingestão Diária Aceitável (IDA). O uso deste aditivo pode ser realizado até obter-se o efeito tecnológico desejado. (BRASIL, 1997).

Sua utilização é ampla, desde alimentos a petroquímicos. Segundo SILVA *et al.* (2018), suas características reológicas resultam em produtos viscosos a partir de concentrações baixas (0,05 a 1,0%), e a estabilidade de produtos, em uma ampla faixa de pH e temperatura

A enorme demanda de utilização deste biopolímero nas indústria de alimentos pode ser explicada, segundo BORGES *et al.* (2008), por suas características e propriedades específicas, tais como: o auxílio no aumento da viscosidade em baixas concentrações; estabilidade a altas temperaturas durante o processamento; excelente solubilidade e estabilidade em meio ácido e na presença de sais (principalmente cloreto de sódio); eficientes como estabilizadores de emulsões evitando a separação de fases nos sistemas óleo / água; natureza altamente pseudoplástica diminuindo o arraste durante o escoamento.

Devido às suas propriedades e funcionalidades estabilizantes e espessantes, a goma xantana é bastante utilizada na indústria de alimentos em formulação de sucos, néctares e bebidas mistas de frutas.

3.3 Embalagens

Segundo SOUSA *et al.*, (2012) não há melhorias na qualidade do produto com a embalagem, no entanto, a aceitação do consumidor aumenta, se sua vida de prateleira maior for associada à segurança, pois a finalidade das embalagens é proteger os alimentos contra deterioração química, física ou microbiológica, durante toda a cadeia de distribuição, assegurando a manutenção de suas características após o processamento. A vida útil do produto está associada ao tipo de embalagem no qual o produto é acondicionado. Assim, as características sensoriais, devem ser mantidas e as embalagens devem impedir alterações químicas, físicas e microbiológicas do produto.

Existem vários tipos de materiais de embalagem disponíveis no mercado para acondicionar alimentos e bebidas. Os vários tipos de embalagens podem ser agrupados em recipientes metálicos rígidos (lata e tambores de aço inoxidável ou alumínio), recipientes metálicos flexíveis, plásticos rígidos e semirrígidos, plásticos flexíveis; caixas de papelão e de madeira, papéis flexíveis, laminados e multifoliados (BOBBIO, 2001).

A demanda dos consumidores por qualidade, aliada a uma exigência cada vez maior por conveniência, favoreceu o desenvolvimento das embalagens plásticas flexíveis termo processáveis, as quais permitem a estocagem e a comercialização do produto à

temperatura ambiente. No Brasil estas embalagens encontram-se presentes no mercado institucional (merenda escolar, restaurantes, hospitais) e no mercado de varejo, acondicionando pratos semi-prontos ou prontos para o consumo, tipo feijoada, carne com legumes, molhos, atum, *pet food*, dentre outros.

3.3.1 Embalagens metálicas

As latas metálicas possuem características, (tais como resistência a choques mecânicos e baixa interação com o produto) que não são encontradas em outros tipos de embalagens. Seu uso é amplamente difundido nas indústrias por possuírem essas características que, em conjunto, não são encontradas em outras embalagens (SARON *et al.*, 2007). O tempo de composição da embalagem metálica é relativamente menor em comparação a outras embalagens, como as de vidro por exemplo. Este fato reflete diretamente nas ações do setor produtivo, já que há uma crescente preocupação ambiental do mundo moderno (BERTO *et al.*, 2011).

Em processos de esterilização, as latas são amplamente utilizadas, já que este tratamento térmico consiste em submeter o produto acondicionado em embalagens hermeticamente fechadas por tempo e temperatura pré-determinados (ITAL, 1990). Esta embalagem reduz os riscos de contaminação e deterioração após o processamento, pois permite o processamento do alimento após ser embalado (GHANI *et al.*, 1999).

3.3.2 Embalagens flexíveis

A embalagem flexível, além reduzir o consumo de energia, minimiza perdas de espaços devido à reduzida espessura de corte transversal quando comparada com a lata, tornando-se fundamental para decisões no campo logístico (BALLOU, 1999).

A embalagem flexível resistente ao tratamento térmico constitui um sistema alternativo para o acondicionamento de alimentos de alta e baixa acidez, bem como possibilita a industrialização de novos produtos, devido às excelentes características de resistência mecânica, perfil favorável à penetração de calor e termossoldabilidade hermética (SARANTÓPOULOS *et al.*, 2002).

Os principais requisitos que uma embalagem plástica termo processável deve atender são: resistir a temperaturas elevadas de processamento (acima de 100°C), ser barreira ao oxigênio, à umidade e aos aromas, apresentar resistência mecânica compatível com o sistema de produção, distribuição e comercialização do alimento e dispor de um sistema de fechamento que garanta sua integridade, mesmo sob alta temperatura e elevada pressão interna na embalagem, que se desenvolvem durante o processamento térmico do produto (OLIVEIRA, 2012).

A embalagem flexível termo processável é uma estrutura multicamada onde a camada externa normalmente é um filme de poliéster (PET) que confere à embalagem excelente resistência mecânica, particularmente à abrasão. A camada interna deve garantir a integridade da embalagem apresentando boas características de termossoldagem mesmo quando sob alta temperatura e tensão, sendo normalmente utilizado o polipropileno (PP). Entre as camadas externa e interna, em geral, encontra-se um filme barreira ao oxigênio. A quantidade de barreira necessária é definida em função do produto a ser acondicionado, da vida útil desejada e da capacidade da embalagem.

A folha de alumínio, a poliamida orientada (OPA) ou não (PA), o copolímero de cloreto de vinila e cloreto de vinililideno (PVDC) e até mesmo uma segunda camada de PET, são exemplos de materiais utilizados como barreira ao oxigênio. No mercado são utilizadas: PET/Al/PP, PET/Al/PET/PP, PET/Al/OPA/PP e PA/PP (OLIVEIRA, 1994). Estes polímeros são aprovados para contato direto com alimentos pela legislação brasileira (Lista positiva/ANVISA/MS).

A embalagem RETORT SUP com capacidade para 250 ml, utilizada neste estudo, possui características como barreiras ao oxigênio, ao vapor de água, à luz e aos aromas para acondicionamento de produtos, a serem estocados e comercializados em temperatura ambiente, definindo-a como uma embalagem esterilizável em processo de autoclave.

3.4 Esterilização

FELLOWS, (2006) define esterilização como aquecimento do produto a uma temperatura alta suficiente por um tempo suficiente para destruição microbiana e enzimática. Este tratamento térmico é usualmente aplicado a alimentos com pH >4,5, conservados a temperatura ambiente. Realiza-se dois tipos de processos, o

convencional, por autoclave, onde o produto é esterilizado dentro da embalagem e o asséptico, no qual o produto e a embalagem são esterilizados separadamente.

A esterilização garante a esterilidade comercial do alimento permitindo o armazenamento a temperatura ambiente e uma vida de prateleira maior quando comparados a produtos pasteurizados. Para que não se tenha problemas de contaminação por micro-organismo patogênicos ou deteriorantes é necessário e fundamental que se tenha um tratamento térmico adequado e eficaz, com margem de segurança, que permita a inativação destes, bem como o manuseio pós-processo adequado (GIL, 2009).

O principal objetivo da esterilização é destruir os esporos do *C. Botulinum* A e B, que são patogênicos e causam graves danos à saúde humana, como também micro-organismos deteriorantes. Para que o tratamento de esterilização seja efetivo no sentido de fornecer um produto com esterilidade comercial é necessária uma letalidade mínima de 12 reduções decimais do micro-organismo alvo patogênico (12D) e 5 reduções decimais do micro-organismo alvo deteriorante (5D), que no caso de produtos esterilizados são respectivamente o *C. Botulinum* e o *C. sporogenes* PA 3679 (BLACK & BARACH, 2015). O valor da letalidade (F) é calculado com base nos parâmetros de resistência de destruição térmica dos desses micro-organismos alvos utilizando como temperatura de referência de 121,1°C e valor de $z=10^{\circ}\text{C}$ (STUMBO, 1973). Nesse caso em particular a letalidade F é referenciada como F_0 . O valor de $F_0=2,54\text{min}$ gera uma redução mínima de 12D do *C Botulinum*, entretanto, um valor mínimo de $F_0= 3$ minutos é adotado como margem de segurança para sua destruição (CASOLARI, 2012).

Como a sobrevivência de esporos mesófilos deteriorantes e formadores de esporos no alimento apresenta potencial de germinação em condições normais de armazenamento e distribuição, sua destruição é necessária para atingir a esterilidade comercial (USDA, 2005). Apesar de não apresentarem riscos em relação à saúde pública, a destruição deste grupo é justificada principalmente por razões econômicas. (STUMBO 1973) cita como a faixa de valores de redução decimal desse micro-organismo a 121°C de 0,1 a 1,5 min. Considerando a redução 5D de o *C. sporogenes* ($D_{121,1^{\circ}\text{C}}=0,8$ min, $z=10^{\circ}\text{C}$), o valor de F_0 para uma redução de 5 ciclos do mesmo é de 4 minutos. Várias referências citam e utilizam como valor de $D_{121^{\circ}\text{C}}$ de 1 min. (ADAMS & MOSS, 2008; SUN, 2005). Nesse caso, a letalidade mínima para uma redução de 5D e garantia da esterilidade comercial é de 5 min.

A mistura vapor/água, fonte de calor úmido, é o meio de aquecimento mais

comum em processos de esterilização em autoclaves (BLACK & BARACH, 2015). A inativação dos micro-organismos através da utilização do calor úmido promove a desnaturação irreversível de proteínas, como enzimas e membranas celulares, essenciais para multiplicação celular e sobrevivência do micro-organismo (BORZANI *et al.*, 2001).

O dimensionamento dos cálculos de esterilização convencional é realizado no ponto de aquecimento mais lento da embalagem, considerado o ponto crítico em relação à transferência de calor. No caso das latas, esse ponto é consensualmente o centro geométrico em alimentos sólidos e 1/3 do fundo da lata em alimentos líquidos (ALMEIDA, 2012). Estudos mostram, entretanto, que para alimentos compostos, como grãos e salmouras, um estudo prévio é necessário para a definição deste local. BERTO *et. al.* (2016), estudou a transferência de calor em vários sistemas alimentícios compostos por diferentes grãos em meio aquoso envasados em latas cilíndricas metálicas e concluiu que o ponto de aquecimento mais lento nos mesmos foi a altura de $\frac{1}{4}$ medida a partir da base da embalagem.

3.5 Vida de prateleira

Atualmente, existe uma tendência de mudanças de hábitos alimentares, em que as pessoas estão em busca de alimentos mais saudáveis e de alta qualidade. No entanto, devido à modernização industrial, a rotina de trabalho e a entrada de mulheres no mercado, bem como a conscientização dos consumidores quanto à segurança dos produtos, o apelo ambiental e a saúde humana (BEIRÃO-DA-COSTA *et al.*, 2014), tem-se buscado alimentos rápidos, práticos e saudáveis, sendo esses, muitas vezes alimentos processados. Para que as características sensoriais e nutricionais desses produtos processados sejam semelhantes ao natural, são necessários estudos que garantam a sua estabilidade microbiológica bem como o prolongamento da vida de prateleira desses alimentos, que muitas vezes, são tratados termicamente por pasteurização ou esterilização (VERBEYST *et al.*, 2010).

O emprego de calor é o método mais utilizado para aumentar a vida de prateleira de produtos alimentícios, no entanto podem ocorrer mudanças não desejáveis, como alterações de sabor, cor e textura (SUCUPIRA, 2012).

O armazenamento de produtos expostos a tratamento térmico, de esterilização, pasteurização ou métodos combinados de barreiras, como branqueamento e pasteurização, acidificação e pasteurização, estão seguros quanto sua segurança microbiológica, pois esses tratamentos inibem ou destroem esporos de *C. botulinum* e demais microrganismos deteriorantes. Sua data de validade se limita às alterações químicas, que podem ser desencadeadas durante o processamento ou durante a sua vida de prateleira (VAN BOEKEL *et al.*, 2010), além de afetarem consideravelmente a cor em frutas e vegetais (PATRAS *et al.*, 2010).

A vida de prateleira de um alimento pode ser definida como o tempo em que este permanece fresco e saudável (NICOLE, 2012), e está relacionada à qualidade, aos ingredientes, as boas práticas de fabricação (BPF) no processamento e as condições de armazenamento (FORSYTHE, 2013).

O produto deve atender as expectativas do consumidor, mantendo sua qualidade a um nível desejado, desde o processamento até o seu consumo, sendo necessários estudos em função do tempo de prateleira. Esses estudos investigam a qualidade do produto durante sua vida de prateleira, através de fatores limitantes pré-estabelecidos de acordo com a composição química do alimento, ou seja, características físico-químicas que devem ser mantidas até o seu consumo, tais como os nutrientes, formação indesejável de aroma, perda da coloração inicial, sendo esses índices quantificáveis. A escolha do fator limitante depende da natureza das reações deterioradoras. Ele deve representar adequadamente a degradação do produto, variar de acordo com um modelo bem definido e ser facilmente mensurável (OLIVEIRA *et al.*, 2012).

A vida de prateleira de alimentos esterilizados pode ser definida pela qualidade dos alimentos, que é afetada por alterações químicas, como a oxidação, alterações físicas, como da cor instrumental e atributos sensoriais. Durante a vida de prateleira dos alimentos, ocorre a perda de qualidade, bem como do grau de aceitabilidade dos produto pelos consumidores (KEBEDE *et al.*, 2013).

Para prever o efeito do processamento nos parâmetros críticos de qualidade, afim de minimizar alterações indesejadas e para aperfeiçoar a qualidade de alimentos específicos, bem como garantir a segurança alimentar do produto, são utilizados estudos de modelos cinéticos, que levam em consideração a cinética de degradação, a ordem de reação, a constante de velocidade e a energia de ativação, que são características importante para prever a perda de qualidade dos alimentos durante o armazenamento (PATRAS *et al.*, 2010) e as mudanças de qualidade que ocorrem durante o processamento térmico (KARA & ERÇELEBI, 2013).

KEBEDE *et al.*, (2014a) comparou diferentes vegetais (cebola, batata, abóbora e beterraba vermelha) acondicionadas em frascos de vidro com aproximadamente 85 gramas de cada vegetal na forma de purê e concluiu que cada vegetal, devido a interações, sofre reações de degradação e possui compostos voláteis. Uma pequena mudança na concentração de um composto, pode ter efeitos importantes no sabor geral do produto.

Nos estudos de KEBEDE *et al.*, (2013), KEBEDE *et al.*, (2014a); KEBEDE *et al.*, (2014b), os legumes processados termicamente, convencionalmente, em frascos de vidro com aproximadamente 85 gramas de amostra, tiveram seus níveis de aldeídos de Strecker aumentados quando comparados ao tratamento de alta pressão e alta temperatura de processo (HPHT), alterando parâmetros externos do alimento, como sabor e a cor. Nestes estudos, foi evidenciado também, degradações oxidativas, provenientes de interações com metais, fatores que diminuem a vida de prateleira destes alimentos.

A medida instrumental de cor pode ser correlacionada com análise sensorial (FERNÁNDEZ-VÁZQUEZ *et al.*, 2013). A análise sensorial permite identificar alterações de qualidade mais facilmente que métodos analíticos, no entanto sempre são aplicados em conjunto (OLIVEIRA *et al.*, 2012).

OLIVEIRA *et al.* (2012) relata que, ao longo da vida de prateleira do suco de manga integral, armazenado em garrafa PET de 500 ml, em temperaturas de armazenamento de 25, 35 e 45°C, ocorreu um escurecimento progressivo e perda da cor amarela característica que possivelmente foram causadas por oxidação enzimática, degradação de nutrientes ou outros pigmentos escuros. A oxidação pode ter sido desencadeada pela passagem de luz através da embalagem transparente do produto.

CATAURO *et al.* (2012) relatam que houve uma perda significativa de cor limitada a frutas, legumes e produtos contendo altas proporções de ingredientes lácteos. Diferenças de cores foram geralmente aceitas sensorialmente, no entanto, a alteração foi o que mais influenciou na qualidade do produto. Foram estudados 13 tipos de alimentos (carnes, vegetais, sobremesas, etc) acomodados em embalagens *pouches retort* esterilizados e os resultados indicaram perda de cor significativa, geralmente limitada a frutos, vegetais e produtos contendo altas proporções de ingredientes lácteos.

Resultados obtidos por ZHANG *et al.*, (2016) mostraram que a perda de peso, o oxigênio, a mudança de cor e indicadores de oxidação de purê de batata estão associados a barreira da embalagem do produto.

A degradação dos alimentos é identificada em quase todos os produtos alimentares termoprocessados. Estudos visam uma alternativa tecnológica para minimizar essas perdas que alteram a qualidade final do produto o que reduz seu o tempo de prateleira, assim como o armazenamento desses produtos em temperaturas mais elevadas acabam por degrada-los mais rapidamente.

As reações e degradações são diversas e diferentes para cada tipo de alimentos, sendo assim, para um melhor resultado do estudo de vida de prateleira é necessário saber as características do alimento estudado para a definição dos parâmetros críticos.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Matéria prima

Como alternativa para o aproveitamento dos resíduos do processamento industrial, a polpa base da sopa creme foi formulada utilizando as partes duras e não aproveitadas no processamento de palmito Pupunha em conserva (*Bactris gasipaes*). Dentre estas partes que foram aproveitadas está a parte basal, denominada de “coração” das palmeiras, caracterizado por tecido homogêneo localizado abaixo da gema apical do estipe da palmeira e as partes denominadas “pontas” que se constituem da parte final do estipe das palmeiras, de onde são extraídos os toletes.

Na fase inicial do projeto de pesquisa, um lote de 53,00 kg de resíduo de palmito de *Bactris gasipaes* foi utilizado para realizar os ensaios de determinação do teor de sal(NaCl) e o planejamento experimental para seleção das melhores formulações quanto aos teores de espessantes. O material coletado em janeiro de 2017, foi cedido pela Fazenda Baguaçu, localizada em Pirassununga-SP. Para o armazenamento e transporte utilizou-se sacos e caixas plásticas. O transporte foi realizado à temperatura ambiente.

Um lote de aproximadamente 164 kg de resíduo de palmito de *Bactris gasipae*, cedido pela empresa Rainha do Palmito, localizada no Vale do Rio Ribeira SP, coletado em maio de 2017, foi utilizado para realizar os ensaios de tratamento térmico, avaliação sensorial e vida de prateleira da sopa. Para o armazenamento e transporte foram utilizados sacos e caixas plásticas. O transporte foi realizado à temperatura ambiente.

Os resíduos de palmito foram armazenados e mantidos sob refrigeração à $5\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ em câmara fria, por um período máximo de 24h, até o processamento da polpa para a obtenção da sopa na Planta Piloto do Centro de Tecnologia de Frutas e Hortaliças (FRUTHOTEC) do Instituto de Tecnologia de Alimentos (ITAL), em Campinas, SP. A polpa obtida foi congelada em ultracongelador até $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ e armazenada em congelador comercial.

Utilizou-se também 25 hastes de palmito Pupunha, que foram debastadas e cortadas em cubos de seção transversal de 1x1 cm para compor a formulação da sopa. As hastes foram adquiridas comercialmente no Ceasa de Campinas.

4.2 Ingredientes

Foram utilizados como espessantes, a farinha de arroz da marca Urbano, que foi adquirida comercialmente; e a Goma Xantana e a Carboximetilcelulose (CMC Cekol®), que foram fornecidas pela empresa CP Kelco. Além dos espessantes, as formulações de sopas continham cebola e alho em pó, fabricadas pelo FRUTHOTEC/ITAL, água, óleo de girassol e sal (NaCl).

4.3 Processamento da polpa de palmito

O resíduo industrial do palmito Pupunha *in natura* foi submetido à retirada de partes danificadas e com o auxílio de facas de aço inoxidável, cortado em pedaços menores, para facilitar o cozimento, utilizando-se como critério para o corte a resistência exercida pelo operador da faca, ou seja, enquanto a textura do palmito não ofereceu demasiada resistência à penetração da faca, a parte cortada foi considerada parte do processo e as demais foram descartadas. Os pedaços de palmito foram cozidos em água, na proporção de 1:1 (água:palmito) por 45 minutos em tacho de aço inoxidável, elétrico, operando à pressão atmosférica, com água à temperatura de 96 °C. Após o cozimento, os pedaços de palmito foram drenados por 5 minutos e posteriormente desintegrados em moinho de faca do tipo “Ritz”, utilizando-se peneira com orifício quadrado de 10 mm. Para facilitar a desintegração, foi acrescentada água do cozimento do produto na proporção de 10% do peso de palmito (g/100g). Para a obtenção da polpa foi utilizado um despoldador de rosca sem fim, tipo “Finisher”, com peneira de orifício circular com diâmetro de 0,045 pol.

A Figura 1 apresenta o fluxograma do processamento para obtenção da polpa proveniente de resíduos industriais. A polpa foi utilizada para o processamento industrial da sopa creme de palmito Pupunha.

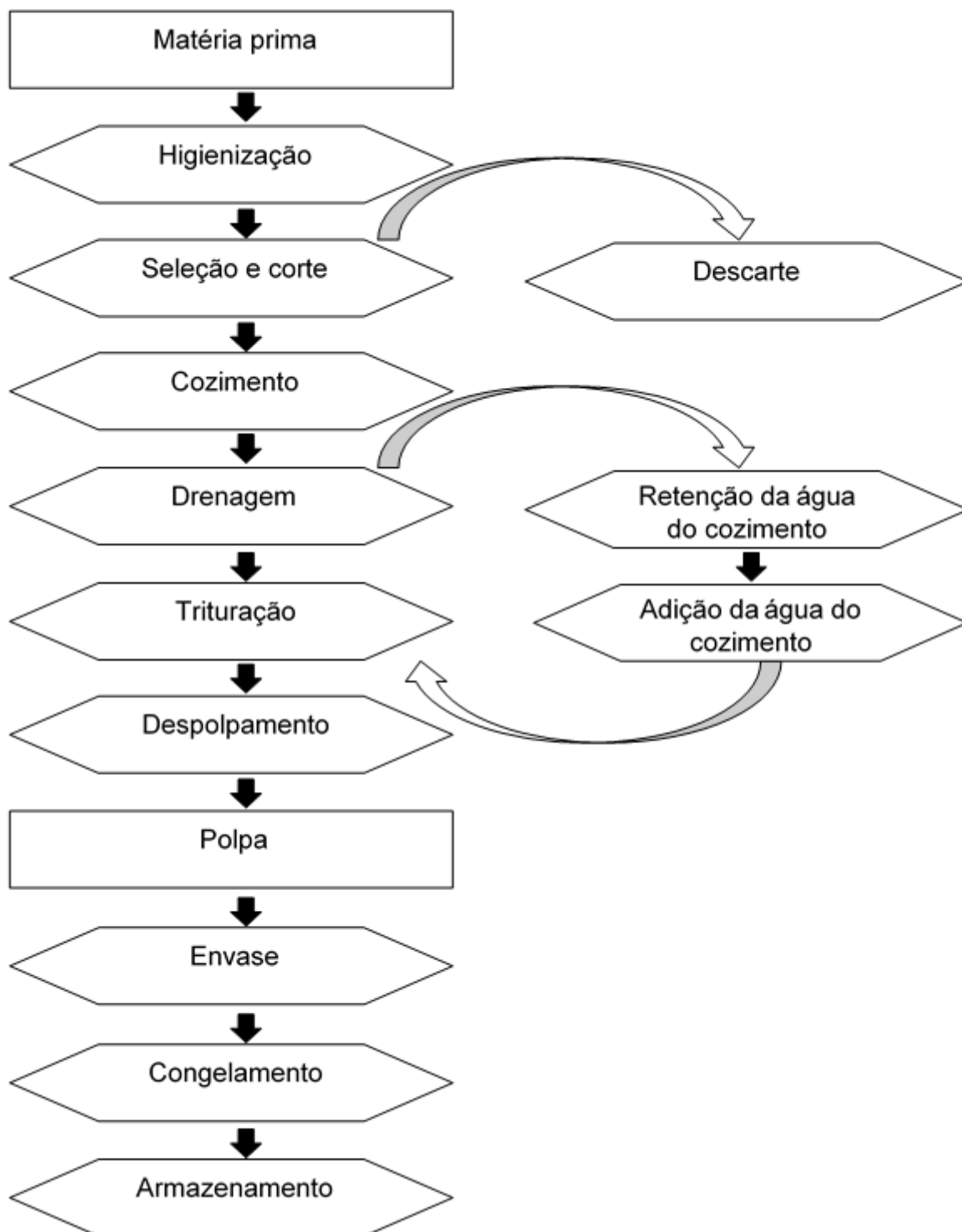


Figura 1. Fluxograma das etapas do processamento para obtenção da polpa de palmito Pupunha

As polpas obtidas foram envasadas em sacos plásticos, seladas e congeladas para serem utilizadas posteriormente nas formulações da sopa creme de palmito.

As Figuras 2 a 7 ilustram algumas das etapas do processamento da polpa de palmito Pupunha.



Figura 2. Resíduo industrial para o processamento da polpa de palmito Pupunha



Figura 3. Cozimento do produto no tacho elétrico



Figura 4. Drenagem em moinho Ritz e peneiras



Figura 5. Despolpamento do produto em despulpador de rosca sem fim (Finisher)



Figura 6. Congelamento da polpa em ultracongelador Klimaquip



Figura 7. Polpa de palmito Pupunha congelada envasada em sacos plásticos

4.3.1 Caracterização da polpa de palmito

A caracterização da matéria-prima foi realizada na polpa de Pupunha, provenientes das partes fibrosas e não aproveitadas para o processamento de palmito em conserva.

Para caracterização físico química, foi realizada conforme Tabela 13 e de cor da polpa de palmito Pupunha, as amostras foram homogeneizadas e foi retirado ao acaso, aproximadamente 3 Kg do lote em estudo. Todas as determinações foram realizadas em triplicatas e tratadas estatisticamente pelo *software* SAS.

4.4 Processamento da sopa creme – definição das formulações

Após a obtenção da polpa a partir do cozimento, desintegração e despulpamento das partes rígidas, a sopa creme foi formulada, através do aquecimento da polpa e adição de ingredientes, conforme apresentado nas Tabelas 1. Após a formulação, o produto foi submetido ao aquecimento até temperatura de ebulição (96 °C), em tacho operando à pressão atmosférica por um período de 5 minutos, tempo suficiente para o cozimento do produto.

A sopa foi envasada à quente, em embalagens de vidro com capacidade para 600 mL e seguiu-se o resfriamento do produto em água corrente até que o centro das embalagens atingisse aproximadamente 37 °C. O armazenamento do produto foi realizado em câmara refrigerada à 5°C.

A sopa creme de palmito foi obtida de acordo com o Fluxograma da Figura 8 e foi utilizada para os seguintes ensaios:

Tabela 1. Formulações das sopas creme de palmito pupunha com diferentes teores de sal (NaCl)

Formulação 1 (teste Sal)			Formulação 2 (teste Sal)		
Total sopa 1214			Total sopa 1214		
Ingredientes	%	g	Ingredientes	%	g
Polpa Palmito	60,10	729,614	Polpa Palmito	60,10	729,614
Sal	1,50	18,21	Sal	1,00	12,14
Óleo	2,00	24,28	Óleo	2,00	24,28
Alho	0,025	0,3035	Alho	0,025	0,3035
Cebola	0,175	2,1245	Cebola	0,175	2,1245
Farinha Arroz	1,00	12,14	Farinha Arroz	1,00	12,14
Água	35,20	427,328	Água	35,70	433,398
	100,00	1214,00		100,00	1214,00
Formulação 3 (teste Sal)			Formulação 4 (teste Sal)		
Total sopa 1214			Total sopa 1214		
Ingredientes	%	g	Ingredientes	%	g
Polpa Palmito	60,10	729,614	Polpa Palmito	60,10	729,614
Sal	0,50	6,07	Sal	0,75	9,105
Óleo	2,00	24,28	Óleo	2,00	24,28
Alho	0,025	0,3035	Alho	0,025	0,3035
Cebola	0,175	2,1245	Cebola	0,175	2,1245
Farinha Arroz	1,00	12,14	Farinha Arroz	1,00	12,14
Água	36,20	439,468	Água	35,95	436,433
	100,00	1214,00		100,00	1214,00

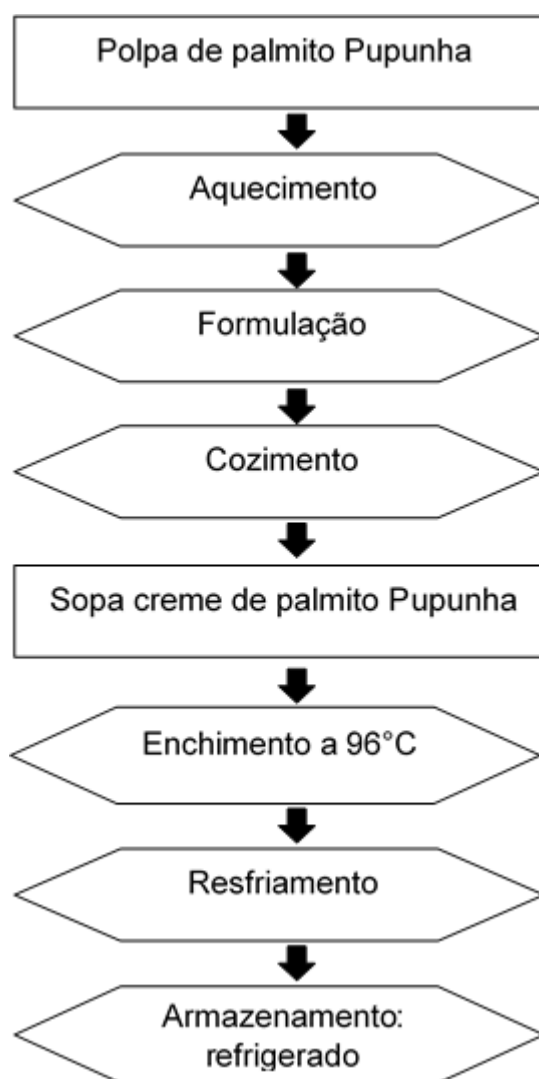


Figura 8. Fluxograma das etapas do processamento para obtenção da sopa creme refrigerada

4.4.1 Ensaio 1: Definição da % de sal (NaCl)

Inicialmente foi estudada a formulação da sopa creme com diferentes quantidades de sal (NaCl). Foram realizados 4 ensaios experimentais, as formulações destes ensaios estão demonstradas na Tabela 1, os quais variaram a porcentagem de sal na formulação de 0,5 a 1,5% (g/100g). Após o processamento das formulações, as amostras foram submetidas a avaliação sensorial para definir a preferência dos consumidores quanto ao teor de sal (NaCl), que foi utilizado na formulação final da sopa creme de palmito esterilizada.

4.4.1.1 Análise sensorial

Para avaliar a preferência entre as amostras de sopa creme de palmito com diferentes teores de sal (NaCl), foi realizado um teste de ordenação-preferência. As amostras foram servidas em copos de plásticos brancos, codificados, com capacidade para 50 mL, a uma temperatura de 45 °C. A equipe sensorial foi composta por 30 provadores que eram consumidores de palmito em conserva. Foi solicitado que as amostras fossem colocadas na da preferência, utilizando a escala 1-Melhor e 4-Pior. Foi utilizado delineamento estatístico de blocos completos casualizados. A Figura 9 mostra o modelo da ficha empregada. Os resultados obtidos foram analisados pelo teste de Friedman e pela tabela de NEWELL & MAC FARLENE (1987).

TESTE DE ORDENAÇÃO – PREFERÊNCIA

Nome: _____ Data: _____

_____ Ramal: _____

Ordene as amostras de sopa creme de palmito em relação ao gosto salgado, conforme sua preferência, usando a escala abaixo:

1 – Melhor	4 - Pior
Número da amostra	Ordenação
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____

Comentários: _____

Figura 9. Modelo de ficha utilizada para o teste de ordenação preferência quanto ao teor de sal (NaCl) da sopa creme de palmito Pupunha

4.4.1.2 Ensaio 2: Planejamento experimental para definição de 3 formulações de sopa

A metodologia de planejamento experimental, que consiste em combinar as diferentes variáveis operacionais dentro das faixas pré-selecionadas (entre o nível inferior [-1] e o nível superior [+1]), foi utilizada para montar os ensaios desta etapa do trabalho. Essa estratégia permitiu mais claramente o entendimento do efeito das variáveis estudadas nas variáveis respostas.

Para a comparação das formulações, foram realizados 3 delineamentos do tipo composto central distintos (DCC), nos quais foram estudados níveis de relação polpa/água e quantidade de cada espessante conforme mostrado na Tabela 2. Os níveis (-1) e (+1) de relação polpa/água foi a mesma nos três planejamentos enquanto que os níveis de espessantes foram definidos de acordo com sua capacidade de espessamento, sendo, portanto, diferentes. Foram realizados 4 ensaios para análise das interações de primeira ordem e 2 ensaios na condição central.

Tabela 2. Níveis do planejamento experimental realizados para testar os espessantes farinha de arroz (FA), carboximetilcelulose (CMC) e goma xantana (GX)

Níveis do Planejamento experimental 2 ²			
Ingrediente	(-1)	0	(+1)
Polpa de palmito (Relação polpa/água) –utilizado nos 3 planejamentos	40	50	60
Espessante Farinha de arroz (%) – Planejamento 1	1	2	3
Espessante CMC (%) – Planejamento 2	0,5	1	1,5
Espessante Goma Xantana (%) – Planejamento 3	0,3	0,55	0,8

A metodologia utilizada consistiu em combinar diferentes variações nas quantidades de ingredientes dentro de faixas pré-selecionadas, para obtenção de resultados estatisticamente suficientes, de forma que os espessantes e as polpas fossem testados em quantidades variadas. Na Tabela 3 são apresentados os níveis de polpa e espessante dos três planejamentos experimentais com 6 ensaios cada. Os níveis de polpa foram os mesmos para os três planejamentos enquanto que diferentes proporções de espessantes foram utilizadas, em função de suas características de espessamento.

Tabela 3. Planejamento experimental da sopa creme com os espessantes farinha de arroz (FA), carboximetilcelulose (CMC) e goma xantana (GX)

	Relação Polpa/Água	Espessante (%)	Polpa	Farinha de arroz	CMC	Goma Xantana
E1	+1	+1	60 %	F1 (3,0%)	C1(1,5%)	G1 (0,80%)
E2	+1	-1	60 %	F2 (1,0%)	C2(0,5%)	G2 (0,30%)
E3	-1	+1	40 %	F3 (3,0%)	C3(1,5%)	G3 (0,80%)
E4	-1	-1	40 %	F4 (1,0%)	C4 (0,5%)	G4 (0,30%)
E5	0	0	50 %	F5 (2,0 %)	C5 (1,0%)	G5 (0,55%)
E6	0	0	50 %	F6 (2,0 %)	C6 (1,0%)	G6 (0,55%)

As formulações das sopas creme de palmito com o espessante Farinha de arroz (FA) (Tabela 4), Carboximetilcelulose (CMC) (Tabela 5) e Goma Xantana (GX) (Tabela 6) que foram utilizadas nos ensaios estão demonstradas abaixo. Esses ensaios foram realizados para determinar o grau de aceitabilidade dos espessantes.

As variáveis dependentes avaliadas nesses planejamentos foram algumas propriedades físico químicas como a acidez total titulável (ATT), pH, Brix; parâmetros objetivos de cor e atributos sensoriais de aparência, sabor, consistência e qualidade geral.

Tabela 4. Formulações das sopas creme de palmito pupunha com o espessante FA

Formulação	FA1		FA2		FA3		FA4		FA5 / FA6	
Ingredientes	%	g	%	g	%	g	%	g	%	g
Polpa Palmito	60	728,4	60	728,4	40	485,6	40	485,6	50	607
Sal	0,75	9,11	0,75	9,11	0,75	9,11	0,75	9,11	0,75	9,11
Óleo	2	24,28	2	24,28	2	24,28	2	24,28	2	24,28
Alho	0,03	0,3	0,03	0,3	0,03	0,3	0,03	0,3	0,03	0,3
Cebola	0,18	2,12	0,18	2,12	0,18	2,12	0,18	2,12	0,18	2,12
Farinha Arroz	3	36,42	1	12,14	3	36,42	1	12,14	2	24,28
Água	34,05	413,37	36,05	437,65	54,05	656,17	56,05	680,45	45,05	546,91
Total	100	1214	100	1214	100	1214	100	1214	100	1214

Tabela 5. Formulações das sopas creme de palmito pupunha com o espessante CMC

Formulação	CMC1		CMC2		CMC3		CMC4		CMC5 / 6	
Ingrediente s	%	g	%	g	%	g	%	g	%	g
Polpa Palmito	60,0 0	728,4	60,0	728,4	40,0	485,6	40,0	485,6	50,0	607,0
Sal	0,75	9,11	0,75	9,11	0,75	9,11	0,75	9,11	0,75	9,11
Óleo	2,00	24,28	2,00	24,28	2,00	24,28	2,00	24,28	2,00	24,28
Alho	0,03	0,30	0,03	0,30	0,03	0,30	0,03	0,30	0,03	0,30
Cebola	0,18	2,12	0,18	2,12	0,18	2,12	0,18	2,12	0,18	2,12
CMC	1,50	18,21	0,50	6,07	1,50	18,21	0,50	6,07	1,00	12,14
Água	35,5 5	431,5	36,5	443,7	55,5	674,3	56,5	686,5	46,0	559,0
Total	100	1214	100	1214	100	1214	100	1214	100	1214

Tabela 6. Formulações das sopas creme de palmito pupunha com o espessante GX

Formulação	GX1		GX 2		GX 3		GX 4		GX 5 / 6	
Ingredientes	%	g	%	g	%	g	%	g	%	g
Polpa Palmito	60,00	1800	60,00	1800	40,00	1200	40,00	1200	50,00	1500
Sal	0,75	22,5	0,75	22,5	0,75	22,5	0,75	22,5	0,75	22,5
Óleo	2,00	60	2,00	60	2,00	60	2,00	60	2,00	60
Alho	0,025	0,75	0,025	0,75	0,025	0,75	0,025	0,75	0,025	0,75
Cebola	0,175	5,25	0,175	5,25	0,175	5,25	0,175	5,25	0,175	5,25
Goma Xantana	0,80	24	0,30	9	0,80	24	0,30	9	0,50	15
Água	36,25	1087,5	36,75	1102,5	56,25	1687,5	56,75	1702,5	46,55	1396,5
Total	100	3000	100	3000	100	3000	100	3000	100	3000

4.4.1.3 Análise sensorial

Para avaliar a aceitabilidade das amostras de sopa de palmito Pupunha foram realizados, com cada espessante, testes utilizando-se uma equipe de 30 consumidores em potencial do produto. Utilizou-se escala hedônica estruturada verbal com nove pontos. As amostras foram servidas em copos plásticos brancos codificados com capacidade para 50 mL, a uma temperatura de 45 °C. Os testes foram realizados para 6 diferentes tipos de formulações de cada espessante, totalizando 18 amostras. As avaliações sensoriais de cada espessante foram realizadas em diferentes sessões, comparando as sopas formuladas com o mesmo espessante em 3 níveis diferenciados. Os resultados foram analisados através de Análise de Variância (Teste F) e Teste de Tukey (Diferença entre as médias) (FARIA & YOTSUYANAGI, 2008). O modelo de ficha utilizada nos testes de aceitabilidade nesta fase do estudo é demonstrada na Figura 10.

Análise Sensorial de Sopa Creme de Palmito				
Nome: _____ Ramal: _____ Data: _____				
Por favor, avalie as amostras de sopa creme de palmito de acordo com a escala abaixo. <u>Utilize água entre uma amostra e outra.</u>				
1 - desgostei muitíssimo				
2 - desgostei muito				
3 - desgostei moderadamente				
4 - desgostei ligeiramente				
5 - nem gostei/nem desgostei				
6 - gostei ligeiramente				
7 - gostei moderadamente				
8 - gostei muito				
9 - gostei muitíssimo				
Amostra	Aparência	Sabor	Consistência	Qualidade Geral
Comentários: _____				

Figura 10. Modelo de ficha utilizado no teste de aceitabilidade

4.4.2 Ensaio 3. Formulações de CMC, FA e GX para teste de aceitação sensorial

As formulações contendo farinha de arroz (FA), CMC e goma xantana (GX) descritas no item anterior que apresentaram maior grau de aceitabilidade foram caracterizadas através de análises físico químicas e cor instrumental.

A partir do resultado da análise sensorial, do ensaio do planejamento experimental realizado, as formulações de CMC, GX e FA mais bem aceitas (Tabela 7), foram novamente formuladas, acondicionadas em embalagem metálicas e posteriormente esterilizadas. Uma nova análise sensorial foi realizada com essas três amostras esterilizadas para que a formulação de melhor aceitação fosse identificada. Um lote com a formulação de melhor aceitação foi então processado para dar seguimento ao teste de estabilidade ao armazenamento, em 3 temperaturas (5 °C, 25 °C e 35 °C) e em 2 tipos de embalagens (metálica e flexível).

Tabela 7. Formulações de sopas creme de palmito pupunha melhores aceitas

Formulação	GX5/6	CMC2	FA3
Ingredientes	%	%	%
Polpa Palmito	50,00	60,00	40,00
Sal	0,75	0,75	0,75
Óleo	2,00	2,00	2,00
Alho	0,025	0,025	0,025
Cebola	0,175	0,175	0,175
Espessante	0,55	0,50	3,00
Água	46,55	36,55	54,05
Total	100	100	100

4.5 Processamento das sopas creme esterilizadas

4.5.1.1 Equipamentos, instrumentação e cálculo de letalidade

A seguir são apresentados os detalhes dos equipamentos e instrumentação utilizados em todos os processos de esterilização realizados na autoclave piloto.

O tratamento térmico das amostras acondicionadas em embalagens metálicas e *pouches* foi realizado em autoclave piloto vertical instalada nas dependências do Grupo de Engenharia de Processos do Instituto de Tecnologia de Alimentos (GEPC/ITAL), de

características: Diâmetro: 0,61m, Altura= 0,95 m, Volume = 0,277 m³ ou 277L, operada sob pressão de vapor, com controle de temperatura através de injeção de vapor por válvula posicionadora (Bürkert, Positioner 1067), atuando com lógica PID, que libera injeção de vapor em função da diferença das temperaturas de *set point* e real adquirida por um PT100 instalado num nicho acoplado ao corpo da autoclave. O cesto da autoclave possui dimensões de: diâmetro= 0,49m, Altura= 0,32 m, Volume = 0,06 m³ ou 60 L, com capacidade de até 116 embalagens cilíndricas de 350 ml.

Para aquisição da temperatura da autoclave e do interior das embalagens, foram utilizados cabos termopares de agulhas tipo T e um aqisitor de dados Modelo E-Val Flex M16 Serial nº 14631 de 16 canais, operado pelo software E-Val Suite Pro 4.2.5.8, 2005 ELLAB A/S - Dinamarca. A pressão da autoclave foi acompanhada por sensor de pressão tipo *strain gauge* sem fio (TrackSense Pro pressure); cujo sinal foi adquirido pelo mesmo software.

As latas foram processadas utilizando vapor puro como meio de aquecimento, com temperatura de *set point* de 121,1 °C. Na fase de resfriamento, água à temperatura ambiente foi introduzida pela parte superior da autoclave, e ar comprimido pelo fundo da mesma, para manter a pressão de vapor correspondente ao processamento, até o interior das embalagens instrumentadas atingirem 90 °C. O resfriamento foi finalizado após as embalagens monitoradas atingirem temperaturas inferiores a 40 °C. Nesse período o produto continuou adquirindo letalidade, e o valor mínimo estipulado de 5 minutos foi atingido em todas as embalagens instrumentadas. O processo de resfriamento continuou até o produto atingir a temperatura mínima de 40°C.

Como as embalagens flexíveis demandam aplicação de contrapressão durante todo o processamento para manutenção da integridade, a autoclave foi operada inundada com água e a contrapressão foi aplicada pela liberação de ar comprimido. Uma sobrepressão de aproximadamente 0,7 bar acima da pressão de vapor correspondente à temperatura das embalagens (BLACK & BARACH, 2015) foi mantida na autoclave enquanto as mesmas se mantiveram superiores a 80 °C. O aquecimento da água da autoclave foi feito por injeção direta de vapor proveniente da linha de vapor com pressão de 6 bar manométrico. O vapor e o ar comprimido da contrapressão foram injetados pelo distribuidor localizado no fundo da autoclave, promovendo também a agitação do meio de aquecimento. O resfriamento da autoclave foi realizado inserindo água fria pelo distribuidor superior, que finalizou após as temperaturas monitoradas dos produtos atingirem 40 °C.

No caso do processamento do *retort pouch*, a contrapressão com ar comprimido foi mantida enquanto as temperaturas no interior das embalagens monitoradas permaneceram acima de 80°C. O controle dessa contrapressão foi realizado manualmente pelo operador da autoclave. Seguida da fase de aquecimento e processo, procedeu-se o resfriamento que foi finalizado quando as embalagens monitoradas atingiram 40°C.

Para o monitoramento das temperaturas, as embalagens com a sopa creme de palmito Pupunha foram instrumentadas (Figura 13), sendo necessário para as embalagens metálicas de características: D=73mm; A=84mm; Espessura do corpo 0,19mm; Espessura tampa 0,21mm; Capacidade 350 mL; Marca: Prada, perfurar o corpo da lata metálica a $\frac{1}{2}$ da sua capacidade para a inserção dos poços (peças que permitem a inserção da agulha do termopar no interior do frasco), conforme Figura 12. Na parte interna e externa do orifício, um *o-ring* foi inserido, permitindo a vedação do encaixe dos poços, conforme Figura 11.



Figura 11. Poços



Figura 12. Lata com poço para introdução dos termopares



Figura 13. Instrumentação das latas com poços e termopares

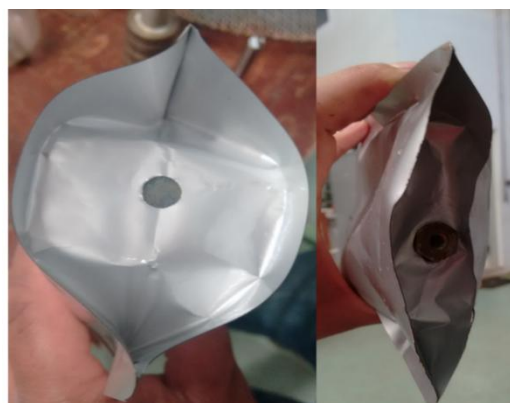


Figura 14. Instrumentação dos *pouches* com poços

Para embalagem flexível, retort *pouch*, características no Anexo 2, com capacidade para 250 mL, foi utilizado uma separação de silicone para garantir o espaçamento das embalagens. Os termopares utilizados possuíam comprimento para atingir 1/3 do corpo da embalagem, local que possuía maior quantidade de produto, sendo considerado o mais crítico do processo. O posicionamento dos poços nas embalagens flexíveis pode ser observado na Figura 14.

A letalidade do processo térmico realizado na autoclave foi calculada com a temperatura adquirida do interior da embalagem em tempo real pelo software ELLAB, com base nos parâmetros de resistência de destruição térmica dos micro-organismos alvos *C. botulinum* e *C. sporogenes*, temperatura de referência de 121,1°C e valor de $z=10^{\circ}\text{C}$ (STUMBO, 1973). Objetivou-se uma letalidade mínima do produto de 5 minutos para garantia da esterilidade comercial, isto é, 12 reduções decimais do alvo patogênico *C. botulinum* ($D_{121,1}= 0,21$ min) e no mínimo 5 reduções do *C. sporogenes* ($D_{121,1}= 1$ min) (FDA).

4.5.1.2 Ensaios preliminares do tratamento térmico

Foram realizados dois ensaios preliminares de esterilização, para o conhecimento do comportamento da temperatura, do tempo necessário para alcance da letalidade desejada em cada formulação, bem como para familiarização do modo de operação da autoclave para os testes futuros. Em ambos os testes foram realizadas avaliações preliminares quanto a hermeticidade, através do peso da embalagem, e quanto ao sabor e à cor visual do produto.

No primeiro ensaio preliminar, foram processadas 12 embalagens metálicas com capacidade para 350 mL de amostra, posicionadas em uma mesma e única camada da autoclave. Foram instrumentadas 06 unidades, 02 unidades para a formulação com CMC, 02 unidades para a formulação com GX e 02 unidades com a formulação contendo FA. As instrumentações das embalagens estão descritas no item 4.5.1.

A distribuição dos sensores de temperaturas na autoclave e embalagens metálicas está apresentada na Tabela 8.

Tabela 8. Distribuição dos sensores de temperatura na autoclave – ensaio esterilização único

	Sensor	Produto	Embalagem (nº)
Meio de aquecimento	TC28370	-	-
	TC28369	-	-
	TC21243	-	-
	TC21238	-	-
Produto: Sopa de palmito pupunha	TC28371	GX	1
	TC28373	GX	2
	TC28374	FA	5
	TC28375	FA	6
	TC28376	CMC	9
	TC28377	CMC	10

Através deste ensaio preliminar foi possível identificar diferença entre o perfil de subida de temperatura bem como do tempo necessário para cada formulação atingir a letalidade de 5 minutos. Desta forma foi realizado o segundo ensaio preliminar, que constou de três processamentos, um para cada tipo de formulação (CMC, FA e GX.).

O tratamento térmico foi realizado conforme item 4.5.1. Sendo o ensaio realizado com 12 embalagens metálicas com capacidade para 350 mL de amostras acondicionada, sendo 2 delas instrumentadas com sensores. O posicionamento dos sensores na autoclave foram os mesmos para os três ensaios. As embalagens foram instrumentadas conforme item 4.5.1. Foram posicionados na autoclave 06 sensores, dois deles foram utilizados para a aquisição da temperatura da autoclave, os outros 02 termopares foram inseridos nas embalagens metálicas contendo sopa creme de palmito Pupunha para o registro e monitoramento de tempo e temperatura para determinação da letalidade do produto, conforme Tabela 9, bem como monitoramento da pressão dentro da autoclave.

Tabela 9. Distribuição dos sensores na autoclave – ensaios esterilização individual

	Sensor	Camada	Embalagem (nº)
Meio de aquecimento	TC28370	-	-
	TC28369	-	-
	TC21243	-	-
	TC21238	-	-
Ensaio (FA)	TC28371	1	7
	TC28373	1	8
Ensaio (GX)	TC28371	1	11
	TC28373	1	12
Ensaio (CMC)	TC28371	1	3
	TC28373	1	4

4.5.1.3 Tratamento térmico: Formulações selecionadas

Após os ensaios experimentais realizados previamente, optou-se por utilizar para a avaliação sensorial - teste de aceitabilidade, uma embalagem rígida, ou seja, a lata metálica, considerada como embalagem padrão de consumo no mercado de sopas.

Foram realizados três ensaios de tratamento térmico na autoclave, um para cada formulação de sopa creme contendo os espessantes CMC, FA e GX, conforme Tabela 10. O tratamento térmico foi realizado conforme item 4.5.1. A autoclave foi carregada com 26 embalagens metálicas com capacidade para 350 mL, sendo 6 destas instrumentadas com sensores.

O posicionamento dos sensores na autoclave foi o mesmo para os três ensaios. Foram posicionados na autoclave 10 sensores, quatro deles foram utilizados para a aquisição da temperatura da autoclave, os outros 06 termopares foram inseridos nas embalagens metálicas contendo sopa creme de palmito Pupunha para registro e monitoramento de tempo e temperatura para determinação da letalidade do produto, conforme Tabela 10, bem como monitoramento da pressão dentro da autoclave.

Tabela 10. Distribuição dos sensores na autoclave para os ensaios de esterilização para sensorial de aceitabilidade das sopas creme de palmito Pupunha

	Sensor	Camada	Embalagem (nº)
Meio de aquecimento	TC28370	Lado esquerdo	-
	TC28369	Fundo do cesto	-
	TC21243	Acima da grade	-
	TC21238	-	-
Ensaio (CMC)	TC28371	1	1
	TC28373	1	2
	TC28374	1	3
	TC28375	1	4
	TC28376	1	5
	TC28377	1	6
Ensaio (FA)	TC28371	1	1
	TC28373	1	2
	TC28374	1	3
	TC28375	1	4
	TC28376	1	5
	TC28377	1	6
Ensaio (GX)	TC28371	1	1
	TC28373	1	2
	TC28374	1	3
	TC28375	1	4
	TC28376	1	5
	TC28377	1	6

4.5.2 Avaliação sensorial – Teste de aceitabilidade das formulações

Teste de aceitabilidade, análise descritiva CATA (*Check All That Apply*) e preferência – de acordo com MEILGAARD, CIVILLE, CARR (2007) e conforme descrito abaixo:

Para a avaliação das amostras, foram recrutados 85 consumidores de sopas que não rejeitam palmito, sem restrição quanto ao sexo, idade, classe social e frequência de consumo.

Os produtos foram avaliados em relação à aceitabilidade global e, em particular, da aparência, aroma, consistência do caldo na colher e na boca e do sabor, por meio de escala hedônica de nove pontos (9 = gostei muitíssimo, 5 = nem gostei nem desgostei e 1 = desgostei muitíssimo). As amostras também foram avaliadas quanto à intensidade da cor, do aroma de palmito e de tempero, da consistência do caldo, do tamanho e da

firmeza dos pedaços de palmito, do sabor de palmito, teor de sal e quantidade de tempero empregando escala do ideal de 5 pontos (5 = muito mais escura/forte/consistente/muito maior/muito mais firme/salgado/temperado do que eu gosto, 3 = do jeito que eu gosto, 1 = muito mais clara/fraco/menos consistente/muito menor/muito menos firme/salgado/temperado do que eu gosto).

Foi também aplicada a análise descritiva CATA (*Check All That Apply*), para a qual foi apresentada uma lista de 30 descritores e solicitado aos consumidores que escolhessem, nesta lista, aqueles que estavam presentes e caracterizavam o produto que estava sendo avaliado.

Na sequência, foi apresentada uma escala de 9 pontos (9 = eu consumiria este produto a todo e qualquer momento, 5 = eu consumiria este produto quando disponível mas não sairia da minha rotina e 1 = eu não consumiria) para que os consumidores selecionassem a frequência com que consumiriam o produto.

Após a avaliação das 3 amostras, os consumidores foram orientados a ordená-las de acordo com a preferência. O modelo de ficha empregado está apresentado no Anexo 1.

Além das questões relacionadas à avaliação do produto, os consumidores responderam a questões sobre hábitos de consumo e características pessoais relacionadas à idade e definição de classe social segundo o critério de classificação econômica Brasil 2015 (ABEP, 2016).

As amostras foram aquecidas em fogão a gás até início da fervura e servidas em potes plásticos descartáveis, acompanhadas de colheres plásticas descartáveis, de forma monádica sequencial, segundo delineamento de blocos completos balanceados.

O teste foi conduzido em cabines individuais, com iluminação de lâmpadas fluorescentes, e equipadas com o sistema computadorizado *Compusense Five* versão 5.6 para coleta e análise dos dados.

Para a limpeza do palato, foi oferecida água mineral natural para uso no início e entre as amostras.

Os dados relativos aos atributos avaliados por meio de escala hedônica foram submetidos à análise de variância e teste de Tukey para comparação de médias. Por meio do programa estatístico XLSTAT 2016, foi realizada a Análise de Penalidades, na qual foram avaliados os efeitos das intensidades da cor, do aroma de palmito e de tempero, da consistência do caldo, do tamanho e da firmeza dos pedaços de palmito, do sabor de palmito, teor de sal e quantidade de tempero na aceitabilidade geral, bem como na avaliação do efeito dos atributos do CATA na aceitabilidade global.

Para a análise da preferência, os resultados relativos à soma das posições de ordenação foram tratados com base no Teste de Friedman e Teste de Fischer para a comparação entre as amostras, ao nível de erro de 5%.

4.5.2.1 Tratamento térmico da sopa selecionada para avaliação de vida de prateleira

Para obtenção da sopa creme de palmito Pupunha estável em temperatura ambiente, foi necessária a realização das etapas descritas anteriormente, as quais definiram a formulação de sopa a ser utilizada nessa análise. Como a avaliação de vida de prateleira contemplou o estudo da sopa processada em latas e em *pouches*, foram realizados mais 6 lotes de esterilização (3 com *pouches*, e 3 com latas) para fornecer a quantidade de amostras suficientes para essa avaliação. A Figura 15 ilustra o processamento completo do produto a partir do resíduo agroindustrial até a sopa creme de palmito Pupunha esterilizada.

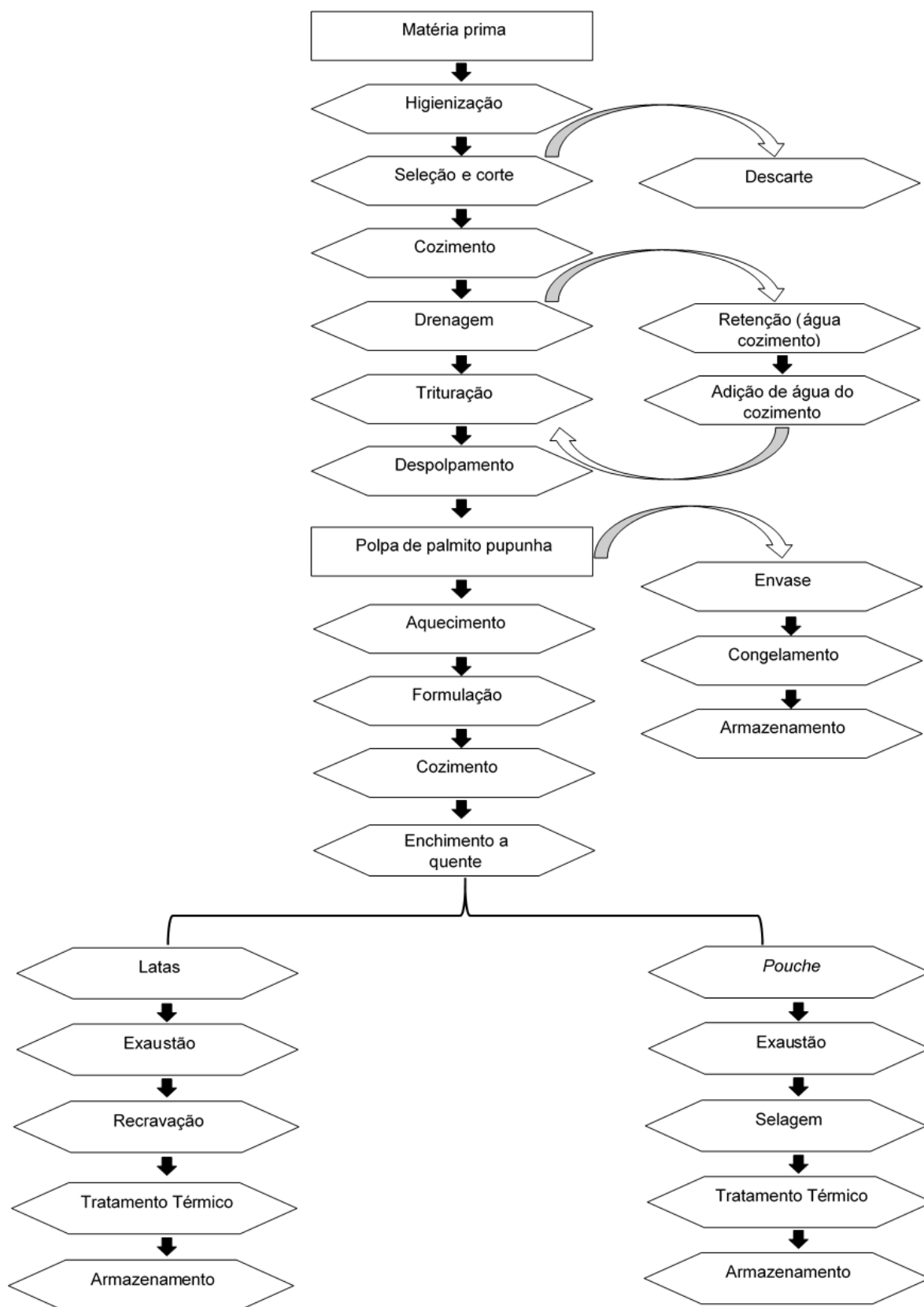


Figura 15. Fluxograma das etapas do processamento da sopa creme de palmito Pupunha

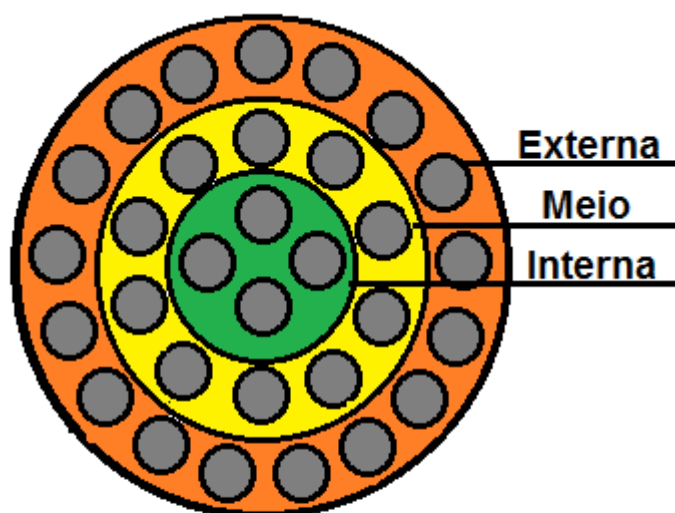
4.5.2.2 Processamento da formulação selecionada em embalagem metálica

Após o enchimento manual das latas metálicas com o produto, as mesmas foram submetidas ao túnel de exaustão com o objetivo de promover a desaeração do produto e posteriormente recravadas. As embalagens instrumentadas, conforme item 4.5.1 e acondicionadas com os produtos foram pesadas em balança semi analítica, antes e após o tratamento térmico para verificação da hermeticidade das mesmas.

Para este estudo foram posicionados na autoclave 7 sensores, três deles foram utilizados para a aquisição da temperatura da autoclave, os outros 04 termopares foram inseridos nas embalagens metálicas contendo sopa creme de palmito pupunha para o registro e monitoramento de tempo e temperatura para determinação da letalidade do produto, conforme Tabela 11, bem como monitoramento da pressão dentro da autoclave.

Tabela 11. Distribuição dos sensores na autoclave para o tratamento térmico das amostras de sopa creme de palmito Pupunha – Estudo da vida de prateleira de embalagens metálicas

	Sensor	Camada	Embalagem (n°)
Meio de aquecimento	TC28370	3	-
	TC28369	2	-
	TC21243	1	-
	TC28238	Nicho	PT100
Ensaio (L1)	TC28371	1	1
	TC28373	2	5
	TC28374	2	8
	TC28375	3	11
Ensaio (L2)	TC28371	1	4
	TC28373	2	7
	TC28374	2	9
	TC28375	3	3
Ensaio (L3)	TC28371	1	2
	TC28373	2	6
	TC28374	2	10
	TC28375	3	12



Camada	Externa	Meio	Interna
1ª	16 unidades	10 unidades	4 unidades
2ª	16 unidades	10 unidades	4 unidades
3ª	16 unidades	10 unidades	4 unidades

Figura 16. Ilustração das camadas da autoclave para o tratamento térmico das amostras de sopa creme de palmito pupunha – Estudo da vida de prateleira de embalagem metálica

Foram esterilizadas um total de 276 embalagens metálicas, necessitando, portanto de 3 ensaios de autoclavagem ou lotes de esterilização da formulação selecionada sensorialmente (FA). Em cada lote foram esterilizadas 92 unidades de latas. A Figura 16 ilustra o posicionamento das embalagens dentro da autoclave.

4.5.2.3 Processamento das formulações selecionadas em embalagem flexível

Assim como o processamento da sopa creme de palmito em embalagem metálica, o enchimento das embalagens foi manual e após a submissão das embalagens flexíveis ao túnel de exaustão, as mesmas foram seladas a vácuo por aproximadamente 12 segundos com tempo de termo soldagem de 4 segundos. Para o tratamento térmico das embalagens flexíveis, foram utilizados os mesmos equipamentos descritos no item 4.5.1, além de um suporte para acomodar as embalagens flexíveis adequadamente no cesto da autoclave. As dimensões das embalagens flexíveis eram diferentes das embalagens metálicas, alterando a capacidade da autoclave. Foram esterilizados um total de 256 unidades de *pouches*, divididos em 3 autoclavagens contendo 83, 83 e 90 unidades, respectivamente. As embalagens, com o produto, instrumentadas com termopares, foram pesadas em balanças semi analíticas antes e depois do processamento, para verificação da hermeticidade das mesmas.

Foram posicionados na autoclave 07 sensores, três deles foram utilizados para a aquisição da temperatura da autoclave, os outros 04 termopares foram inseridos nas embalagens flexíveis contendo sopa creme de palmito Pupunha para o registro e monitoramento de tempo e temperatura para determinação da letalidade do produto, conforme Tabela 12, bem como monitoramento da pressão dentro da autoclave. A distribuição dos sensores na autoclave foi realizada nos três lotes.

Tabela 12. Distribuição dos sensores na autoclave para o tratamento térmico das amostras de sopa creme de palmito pupunha – Estudo da vida de prateleira de embalagens flexíveis

	Sensor	Camada	Embalagem (n°)
Meio de aquecimento	TC28370	3 (acima do separador)	-
	TC28369	2	-
	TC21243	1	-
	TC28238	Nicho	PT100
Ensaio (P1)	TC28371	1	1
	TC28373	1	2
	TC28374	2	3
	TC28375	2	4
Ensaio (P2)	TC28371	1	1
	TC28373	1	2
	TC28374	2	3
	TC28375	2	4
Ensaio (P3)	TC28371	1	1
	TC28373	1	2
	TC28374	2	3
	TC28375	2	4

4.6 Análises físicas, químicas, reológicas, microbiológicas e estudo de vida de prateleira da sopa creme de palmito Pupunha.

A polpa de palmito, as formulações teste do planejamento experimental, as formulações selecionadas para esterilização e os produtos finais, formulações esterilizadas de sopa creme de palmito Pupunha acondicionadas em lata e embalagens flexíveis foram caracterizadas por análises físico-químicas. Durante a vida de prateleira dos produtos finais, as análises de caracterização foram realizadas mensalmente por um período de 120 dias.

A Tabela 13 resume as análises que foram realizadas em cada etapa desta pesquisa, polpa de palmito, formulações teste, formulações selecionadas para o tratamento térmico de esterilização e nos produtos finais, durante a vida de prateleira.

Tabela 13. Cronograma das análises realizadas no estudo

	Polpa	Formulações	Formulações selecionadas	Produtos finais (esterilizados)
Rendimento	X	-	-	
Sólidos Totais	X	X	X	B
Acidez total titulável	X	X	X	M
pH	X	X	X	M
Cor	X	X	X	M
Densidade	X	-	X	-
Sólidos Solúveis(°Brix)	X	X	X	M
Análise sensorial - aceitabilidade	-	X	X	M
Análise Microbiológica	-	-	-	X
Reologia (Viscosidade aparente)	-	-	X	-

X – Análises realizadas uma vez; M – Análises realizadas mensalmente; B – Análises realizadas Bimestralmente

4.6.1.1 Análises físico-químicas

- **Sólidos totais/Umidade:** A secagem em estufa é o método mais utilizado em alimentos, baseado na remoção da água por evaporação. Como a condutividade térmica dos alimentos é geralmente baixa o método é lento, levando de 6 – 48 horas. A análise foi realizada em estufa a vácuo por 24 horas, a temperatura de aproximadamente 70 °C, preservando-se a amostra e aumentando-se a precisão e exatidão da análise.

O cálculo da porcentagem de umidade de cada amostra, foi realizado conforme equações (1) e (2):

$$Umidade (\% b. u.) = \frac{\text{massa de água evaporada} \times 100 \left(\frac{\text{água}}{\text{g}_{100\text{g}}} amostra \right)}{\text{massa da amostra}} \quad (1)$$

$$Umidade (b. s.) = \frac{U (b.u) \left(\frac{\text{água}}{\text{g}_{matéria}} seca \right)}{100 - U (b.u.)} \quad (2)$$

O cálculo do teor de sólidos totais subtraindo-se a porcentagem de umidade em base úmida do numeral 100, foi realizado conforme equação (3):

$$Sólidos totais (\%) = 100 - Umidade (\% b. u.) \quad (g \text{ sólidos totais} / 100 g \text{ amostra}) \quad (3)$$

- **Acidez Total Titulável:** Foi determinado segundo o método 942.15 da A.O.A.C. (2005). Aproximadamente dez gramas das amostras foram diluídas em 90 ml de água destilada. Antes de iniciar a análise, foi feita a leitura do pH. Determinou-se o conteúdo total de ácidos das amostras, por meio de titulação com hidróxido de sódio (NaOH) 0,1 N empregando-se potenciômetro. Quando a solução atingiu pH 8,10, que é o ponto de viragem da fenolftaleína, a titulação foi interrompida. Para o cálculo da acidez total titulável foi utilizada a Equação (4).

$$g.de.ácido.cítrico.anidro / 100.g.ou.100.mL = \frac{mL.de.NaOH \times N \times 64 \times 100}{g(ou.mL),de.amostrax1000} \quad (4)$$

onde:

N = Normalidade da solução de NaOH

64 = Equivalente-grama do ácido cítrico anidro

As análises foram realizadas em triplicata e os resultados foram apresentados, expressos em g de ácido para 100 gramas de amostra, como média e desvio padrão tratados estatisticamente pelo programa SAS.

- **pH:** Foi determinado segundo o método do Instituto Adolfo Lutz (2008) através de potenciômetro. Foram utilizados aproximadamente 50 g de polpa ou sopa creme para a leitura do pH, cujo eletrodo foi introduzido diretamente na amostra. Para verificação do pHmetro, foram utilizadas as soluções tampão pH 4,00 e 7,00, ambos da marca Merck. As análises foram realizadas em triplicata e os resultados apresentados como média e desvio padrão tratados estatisticamente pelo programa SAS.

- **Densidade:** As análises foram realizadas em triplicata, de acordo com a metodologia de análise de densidade relativa (AOAC, 2006). Foi utilizado picnômetro de vidro, a temperatura de 25°C, em banho termostático (Marconi). Os picnômetros foram aferidos, pesando-os tampados. Após, foram preenchidos com água destilada, tampados e mantidos em banho termostático a 25°C, por aproximadamente 30 minutos, até estabilização da temperatura. Foram retirados do banho, secos e pesados em balança analítica. Após, foram preenchidos com a amostra de polpa ou sopa creme de palmito e colocados no banho termostático a 25°C para estabilização da temperatura de análise e submetidos novamente à pesagem. A densidade foi calculada de acordo com as equações (5) e (6):

$$d = \frac{m_{am}}{m_{ag}} \quad (5)$$

$$\rho_{am} = d \cdot \rho_{ag} \quad (6)$$

Sendo:

d =densidade relativa (adimensional);

m_{am} = massa da amostra na temperatura de análise (kg);

m_{ag} =massa da água na temperatura de análise (kg);

ρ_{am} = Densidade absoluta da amostra na temperatura do ensaio (kg/m³);

ρ_{ag} = Densidade absoluta da água na temperatura do ensaio na temperatura do ensaio (kg/m³).

- **Sólidos solúveis:** Foi determinado segundo o método 932.12, 983.17, 932.14, da A.O.A.C. (2005). A análise foi realizada em refratômetro de bancada tipo Abbe com escala de graus Brix e resolução mínima de 0,1 °Brix. Para a leitura, as amostras em temperatura ambiente foram colocadas entre os prismas do refratômetro. Todas as análises foram realizadas em triplicata e os resultados, expressos em °Brix e apresentados como média e desvio padrão, tratados estatisticamente pelo programa SAS.

4.6.2 Análise de cor

As determinações de avaliação colorimétrica, foram realizadas utilizando *Chromameter* CR-400 (Konica-Minolta Sensing Inc., Osaka, Japão), programado no sistema Cielab (Figura 17) e calibrado com o iluminante D65. Foram realizadas medições de cor da polpa de palmito Pupunha e da sopa creme de palmito Pupunha, formuladas com os diferentes espessantes CMC, FA e GX. A leitura foi realizada após a amostra ser colocada em um tubo de ensaio. As medidas foram expressas em termos dos parâmetros L^* (Luminosidade), a^* ($+a^*$ =vermelho e $-a^*$ =verde) e b^* ($+b^*$ =amarelo e $-b^*$ =azul), C^* (equação 7) e H^* (equação 8). As análises de cor foram realizadas sob a luz do ambiente. O equipamento foi previamente calibrado com a placa de calibração branca e as leituras foram realizadas em triplicata.

$$\text{Chroma ou Saturação} = C^* = \sqrt{(a^*)^2 + (b^*)^2} \quad (7)$$

$$\text{Hue ou Tom} = H^* = \arctan\left(\frac{b^*}{a^*}\right) \quad (8)$$

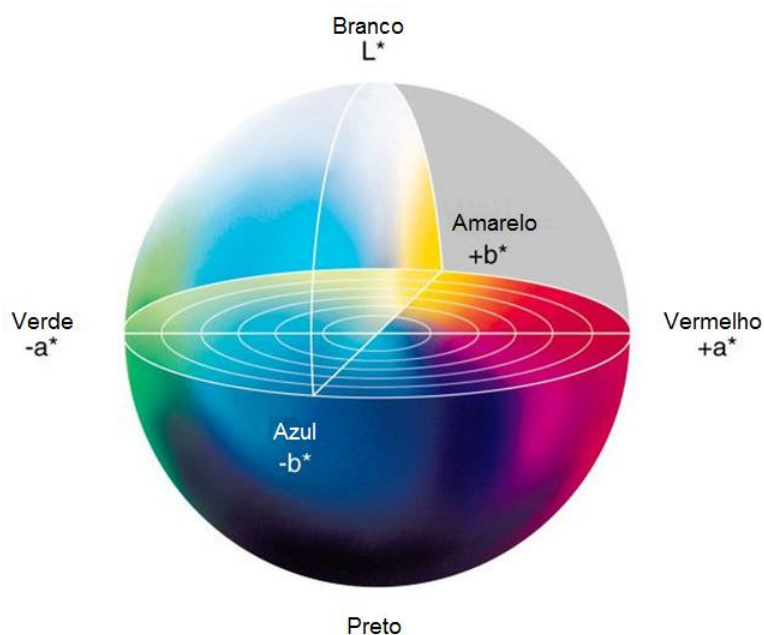


Figura 17. Diagrama de cor - Sistema CIELab

4.6.3 Análise de reologia

As medidas reológicas foram realizadas em um reômetro R/S+ Rheometer SST, SN 7023123, fabricado pela Brookfield Eng. Labs Inc. Na avaliação das amostras foi utilizado o sistema de medidas de cilindros concêntricos **CCT-45**, cujas especificações estão na Tabela 14. O copo de amostra é encamisado e acoplado ao um banho termostaticado da marca Marconi, modelo MA-184, para manutenção da temperatura programada do ensaio. O reômetro R/S+ Rheometer é operado pelo *software* Rheo 3000, v.1.2.

Tabela 14. Especificações técnicas do sistema de cilindros concêntricos CCT-45

Cilindro de medição	Raio do cilindro (Ri) (mm)	22,5
	Comprimento do corpo (L) do cilindro de mesmo raio (Ri) (mm)	67,5
Copo de amostra	Raio interno (Ra) (mm)	24,4
	Comprimento do copo (L) (mm)	68,5
Limites operacionais	Taxa de deformação (1/s)	1 a 1290
	Tensão de cisalhamento máxima (Pa)	195
	Viscosidade (Pa.s)	0,005 a 1512

Fonte: Manual de instruções Brookfield Rheometer n. M08-219.

Para todos os ensaios realizados nesta pesquisa as amostras foram peneiradas, para retirada dos pedaços de palmito contidos na sopa creme. Foi utilizada uma peneira comercial com espessura aproximada de 0,2 milímetros e após o conteúdo foi adicionado ao cilindro concêntrico CCT-45, que foi acoplado ao reômetro para análise.

Os ensaios foram realizados com taxa de cisalhamento crescente e decrescente, nas condições operacionais descritas na Tabela 15.

Tabela 15. Configuração das condições dos ensaios

	Sistema CCT-45
Temperatura da análise (°C)	25°C±1,0
Taxa de deformação (s⁻¹)	0 a 1200 e 1200 a 0
Repetições	Triplicata
Tempo do ensaio (min)	10
Número de leituras/ensaio	300
Taxa de aquisição do ensaio	2/s

Por constatarmos na avaliação dos resultados que as amostras não apresentaram tensão inicial de escoamento, o modelo da Lei da Potência foi ajustado ao comportamento reológico das mesmas (Equação 9). Os resultados apresentaram também a viscosidade aparente calculada através da Eq. (10) na taxa de deformação de 100 s^{-1} , referenciada como ser um valor usual de cisalhamento em escoamento de fluidos em tubulação (VITALI, 1981).

$$\tau = K\dot{\gamma}^n \quad (9)$$

$$\eta_{ap} = K\dot{\gamma}^{n-1} \quad (10)$$

τ = tensão de cisalhamento (Pa)

$\dot{\gamma}$ = taxa de deformação (1/s)

K = Índice de consistência do fluido (Pa.s)

n = Índice de comportamento de fluxo (adimensional)

O coeficiente de correlação do ajuste (R^2) e o desvio padrão residual (RSD, *Residual Standard Deviation*) foram os parâmetros estatísticos utilizados para avaliar o ajuste do modelo matemático, realizado pelo *software* do equipamento. Valores de R^2 próximos de uma unidade indicam um bom ajuste. O cálculo do RSD utilizou os valores da tensão de cisalhamento experimentais (τ_i) e preditas pelo modelo (τ_{pi}) e o número de pontos experimentais (N). Seu cálculo é realizado conforme a Equação 11, e em porcentagem, pela Equação 12. Valores de RSD menores que 10% indicam boa capacidade de predição da equação ajustada (ATALA, 2001).

$$RSD = \frac{\sqrt{\sum_{i=1}^N (\tau_i - \tau_{pi})^2}}{N} \quad (11)$$

$$RSD(\%) = \frac{RSD}{\bar{\tau}_i} * 100 \quad (12)$$

4.6.4 Análise microbiológica

- **Esterilidade Comercial:** Foi determinada segundo Compendium APHA (SALFINGER & TORTORELLO, 2015). Foram realizadas análises para contagens de micro-organismos mesófilos aeróbios e anaeróbios e micro-organismos termófilos aeróbios e anaeróbios, segundo metodologias descritas por DOWNES & ITO (2001).

4.6.5 Estudo da vida de prateleira

As amostras de sopas creme obtidas no processamento final foram acondicionadas em latas com capacidade de 350 gramas e *pouches* laminados com capacidade para 250 gramas, recravados e selados respectivamente, esterilizados, resfriados e armazenados por 120 dias a temperaturas de 5 ± 2 , 25 ± 1 e 35 ± 1 °C, na ausência de luz. Foram utilizadas câmaras climáticas modelo LS370-HUS-220 (Logen Scientific, São Paulo, Brasil) para temperatura de 25 °C, com capacidade de 200 litros e câmaras para as temperaturas de 5 °C e 35 °C, com capacidade de 1000 litros. As amostras foram avaliadas periodicamente quanto a acidez total titulável, sólidos solúveis, sólidos totais e pH. Os parâmetros de cor L^* , a^* , b^* , C^* (equação 7), H^* (equação 8) e ΔE da cor (equação 13) no acompanhamento da vida-de-prateleira, também foram avaliados.

$$\Delta E = \sqrt[2]{\Delta L^{*2} + \Delta a^{*2} + \Delta b^{*2}} \quad (13)$$

Os modelos cinéticos de degradação de cada parâmetro de qualidade avaliado foram obtidos analisando-se os ajustes de modelos de reação de ordem zero e 1ª ordem (LABUZA, 1982, MOURA E GERMER, 2010). O coeficiente de determinação da regressão (R^2) foi empregado como critério para a escolha do melhor ajuste do modelo aos dados experimentais, do qual foram obtidas as velocidades de reação (k), o Q_{10} e a energia de ativação (E_a), utilizando as equações (14) a (16).

$$\left(\frac{C}{C_0}\right) = -kt \quad (14)$$

$$Q_{10} = \frac{k_T}{k_{T-10}} \quad (15)$$

$$Ea = 0,46 \times T^2 \times \log Q_{10} \quad (16)$$

Onde: T(Kelvin), Q_{10} ($\Delta T^\circ\text{C}$), Ea (cal. g.mol⁻¹), T₂ e T₁ ($^\circ\text{C}$)

4.6.5.1 Análise Sensorial

As amostras foram avaliadas durante 120 dias, a cada 30 dias. Foram recrutados 50 consumidores de sopas que não rejeitam palmito, sem restrição quanto ao sexo, idade, classe social e frequência de consumo.

Os produtos foram avaliados, quanto a aparência, cor, aroma, consistência do caldo, sabor e de modo global por meio de escala hedônica de 9 pontos (9= gostei muitíssimo, 5= nem gostei nem desgostei e 1= desgostei muitíssimo). A cor e a consistência do caldo foram também avaliadas por meio de escala de 5 pontos (5= muito mais escura/forte/consistente/muito maior/ muito mais firme/ salgado / temperado do que eu gosto, 3= do jeito que eu gosto, 1 = muito mais claro/fraco/consistente/muito menos/muito menos firme/salgado/temperado do que eu gosto).

As amostras foram aquecidas em fogão a gás até início da fervura e servidas em potes plásticos descartáveis, acompanhadas de colheres plásticas descartáveis, de forma monádica sequencial, segundo delineamento de blocos completos balanceados.

O teste foi conduzido em cabines individuais, com iluminação de lâmpadas fluorescentes, e equipadas com o sistema computadorizado *Compusense Five* versão 5.6 para coleta e análise dos dados.

Para a limpeza do palato, foi oferecida água mineral natural para uso no início e entre as amostras.

4.6.6 Análise estatística

Os resultados foram avaliados através de ANOVA e teste de TUKEY a 5% com o auxílio do programas SAS

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1.1 Rendimento

A seguir são apresentados os valores medidos das massas de: coração de palmito bruto; palmito cozido drenado e picado e polpa de palmito com 2,6% de água do Ritz, dos 12 processamentos realizados, cujo rendimento total foi calculado em 52,46%.

$$M_{\text{coração de palmito bruto}} = 24,400 \text{ kg}$$

$$M_{\text{palmito cozido drenado e picado}} = 19,400 \text{ kg}$$

$$M_{\text{polpa de palmito com 2,6\% de água do Ritz}} = 12,800 \text{ kg}$$

$$\text{Rendimento} = (12,800/24,400) \times 100 = 52,46\%$$

Partindo-se de 100,0 kg de resíduo agroindustrial de palmito Pupunha, considerando um rendimento de 52,46%, teríamos aproximadamente 52,0 kg de polpa de palmito, considerando a necessidade de adição de água de 2,6% para que fosse possível a trituração do produto no moinho de facas “Ritz”. Estes valores são as médias de rendimentos obtidos. Esta é uma importante alternativa de aproveitamento por se tratar de matéria-prima com alto valor agregado.

5.1.2 Caracterização da matéria – prima – polpa de palmito pupunha obtida do resíduo agroindustrial

Conforme descrito no item 4.6 de material e métodos a polpa foi caracterizada quanto à sua umidade, densidade, pH, acidez total titulável e sólidos solúveis (°Brix), ilustrados na Tabela 16; e análise objetiva de cor resultados ilustrados na Tabela 17. A caracterização da polpa foi realizada por amostragem.

Tabela 16. Resultados das análises de sólidos solúveis (°Brix), pH, acidez total titulável, umidade e densidade das polpas de palmito pupunha fabricadas em diferentes datas

	°Brix	pH	ATT(%)	Ubu %	Densidade
Polpa 1 - 15/02/17	2,7 ^e ± 0,1	5,32 ^e ± 0,01	0,074 ^a ± 0,02	95,86 ^a ± 0,01	1017,15 ^{n.s.} ± 4,57
Polpa 2 - 22/05/17	3,6 ^d ± 0,0	5,84 ^a ± 0,01	0,048 ^c ± 0,02	95,30 ^b ± 0,03	1015,86 ^{n.s.} ± 2,06
Polpa 3 - 29/06/17	4,0 ^b ± 0,0	5,48 ^d ± 0,01	0,073 ^a ± 0,02	-	-
Polpa 4 - 13/09/17	4,2 ^a ± 0,0	5,55 ^b ± 0,00	0,066 ^b ± 0,003	95,17 ^c ± 0,02	1024,02 ^{n.s.} ± 4,34
Polpa 5 - 13/09/17	3,7 ^c ± 0,0	5,50 ^c ± 0,01	0,063 ^b ± 0,002	95,61 ^d ± 0,03	1021,65 ^{n.s.} ± 4,40
Média polpas	3,64 ± 0,58	5,54 ± 0,19	0,065 ± 0,01	95,49 ± 0,31	1019,67 ± 3,82

UBU - umidade base úmida; ATT – acidez total titulável; Médias seguidas dos mesmos índices na mesma coluna não diferem significativamente entre si ao nível de erro >5%. Médias seguidas de ^{n.s.} indicam que não diferem significativamente entre si a $p \leq 0,05$.

As polpas analisadas diferiram significativamente entre si para os resultados de pH e °Brix, indicando que a matéria –prima resíduo agroindustrial do palmito pupunha, assim como a haste integral do palmito possui características físico químicas que se modificam durante ano, devido as características do solo e clima em que o palmito foi cultivado, conforme indicam estudos realizados por MODOLO, (2015). Observa-se que para os resultados da análise de ATT a polpa 1 e polpa 3 (período de chuva) não diferiram significativamente, assim como as polpas 4 e 5 (período de seca). Em períodos chuvosos a planta pode obter mais nutrientes, favorecendo a ATT da polpa. A ATT é uma característica importante, pois está pode interferir no sabor final do produto.

Para os resultados de umidade, observou-se diferença significativa entre todas as amostras, no entanto, esta característica não interfere na qualidade final do produto, visto que todos os resultados obtidos indicam uma polpa com UBU acima de 95% indicando ser um produto com alta quantidade de água em sua composição. Os resultados de densidade não diferiram significativamente a $p < 0,05$ entre as amostragens das polpas elaboradas a partir do resíduo agroindustrial do palmito pupunha, favorecendo a padronização da sopa quanto a esta característica.

A Tabela 17 apresenta os resultados médios obtidos para os parâmetros de cor objetiva das polpas elaboradas em diferentes datas para a obtenção da sopa creme de palmito Pupunha. Nos resultados apresentados para as polpas 3, 4 e 5, não foi verificada a diferença significativa nos valores de L*; observa-se que estas polpas são mais escuras (menores valores de L*), enquanto que as polpas 1 e 2 diferiram significativamente entre si e também das polpas 3, 4 e 5. A polpa 2 apresentou maior valor de L* indicando cor mais clara. Para o parâmetro a*, os resultados mostram que há diferença significativa entre as polpas analisadas, indicando variação da cor verde. Os valores de b* indicam que a polpa 2 possui tonalidade de amarelo, (maiores valores de b*) e não há diferença

significativa entre as polpas 4 e 1. Os valores de C* demonstram que a saturação da cor é maior para a polpa 2, e não há diferença significativa entre as polpas 4 e 5. Foi observado também que o H* (tonalidade da cor) é menor para a polpa 5, sendo que para todas as polpas houve diferença significativa quanto a este parâmetro.

Tabela 17. Resultados da análise de cor das polpas de palmito Pupunha fabricadas em diferentes datas

	L*	a*	b*	Chroma	HUE
polpa 1 - 15/02/17	57,61 ^b ± 0,63	-2,46 ^a ± 0,04	4,68 ^b ± 0,24	5,29 ^c ± 0,21	-1,09 ^d ± 0,02
polpa 2 - 22/05/17	59,08 ^a ± 0,29	-3,91 ^e ± 0,02	11,03 ^a ± 0,14	11,70 ^a ± 0,13	-1,23 ^e ± 0,00
polpa 3 - 29/06/17	52,30 ^c ± 0,27	-2,89 ^d ± 0,03	4,15 ^c ± 0,16	5,05 ^d ± 0,14	-0,96 ^b ± 0,02
polpa 4 - 13/09/17	52,79 ^c ± 0,71	-2,70 ^b ± 0,04	4,89 ^b ± 0,29	5,59 ^b ± 0,28	-1,06 ^c ± 0,02
polpa 5 - 13/09/17	52,13 ^c ± 0,42	-2,81 ^c ± 0,04	3,52 ^d ± 0,06	4,50 ^d ± 0,06	-0,90 ^a ± 0,01
Média	54,78 ± 3,30	-2,95 ± 0,56	5,65 ± 3,05	6,43 ± 2,98	-1,05 ± 0,13

Médias seguidas dos mesmos índices na mesma coluna não diferem significativamente entre si a $p < 0,05$.

5.2 Ensaio 1: Definição da % de sal (NaCl)

5.2.1 Avaliação Sensorial – Teste Ordenação-preferência

Os resultados da Tabela 18 mostram que a amostra de sopa creme que continha 0,75% de sal obteve a preferência da equipe provadora, de acordo com a escala utilizada (1-Melhor, 4-Pior). As amostras de sopa creme que continham 0,5 e 1,5% de sal (NaCl) diferiram significativamente das amostras 0,75%. Não foi verificada diferença significativa entre as amostras de sopa creme com 1,0% e 0,75% de sal (NaCl), assim como para as amostras com 0,5% e 1,5%. Pode-se verificar que tanto as sopas com o menor teor de sal (0,5%) e o maior teor de sal (1,5%) não agradaram à equipe de provadores. Estes resultados demonstraram a importância da adição do teor de sal (NaCl) para a qualidade sensorial da sopa creme de palmito Pupunha, e permitiram definir a quantidade de sal em 0,75% como a mais adequada para ser utilizada na formulação de sopa creme.

Tabela 18. Resultados do teste de ordenação-preferência para determinação do teor de sal (NaCl) na sopa creme de palmito Pupunha

Amostras	% de sal (NaCl)	Ordenação
Mais preferida	0,75	49 ^c
	1,0	65 ^{b,c}
	0,5	76 ^b
Menos preferida	1,5	110 ^a

Resultado expresso pela soma de pontuação fornecida pela equipe de provadores segundo a ordem de preferência. Valor crítico ao nível de significância de 5%.

5.3 Ensaio 2: Planejamento experimental

Os ensaios foram realizados de acordo com as formulações mencionadas anteriormente. Todas as formulações foram analisadas quanto a sua acidez total titulável, pH, sólidos solúveis (°Brix), análise de cor e de aceitabilidade. As sopas selecionadas sensorialmente foram analisadas também quanto a sua umidade e densidade.

5.3.1 Análises físico-químicas

A Tabela 19 apresenta os resultados das análises de acidez total, sólidos solúveis (°Brix) e pH para as amostras de sopas formuladas de acordo com o delineamento experimental dos diferentes espessantes.

Para o espessante CMC as formulações F2 e F3 não diferiram significativamente das amostras F5 e F6 para a ATT, enquanto as amostras F1 e F4 diferiram significativamente das demais amostras. Para os resultados de pH as amostras F2, F3 e F4 diferiram significativamente entre si, assim como das demais amostras. Quanto ao Brix, não houve diferença significativa entre as amostras F5 e F6, conforme esperado. As demais amostras diferiram significativamente entre si. Já para o espessante FA, os resultados de ATT mostram que não houve diferença significativa entre os pares de amostras F1 e F2, F3 e F4 e F5 e F6 pois as amostras foram formuladas com 60%, 40% e 50% de polpa de palmito, respectivamente, conforme esperado. Para os resultados de pH houve diferença significativa entre as formulações F1, F2 e F3 e para os resultados de °Brix, a formulação F4 diferiu de todas as outras. Para o espessante GX, quanto a ATT, não houve diferença significativa entre F3, F5 e F6, sendo estas duas últimas formuladas com 50% polpa, enquanto F1, F2 e F4 diferiram significativamente entre si e das demais amostras. Para os resultados de pH houve diferença significativa entre as formulações F1, F3 e F4 e para os valores de °Brix, a formulação F4 diferiu de todas as amostras. Esses resultados indicam a influência da porcentagem de polpa utilizada sobre as características físico-químicas do produto final.

Tabela 19. Resultados das análises de pH, sólidos solúveis (°Brix), e acidez total titulável das formulações

Ensaio		Relação Polpa /Água	Espessante (%)	ATT (%)	pH	Sólidos solúveis (° Brix)
CMC	F1	+1	+1	0,053 ^a ± 0,002	5,56 ^c ± 0,02	5,7 ^a ± 0,1
	F 2	+1	-1	0,042 ^b ± 0,001	5,48 ^d ± 0,01	3,8 ^d ± 0,0
	F 3	-1	+1	0,035 ^c ± 0,003	5,73 ^a ± 0,01	5,1 ^b ± 0,1
	F 4	-1	-1	0,027 ^d ± 0,001	5,70 ^b ± 0,00	3,0 ^e ± 0,2
	F 5	0	0	0,040 ^{b,c} ± 0,002	5,56 ^c ± 0,01	4,2 ^c ± 0,1
	F 6	0	0	0,040 ^{b,c} ± 0,002	5,56 ^c ± 0,01	4,2 ^c ± 0,1
FA	F1	+1	+1	0,049 ^a ± 0,001	5,46 ^c ± 0,00	3,3 ^a ± 0,1
	F 2	+1	-1	0,048 ^a ± 0,001	5,42 ^d ± 0,00	3,2 ^a ± 0,1
	F 3	-1	+1	0,034 ^c ± 0,001	5,62 ^a ± 0,02	2,8 ^c ± 0,0
	F 4	-1	-1	0,033 ^c ± 0,003	5,51 ^b ± 0,01	3,0 ^b ± 0,0
	F 5	0	0	0,039 ^b , ± 0,000	5,51 ^b ± 0,01	2,8 ^c ± 0,1
	F 6	0	0	0,039 ^b ± 0,000	5,51 ^b ± 0,01	2,8 ^c ± 0,1
GX	F1	+1	+1	0,046 ^b ± 0,002	5,21 ^d ± 0,00	3,9 ^a ± 0,0
	F 2	+1	-1	0,054 ^a ± 0,000	5,24 ^c ± 0,01	3,1 ^b ± 0,1
	F 3	-1	+1	0,036 ^c ± 0,001	5,34 ^b ± 0,01	3,1 ^b ± 0,0
	F 4	-1	-1	0,032 ^d ± 0,001	5,41 ^a ± 0,01	2,6 ^c ± 0,1
	F 5	0	0	0,036 ^c ± 0,001	5,23 ^c ± 0,01	4,0 ^a ± 0,1
	F 6	0	0	0,036 ^c ± 0,001	5,23 ^c ± 0,01	4,0 ^a ± 0,1

Médias de três repetições analíticas. Médias seguidas dos mesmos índices na mesma coluna não diferem significativamente entre si ao nível de erro 5%. Letras minúsculas referem-se as formulações com o mesmo espessante

Quando comparados os resultados das formulações com os resultados médios dos valores de °Brix e pH, obtidos para as polpas, $3,64 \pm 0,58$ e $5,54 \pm 0,19$, respectivamente, observa-se que houve variação dos valores, o que pode ser explicado pelas diferentes proporções de água e polpa utilizadas nas formulações das sopas. Para ATT observa-se que os valores médios para todas as formulações foram inferiores ao valor médio da polpa de $0,065 \pm 0,01$, o que nos permite inferir que a mistura dos ingredientes, espessantes e o cozimento interferiram na composição química da sopa. Essas alterações dependem da natureza química de cada espessante utilizado, sendo que as menores alterações de pH ocorreram para as formulações com FA.

Conforme esperado, observa-se que mantendo-se a relação da polpa/água no mesmo nível (+1 ou -1) e aumentando-se a quantidade de espessante do nível -1 para o +1, o valor de Brix aumenta, exceto para F3 e F4. Mesma tendência foi observada para maioria das análises de pH.

5.3.2 Análise de Cor

A Tabela 20 apresenta os resultados médios obtidos para os parâmetros de cor objetiva das formulações de sopa creme de palmito elaboradas a partir do resíduo agroindustrial. As amostras foram analisadas e foram observados os resultados das formulações para cada espessante e entre todas as formulações.

Os resultados indicaram que as sopas onde utilizou-se o espessante CMC ficaram mais claras, (maiores valores de L^*) e não foi verificada diferença significativa para este parâmetro entre as formulações. Para FA as formulações F2 e F3 (formulação selecionada) não diferiram significativamente entre si, enquanto as formulações F1, F4, F5 diferiram entre si quanto à luminosidade (L^*). De acordo com os valores obtidos para os parâmetros a^* e b^* , as amostras apresentaram a mesma tendência de coloração, amarelo esverdeado ($-a^*$ e $+b^*$), sendo que a utilização do CMC resultou em formulações com coloração mais clara quando comparadas com as formulações que utilizaram farinha de arroz (FA), o que pode ser explicado pelo fato de que a farinha de arroz é suscetível a reação de Maillard, que provoca escurecimento do produto a partir do aquecimento, o que não ocorre com o CMC e GX. Para as sopas com CMC e GX, as formulações selecionadas sensorialmente (CMC F2 e GX F5/6) apresentaram maior luminosidade (L^*) e coloração amarelo esverdeado mais pronunciada, indicando a importância da coloração/aparência na aceitabilidade dos produtos. A coloração mais clara é mais atrativa por se aproximar da coloração da matéria-prima, polpa de palmito. Para a^* negativo (cor verde) foi verificado que F2, que continha mais polpa e menos espessante, diferiu das demais amostras quando analisadas as formulações com CMC, enquanto que para as formulações com FA houve diferença significativa para F2 e F3 que diferiram das demais amostras. Para as formulações com GX, F3 e F4 diferiram significativamente entre si e das demais amostras. Para FA o parâmetro b^* as formulações com FA F3, F5 e F6 não diferiram significativamente, assim como GX, nas formulações F3 e F4 e GX F5 e F6. Os valores de C^* demonstram que a saturação da cor foi maior para formulação F2 do espessante CMC que diferiu significativamente das demais amostras, indicando uma maior pureza da cor para esta formulação. Para as sopas formuladas com FA, as amostras F1, F2 e F4 que diferiram entre si e das demais formulações, enquanto que as sopas formuladas com GX as amostras F1, F3 e F4 diferiram das demais amostras, sendo que F3 e F4 (-1) não diferiram entre si, pois continham a mesma proporção de polpa na formulação. Quanto ao parâmetro H^* (tonalidade da cor) foi observado que para as amostras com CMC as formulações F1 e

F2 diferiram das demais. Para as formulações com FA, F1 e F2 diferiram significativamente das demais amostras, enquanto que para as sopas com GX os tons se mantiveram, não houve diferença significativa entre os pares de formulações que continham o mesmo nível de polpa, F1 e F2 (+1), F3 e F4 (-1) e F5 e F6 (0).

Avaliando os resultados às vistas do planejamento experimental, no planejamento da farinha de arroz é clara a tendência de que, fixando-se a porcentagem de polpa, todos os parâmetros avaliados diminuíram quando a porcentagem de espessante foi reduzida do nível +1 para o nível -1. Para a goma xantana e CMC, essa tendência não pode ser afirmada, pois a variação desses dos valores desses parâmetros considerando esse cenário, ficaram praticamente dentro do intervalo do desvio padrão das análises.

Para os resultados da luminosidade (L^*) quando analisamos todas as formulações e espessantes utilizados, observou-se que as formulações de sopa com CMC, mostraram-se mais claras e diferiram significativamente das formulações com FA e GX.

Ao analisarmos os resultados deste ensaio com os resultados médios obtidos para as polpas de palmito observa-se que a polpa era pouco mais escura que as formulações (menores valores de L^*), menos verde (maiores valores de a^*) e mais amarela (maiores valores de b^*).

Tabela 20. Resultados da análise de cor para ensaios com diferentes espessantes (Esp) e Relação polpa água (P/A)

	F	P/A	Esp (%)	L*	a*	b*	Chroma	HUE
CMC	1	+1	+1	73,39 ^{a,b,A,B} ± 1,79	-3,51 ^{a,E} ± 0,10	8,07 ^{b,B,C,D} ± 0,89	8,80 ^{b,B,C} ± 0,85	-1,16 ^{b,D,E,F} ± 0,03
	2	+1	-1	74,53 ^{a,A,B} ± 3,47	-4,25 ^{b,F} ± 0,17	10,19 ^{a,A} ± 1,91	11,06 ^{a,A} ± 1,80	-1,17 ^{b,E,F} ± 0,06
	3	-1	+1	76,44 ^{a,A} ± 2,59	-2,71 ^{a,E} ± 0,10	6,83 ^{b,c,C,D,E} ± 1,04	7,67 ^{b,c,C,D,E} ± 0,97	-1,09 ^{a,b,C,D} ± 0,05
	4	-1	-1	68,29 ^{b,C} ± 3,12	-2,82 ^{a,E} ± 0,28	6,00 ^{c,E,F} ± 1,45	7,00 ^{c,D,E} ± 1,38	-1,02 ^{a,B} ± 0,07
	5	0	0	70,94 ^{a,b,B,C} ± 5,63	-3,67 ^{a,E} ± 0,22	6,88 ^{b,c,D,E} ± 1,27	7,81 ^{b,c,C,D} ± 1,22	-1,07 ^{a,B,C} ± 0,05
	6	0	0	70,94 ^{a,b,B,C} ± 0,49	-3,67 ^{a,E} ± 0,22	6,88 ^{b,c,D,E} ± 1,27	7,81 ^{b,c,C,D} ± 1,22	-1,07 ^{a,B,C} ± 0,05
FA	1	+1	+1	58,10 ^{a,D} ± 0,51	-2,22 ^{a,b,A,B} ± 0,29	5,95 ^{a,E,F} ± 0,38	6,36 ^{a,E,F} ± 0,37	-1,21 ^{d,F,G} ± 0,05
	2	+1	-1	54,99 ^{b,D,E,F} ± 0,72	-2,34 ^{b,B} ± 0,11	4,81 ^{b,F,G} ± 0,40	5,34 ^{b,F,G} ± 0,40	-1,12 ^{c,C,D,E} ± 0,02
	3	-1	+1	54,79 ^{b,D,E,F} ± 0,58	-2,08 ^{b,A} ± 0,08	3,77 ^{c,G,H} ± 0,57	4,31 ^{c,G,H} ± 0,57	-1,06 ^{b,c,B,C} ± 0,05
	4	-1	-1	50,69 ^{d,G} ± 0,30	-2,18 ^{a,b,A,B} ± 0,04	2,56 ^{d,H} ± 0,11	3,36 ^{d,H} ± 0,10	-0,86 ^{a,A} ± 0,01
	5	0	0	53,32 ^{c,E,F,G} ± 1,26	-2,17 ^{a,b,A,B} ± 0,06	3,46 ^{c,G,H} ± 0,46	4,09 ^{c,G,H} ± 0,41	-1,01 ^{b,B} ± 0,06
	6	0	0	53,32 ^{c,E,F,G} ± 1,26	-2,17 ^{a,b,A,B} ± 0,06	3,46 ^{c,G,H} ± 0,46	4,09 ^{c,G,H} ± 0,41	-1,01 ^{b,B} ± 0,06
GX	1	+1	+1	55,22 ^{c,D,E,F} ± 0,60	-2,84 ^{c,D} ± 0,03	8,33 ^{b,B,C} ± 0,40	8,81 ^{b,B,C} ± 0,38	-1,24 ^{b,G} ± 0,01
	2	+1	-1	55,97 ^{b,D,E} ± 0,41	-2,89 ^{c,D} ± 0,08	8,97 ^{a,A,B} ± 0,41	9,42 ^{a,B} ± 0,41	-1,26 ^{b,G} ± 0,01
	3	-1	+1	53,02 ^{d,E,F,G} ± 0,63	-2,67 ^{b,C,D} ± 0,09	6,96 ^{c,C,D,E} ± 0,19	7,46 ^{c,D,E} ± 0,18	-1,20 ^{a,F,G} ± 0,02
	4	-1	-1	51,82 ^{e,F,G} ± 0,39	-2,59 ^{a,C} ± 0,07	7,53 ^{c,D,E} ± 0,33	7,18 ^{c,D,E} ± 0,30	-1,20 ^{a,F,G} ± 0,02
	5	0	0	58,04 ^{a,D} ± 0,34	-2,88 ^{c,D} ± 0,01	8,74 ^{a,B} ± 0,05	9,20 ^{a,B} ± 0,05	-1,25 ^{b,G} ± 0,00
	6	0	0	58,04 ^{a,D} ± 0,34	-2,88 ^{c,D} ± 0,01	8,74 ^{a,B} ± 0,05	9,20 ^{a,B} ± 0,05	-1,25 ^{b,G} ± 0,00

Médias de nove repetições analíticas. Médias seguidas dos mesmos índices na mesma coluna não diferem significativamente entre si ao nível de erro 5%. Letras minúscula referem-se a formulações com o mesmo espessante. Letras maiúsculas referem-se a todas as formulações e espessantes.

5.3.3 Aceitabilidade

A Tabela 21 apresenta os resultados da avaliação sensorial do teste de aceitabilidade, onde foi possível selecionar as melhores formulações de sopas creme de palmito pupunha para cada espessante utilizado. Para FA F3 não apresentou diferença significativa quando comparada com as amostras F1, F2, F5 e F6 para todos os atributos avaliados, no entanto, F3 foi a formulação selecionada por conter a menor quantidade de polpa (40%) e maior quantidade de espessante (3%), o que torna o produto mais adequado do ponto de vista econômico. A amostra F4 que continha as menores quantidades de polpa e de espessante, recebeu as menores médias e não foi considerada aceita pela equipe de provadores.

Quanto a aceitabilidade das amostras contendo CMC, pode-se verificar que a amostra C2 obteve as melhores médias para todos os atributos avaliados destacando-se quanto ao atributo consistência que tem importância fundamental para um produto tipo sopa creme. A formulação C2 continha 60% de polpa e 0,5% de CMC.

Para a aceitabilidade das amostras com GX não houve diferença significativa ao nível de erro de 5% para todos os atributos estudados.

Para as formulações com CMC, maiores notas para de qualidade geral foram constatadas quando se diminuiu a quantidade de espessante (do nível +1 para o -1), mantendo-se fixa a proporção de polpa/água. Para as formulações de farinha de arroz, observou-se uma interação maior da relação polpa água com os níveis de espessante: quando esta foi mantida no nível +1, houve um aumento na qualidade geral com a diminuição do espessante, enquanto que quando a relação polpa/água foi mantida no nível inferior, a qualidade global diminuiu com a diminuição do espessante. Assim demonstrado pela análise estatística, no caso das formulações com goma xantana, não se observa uma variação muito grande dos valores de qualidade geral quando os níveis de polpa/água ou espessante são alterados.

Os resultados de aceitabilidade indicam a possibilidade de utilização dos três espessantes estudados para a elaboração da sopa creme de palmito Pupunha, pois não foi identificada diferença significativa entre as formulações FA F3, CMC F2 e GX 5/6.

Tabela 21. Resultados sensoriais das amostras de sopa creme de palmito Pupunha resultantes do planejamento experimental com os três espessantes

	F	P/A	Esp (%)	Aparência	Sabor	Consistência	Qualidade Geral
CMC	1	+1	+1	5,8 ^b	4,9 ^b	4,3 ^b	4,4 ^b
	2	+1	-1	7,2 ^a	6,7 ^a	6,9 ^a	7,0 ^a
	3	-1	+1	5,9 ^b	5,1 ^b	4,5 ^b	4,6 ^b
	4	-1	-1	6,8 ^b	6,4 ^a	5,9 ^{a,b}	6,4 ^{b,c}
	5	0	0	6,3 ^b	5,6 ^b	5,0 ^b	5,3 ^b
	6	0	0	6,7 ^b	6,3 ^a	5,4 ^b	5,6 ^c
FA	1	+1	+1	5,7 ^{a,b}	6,5 ^{a,b}	5,6 ^b	5,8 ^{a,b}
	2	+1	-1	6,7 ^a	6,6 ^{a,b}	6,2 ^{a,b}	6,4 ^b
	3	-1	+1	6,5 ^a	6,8 ^a	6,9 ^a	6,7 ^b
	4	-1	-1	5,1 ^b	5,7 ^b	4,3 ^c	4,8 ^a
	5	0	0	6,8 ^a	6,5 ^{a,b}	6,4 ^{a,b}	6,3 ^b
	6	0	0	6,7 ^a	6,6 ^{a,b}	6,3 ^{a,b}	6,4 ^b
GX	1	+1	+1	6,04 ^a	5,4 ^a	5,3 ^a	5,3 ^a
	2	+1	-1	6,07 ^a	5,3 ^a	6,2 ^a	5,8 ^a
	3	-1	+1	6,4 ^a	5,6 ^a	6,0 ^a	5,9 ^a
	4	-1	-1	6,43 ^a	6,0 ^a	5,7 ^a	6,0 ^a
	5	0	0	6,4 ^a	6,1 ^a	6,4 ^a	6,3 ^a
	6	0	0	6,78 ^a	6,0 ^a	6,5 ^a	6,2 ^a

Médias seguidas dos mesmos índices na mesma coluna não diferem significativamente entre si ao nível de erro 5%

Após, foi realizada sensorial de aceitação para identificar a melhor formulação entre as três selecionadas, conforme item 5.5.3

5.4 Ensaios de esterilização preliminares

As curvas dos históricos de temperaturas obtidas durante o primeiro ensaio preliminar, no qual as três formulações de sopa estão apresentadas na Figura 18 (a) que, ilustra graficamente o monitoramento do tratamento térmico nas latas instrumentadas contendo as três formulações selecionadas na etapa anterior e os valores de letalidade acumulada em todas as embalagens instrumentadas. Observa-se, para todos os ensaios, o formato em “s” da temperatura interna das embalagens, perfil esse que caracteriza um produto com características condutivas de transferência de calor. Dessa maneira, confirma-se o posicionamento para localização do sensor dentro da embalagem como o centro geométrico da mesma.

A Figura 18 (b) ilustra o monitoramento da pressão interna da autoclave durante o tratamento térmico. A Tabela 22 apresenta os valores de F_0 calculados para as embalagens monitoradas durante o processo térmico de esterilização, levando em

consideração os parâmetros de resistência térmica do micro-organismo alvo (*Clostridium Botulinum*).

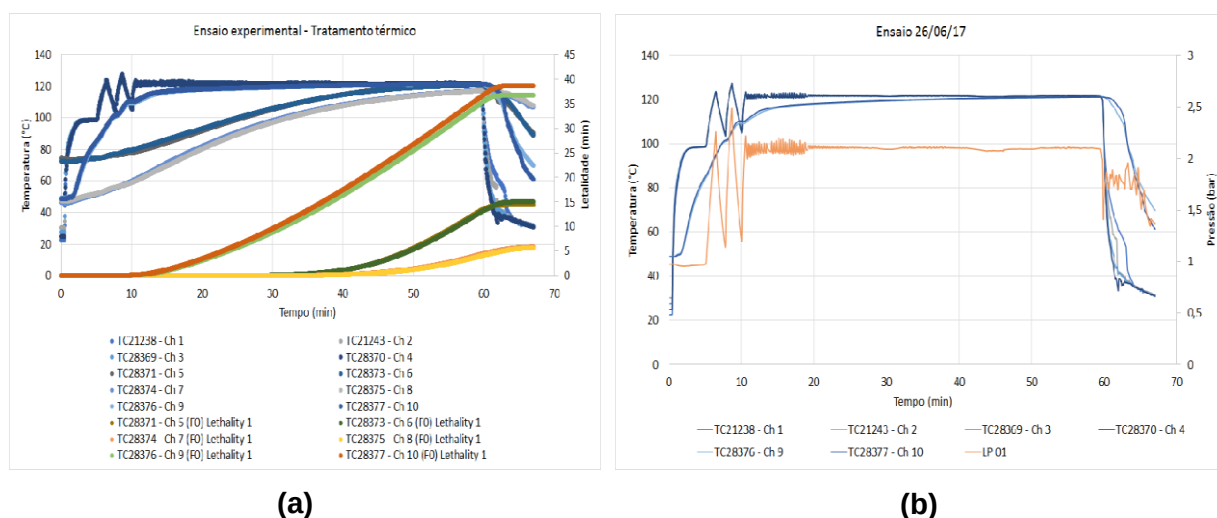


Figura 18 (a). Monitoramento do tratamento térmico experimental com as três formulações selecionadas; (b). Monitoramento da pressão da autoclave durante o tratamento térmico experimental com as três formulações selecionadas

Os resultados mostrados na Tabela 22 indicam que os valores de letalidade obtidos foram suficientes para as reduções mínimas de 12D para *C. botulinum* e 5D para *C. sporogenese* (STUMBO, 1973) e superiores à letalidade mínima estipulada para esterilização comercial, F_0 de 5 minutos. As latas monitoradas TC28376 e TC28377 formuladas com o espessante CMC atingiram letalidade de 5 minutos em aproximadamente 24 minutos, enquanto que as latas monitoradas TC28374 e TC28375 contendo sopas formuladas com o espessante FA atingiram sua letalidade em aproximadamente 63 minutos e as latas monitoradas TC28371 e TC28373 contendo a sopa creme formulada com o espessante GX atingiram essa letalidade em aproximadamente 50 minutos. Com estes resultados foi possível identificar a necessidade de realizar o tratamento térmico das amostras em diferentes ensaios, visando obter letalidade suficiente no menor tempo de processo, minimizando efeitos indesejáveis no produto como alteração excessiva de cor ou sabor. Como a aparência e o sabor são características consideradas muito importantes pelos consumidores no momento da compra de um produto, alteração da coloração, que pode ocorrer durante o tratamento térmico, acaba por tornar alguns alimentos não comercializáveis, pois perdem suas características “*in natura*” (MASKAN, 2001; GLIEMMO et al., 2009) quanto as suas características sensoriais de cor e sabor.

A pressão da autoclave se manteve estável, Figura 18 (b); esta estabilidade é essencial para a preservação das embalagens. O não controle da pressão da autoclave pode gerar uma contra pressão na embalagem, acarretando no seu abaulamento ou até mesmo presença de micro furos, com violação da integridade da embalagem.

Tabela 22. Cálculo de intensidade do tratamento térmico (F) nas embalagens metálicas com sopa creme de palmito pupunha monitorados durante a esterilização

Nº sensor	Espessante	Valor total de F ₀ (minutos) 63 minutos de processo	Tempo para atingir F ₀ = 5 min
TC28376	CMC	36,7	24
TC28377	CMC	38,62	23
TC28374	FA	5,86	62
TC28375	FA	5,69	63
TC28371	GX	14,49	50
TC28373	GX	15,02	50

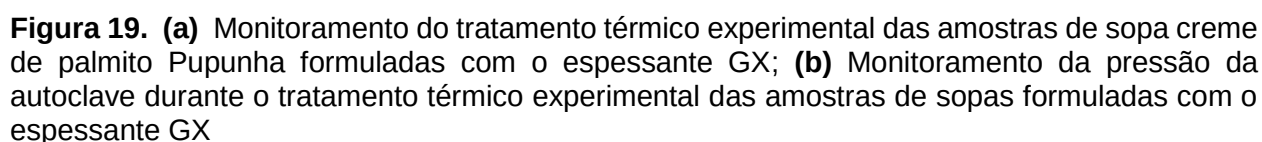
5.4.1 Tratamento térmico – individualizado

As Figuras 18(a) a 20(a) ilustram graficamente o monitoramento do tratamento térmico nas latas instrumentadas contendo a formulação com o espessante goma xantana (GX), carboximetilcelulose (CMC) e farinha de arroz (FA). Já as Figura 18(b) a 20(b) ilustram o monitoramento da pressão interna da autoclave durante o tratamento térmico das sopas creme formuladas com os espessantes goma xantana (GX), carboximetilcelulose (CMC) e farinha de arroz (FA). A Tabela 23 apresenta os valores de F₀ calculados para as embalagens monitoradas durante o processo térmico de esterilização, levando em consideração os parâmetros de resistência térmica de micro-organismo alvo (*Clostridium botulinum*).

Tabela 23. (F₀) nas embalagens metálicas com sopa creme de palmito pupunha monitorados durante a esterilização.

Nº sensor	Espessante	Valor F ₀ (min)	Tempo para atingir F ₀ = 5 min
TC28371	CMC	6,54	~30
TC28373	CMC	8,39	~30
TC28371	FA	5,63	~79
TC28373	FA	6,04	~79
TC28371	GX	6,97	~57
TC28373	GX	7,86	~57

Ao compararmos os resultados deste ensaio com os resultados do ensaio anterior, foi possível identificar uma variação de tempo de processo total entre as sopas formuladas com o mesmo espessante. Para as sopas contendo CMC esta variação foi de 6 minutos, para as formulações com FA foi de aproximadamente 16 minutos, enquanto que para as formulações contendo GX a variação foi de 7 minutos, sendo que para o ensaio realizado individualmente, os tempos de processos foram superiores. Uma explicação para essa constatação é que as temperaturas iniciais das latas do primeiro ensaio foram superiores aos dos ensaios individualizados. Iniciando-se o processamento com uma temperatura inferior, necessita-se de mais tempo de processo térmico para atingir a mesma letalidade requerida.



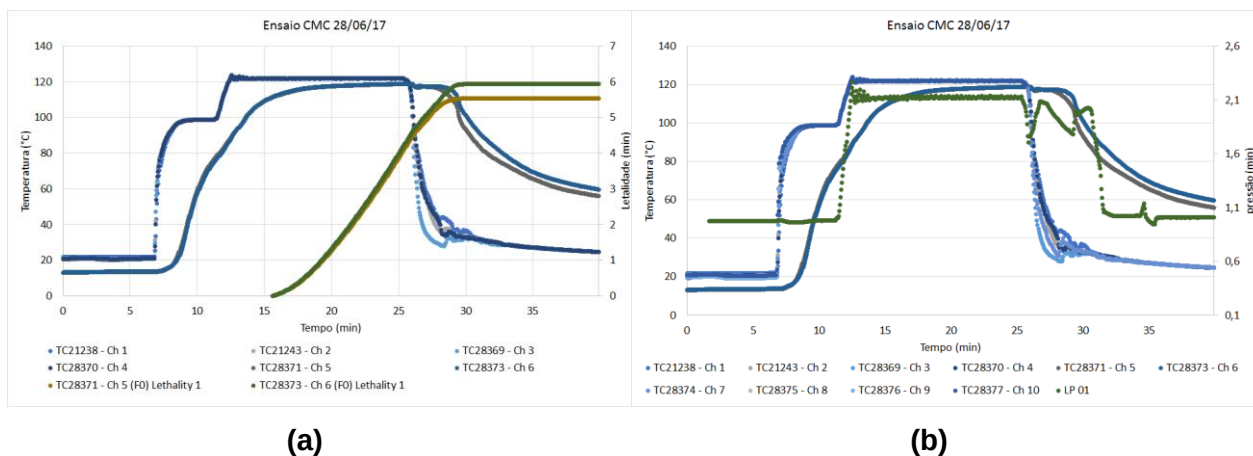


Figura 20. (a) Monitoramento do tratamento térmico experimental das amostras de sopa creme de palmito Pupunha formuladas com o espessante CMC; **(b)** Monitoramento da pressão da autoclave durante o tratamento térmico experimental das amostras de sopas formuladas com o espessante CMC

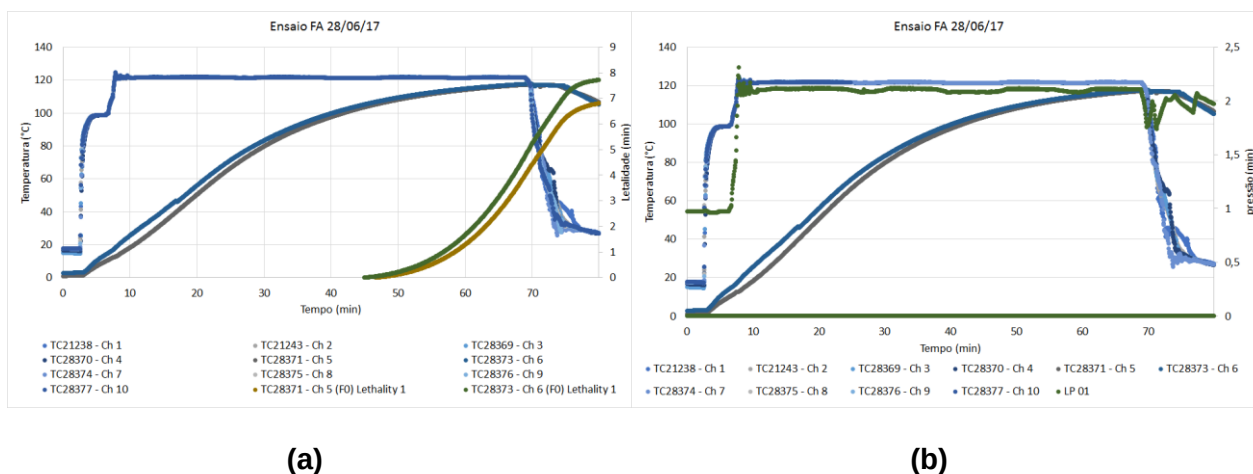


Figura 21. (a) Monitoramento do tratamento térmico experimental das amostras de sopa creme de palmito Pupunha formuladas com o espessante FA; **(b)** Monitoramento da pressão da autoclave durante o tratamento térmico experimental das amostras de sopas formuladas com o espessante FA

5.4.2 Análises físico-químicas

A Tabela 24 apresenta os resultados das análises físico-químicas realizadas após o tratamento térmico de esterilização. Os resultados indicaram que para análise de sólidos solúveis (°Brix) não houve alteração significativa entre as amostras contendo CMC e FA para o ensaio único e entre os ensaios único e individual de GX. Quando analisamos o pH e a ATT apenas os ensaios com CMC diferiram significativamente entre os ensaios único e individual. Os resultados obtidos de pH para a sopa creme de palmito selecionada antes do tratamento térmico apresentaram valores médios de $5,48 \pm 0,01$ para CMC, $5,62 \pm 0,02$ para amostra FA e para GX $5,23 \pm 0,01$, que foram superiores aos valores após o tratamento térmico. Já os resultados para análise de ATT para CMC, FA e GX apresentaram valores médios de $0,04 \pm 0,01$, inferiores aos obtidos para as amostras tratadas termicamente, exceto FA que se manteve estável, o que nos permitiu concluir que, provavelmente, os espessantes CMC e GX não controlam as desidratações e hidrólises, que ocorrem durante a esterilização (BUCKHOLZ, 1988).

Um dos principais fatores intrínsecos de um alimento é o pH, pois determinam o crescimento ou a sobrevivência dos microrganismos presentes, considerando que os valores ótimos para o crescimento de microrganismos patogênicos são próximos da neutralidade. Com base na classificação de acidez dos alimentos, a sopa creme de palmito está caracterizada como um alimento de baixa acidez ($\text{pH} > 4,6$).

Os teores de sólidos solúveis (°Brix) nas sopas creme de palmito selecionadas antes dos tratamentos térmicos apresentaram valores médios de $3,8 \pm 0,00$ para CMC, $2,8 \pm 0,00$ e para GX $4,0 \pm 0,1$, inferiores às amostras tratadas termicamente, indicando uma concentração devido à exposição das amostras à alta temperatura, na etapa de exaustão. Após a esterilização houve aumento nos teores de sólidos solúveis expresso em °Brix.

Tabela 24. Análises realizadas nas sopas creme de palmito Pupunha após ensaio de tratamento térmico nas embalagens metálicas

	° Brix	pH	ATT (%)
CMC - Ensaio Único	4,5 ^b ± 0,00	5,14 ^c ± 0,00	0,061 ^a ± 0,002
CMC - Ensaio Individual	4,6 ^a ± 0,00	5,26 ^b ± 0,00	0,053 ^b ± 0,002
FA - Ensaio Único	4,37 ^b ± 0,06	5,31 ^a ± 0,01	0,041 ^c ± 0,002
FA - Ensaio Individual	4,2 ^c ± 0,00	5,30 ^a ± 0,01	0,041 ^c ± 0,001
GX - Ensaio Único	4,0 ^d ± 0,00	5,12 ^d ± 0,00	0,052 ^b ± 0,002
GX - Ensaio Individual	4,03 ^d ± 0,06	5,12 ^d ± 0,01	0,053 ^b ± 0,001

Médias de três repetições analíticas. Médias seguidas dos mesmos índices na mesma coluna não diferem significativamente entre si ao nível de erro 5%.

5.4.3 Análise de cor

A Tabela 25 apresenta os resultados das análises objetivas de cor nas sopas creme de palmito pupunha após o tratamento térmico único e individual. Os resultados indicam que houve diferença significativa no parâmetro L* para CMC, FA e GX realizadas em ensaios únicos, assim como quando analisamos o tratamento único e individual de cada espessante.

As alterações dos parâmetros de cor observadas indicam que a sopa contendo FA ficou mais clara (maiores valores de L*), tendendo a cor verde (maiores valores de a*) e menos amarelo (menores valores de b*), quando comparados entre as outras sopas, após o tratamento térmico.

Os resultados obtidos de cor objetiva para as sopas creme de palmito selecionadas antes dos tratamentos térmicos apresentaram valores de L* médios de 74,53 ± 3,47 para CMC e 58,04 ± 0,34 para GX, resultados estes superiores às amostras tratadas termicamente, indicando que todas as amostras ficaram mais escuras (menores valores de L*), a amostra FA manteve-se estável com valores médios de 54,79 ± 0,58. Assim como os valores médios de a* de -4,25 ± 0,17 para CMC, -2,08 ± 0,08 para FA e -2,88 ± 0,01 para GX, indicando que todas as amostras ficaram com coloração verde menos acentuada (menores valores de a*), após o tratamento térmico.

As médias de b^* , antes do tratamento térmico, foram de $10,19 \pm 1,91$ para CMC, $3,77 \pm 0,57$ para FA e $8,74 \pm 0,05$ para GX, indicando que as amostras ficaram mais amarelas (maiores valores de b^*) após o tratamento térmico. Foi percebido um aumento de C^* (saturação da cor) quanto aos valores médios de $11,06 \pm 1,80$ para CMC, $4,31 \pm 0,57$ FA e $9,20 \pm 0,05$ para GX obtidos antes dos tratamentos térmicos, além de um aumento de H^* (tonalidade da cor) quando observados os resultados médio de $-1,17 \pm 0,06$ para CMC, $-1,06 \pm 0,05$ para FA e $-1,25 \pm 0,00$ para GX obtidos antes do tratamento térmico. Pode-se inferir que, essas diferenças de cor são influenciadas pelas colorações dos espessantes, pois a FA quando hidratada resulta em um líquido de coloração branca leitosa, o CMC e a GX são transparentes.

Tabela 25. Resultados das análises objetivas de cor após o tratamento térmico

	L^*	a^*	b^*	Chroma	HUE
CMC – Ensaio Único	$47,21^{bD} \pm 0,33$	$-0,96^{aA} \pm 0,04$	$11,70^{aA} \pm 0,06$	$11,74^{aA} \pm 0,11$	$-1,49^{bE} \pm 0,00$
CMC – Ensaio Individual	$49,42^{aC} \pm 0,23$	$-2,05^{bE} \pm 0,02$	$7,48^{bB} \pm 0,06$	$7,76^{bB} \pm 0,06$	$-1,30^{aA} \pm 0,00$
FA – Ensaio Único	$54,71^{aA} \pm 0,24$	$1,65^{bCD} \pm 0,02$	$6,86^{bE} \pm 0,08$	$7,05^{bE} \pm 0,08$	$-1,33^{aB} \pm 0,00$
FA – Ensaio Individual	$54,13^{bB} \pm 0,31$	$-1,61^{aC} \pm 0,03$	$7,13^{aCD} \pm 0,11$	$7,31^{aCD} \pm 0,11$	$-1,35^{bCD} \pm 0,00$
GX – Ensaio Único	$46,38^{aE} \pm 0,36$	$-1,68^{bD} \pm 0,03$	$7,26^{aC} \pm 0,15$	$7,46^{aC} \pm 0,15$	$-1,34^{aC} \pm 0,00$
GX – Ensaio Individual	$45,86^{bF} \pm 0,49$	$-1,55^{aB} \pm 0,03$	$6,99^{bDE} \pm 0,16$	$7,16^{bDE} \pm 0,16$	$-1,35^{bD} \pm 0,01$

Médias seguidas dos mesmos índices na mesma coluna não diferem significativamente entre si ao nível de erro 5%. Letras minúsculas referem-se aos ensaios realizados com o mesmo espessante. Letras maiúsculas referem-se a todos os ensaios e espessantes.

5.5 Ensaio de tratamento térmico – Teste de aceitabilidade

O teste sensorial de aceitabilidade nas amostras de sopa creme de palmito pupunha foi realizado após o tratamento térmico, conforme indicado nas Figuras 22 (a) a 24 (a) Gráficos de monitoramento dos tratamentos térmicos nas sopas creme de palmito pupunha com os espessantes CMC, GX e FA, bem como o acompanhamento da pressão da autoclave, demonstrados nas Figuras 22 (b) a 24(b).

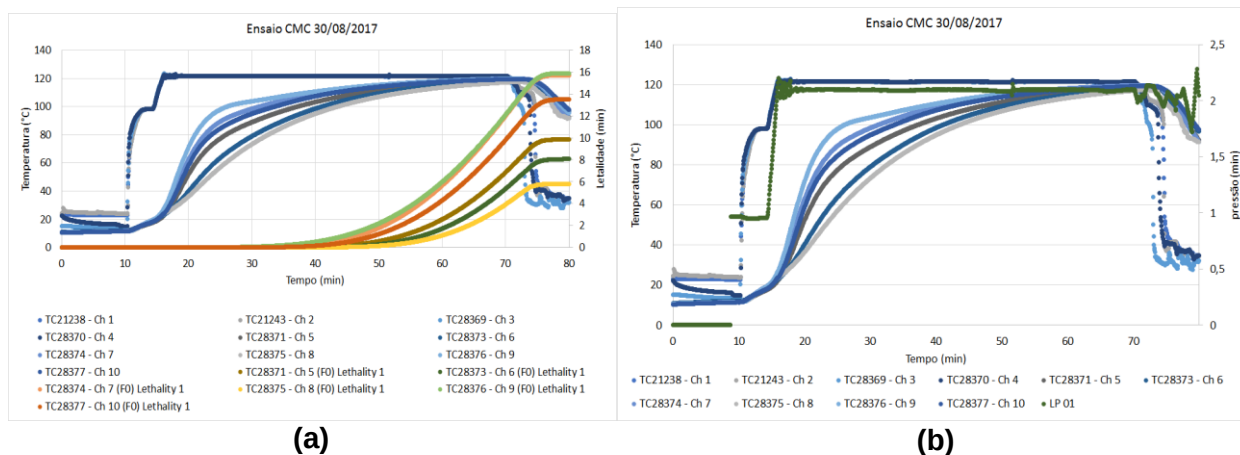


Figura 22. (a) Monitoramento do tratamento térmico – teste de aceitabilidade das amostras de sopa creme de palmito formuladas com o espessante CMC; **(b)** Monitoramento da pressão da autoclave durante o tratamento térmico – teste de aceitabilidade das amostras de sopas formuladas com o espessante CMC

Como podemos observar na Figura 22 (a) a 24 (a) foram monitoradas 6 latas para cada ensaio de tratamento térmico, contendo as sopas formuladas com o espessante CMC, GX e FA.

Para o ensaio com CMC o tempo de processo durou 80 minutos para obtenção de F_0 mínimo de 5 minutos.

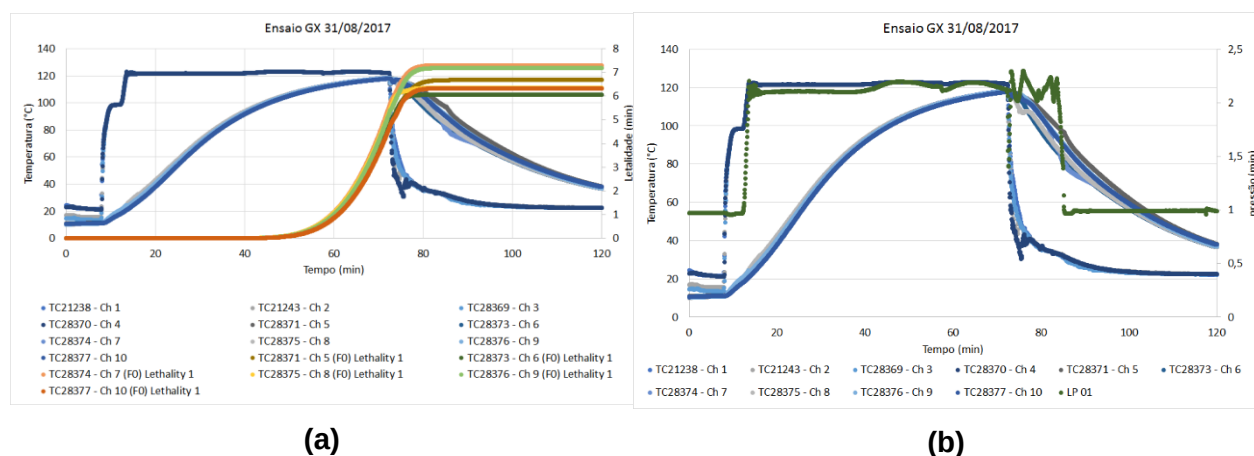


Figura 23. (a) Monitoramento do tratamento térmico – teste de aceitabilidade das amostras de sopa creme de palmito formuladas com o espessante GX; **(b)** Monitoramento da pressão da autoclave durante o tratamento térmico – teste de aceitabilidade das amostras de sopas formuladas com o espessante GX

Para o tratamento térmico realizado para as formulações contendo GX a letalidade foi atingida em 84 minutos para todas as amostras monitoradas.

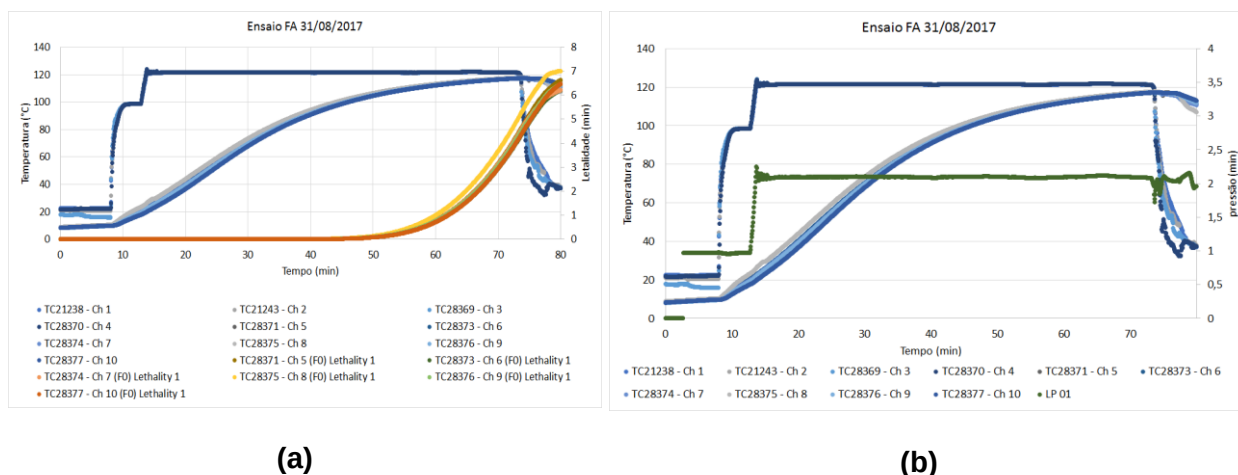


Figura 24. (a) Monitoramento do tratamento térmico – teste de aceitabilidade das amostras de sopa creme de palmito formuladas com o espessante FA; **(b)** Monitoramento da pressão da autoclave durante o tratamento térmico – teste de aceitabilidade das amostras de sopas formuladas com o espessante FA

Para as sopas formuladas com o espessante FA a letalidade foi atingida em 87,4 minutos. A pressão da autoclave foi monitorada durante todos os processamentos, conforme Figuras 22 (b) a 24 (b) e se manteve estável, não danificando as embalagens.

A Tabela 26 apresenta os valores de F_0 calculados para as embalagens monitoradas durante o processo térmico de esterilização, levando em consideração os parâmetros de resistência térmica de micro-organismos alvo (*C. botulinum*).

Para todos os ensaios realizados, os valores de F_0 foram superiores aos 5 minutos suficientes para garantia da esterilidade comercial.

O tempo de processo deste ensaio foi superior aos realizados anteriormente devido ao carregamento da autoclave, que continha 26 latas para cada formulação, enquanto que nos ensaios anteriores, a autoclave continha 06 latas, possibilitando uma maior circulação do vapor de água entre as amostras, levando estas ao aquecimento mais rápido.

Tabela 26. Valores de (F_0) temperaturas iniciais e máximas atingidas pelo produto nas embalagens metálicas monitoradas no teste de aceitabilidade.

Nº sensor	Espessante	Temperatura inicial	Temperatura máxima	F_0 (minutos)	Tempo (minutos)
TC28376	CMC	10,72	120,1	15,91	80
TC28374	CMC	10,77	119,88	15,72	80
TC28377	CMC	10,47	119,47	13,51	80
TC28371	CMC	10,7	118,75	9,85	80
TC28373	CMC	11,04	118,26	8,06	80
TC28375	CMC	10,55	117,39	5,8	80
TC28376	GX	10,31	118,4	7,19	84
TC28374	GX	10,56	118,55	7,30	84
TC28371	GX	10,92	118,05	6,68	84
TC28375	GX	10,22	118,34	6,35	84
TC28377	GX	10,59	117,97	6,32	84
TC28373	GX	10,75	118,04	6,05	84
TC28375	FA	8,92	117,85	7,08	87,4
TC28371	FA	8,28	117,56	7,03	87,4
TC28377	FA	8,29	117,44	6,89	87,4
TC28376	FA	8,13	117,44	6,74	87,4
TC28373	FA	8,62	117,45	6,48	87,4
TC28374	FA	8,47	117,48	6,45	87,4

5.5.1 Análises físico-químicas

A Tabela 27 apresenta os resultados das análises de sólidos solúveis, pH, acidez total titulável, densidade e umidade, para as amostras de sopas selecionadas para cada tipo de espessante. Os resultados apresentados indicam que foram verificadas diferenças significativas entre todas as formulações para todas as análises realizadas.

Os resultados obtidos de pH para a sopa creme de palmito antes dos tratamentos térmicos apresentaram valores médios de $5,48 \pm 0,01$ para CMC, $5,62 \pm 0,02$ para FA e $5,23 \pm 0,01$ para GX, resultados estes superiores às amostras tratadas termicamente. Já os resultados para análise de ATT para CMC, FA e GX apresentaram valores médios de $0,04 \pm 0,01$ resultados estes inferiores às amostras tratadas termicamente. Estes resultados reforçam os resultados obtidos nos ensaios único e individual, conforme apresentado no item 5.4.2.

Tabela 27. Resultados das análises físico químicas das sopas creme de palmito Pupunha

	° Brix	pH	ATT (%)	Densidade	UBU (%)
CMC	$4,80^b \pm 0,00$	$5,18^c \pm 0,00$	$0,078^a \pm 0,000$	$1021,50^b \pm 0,67$	$93,95^b \pm 0,02$
FA	$4,97^a \pm 0,06$	$5,28^a \pm 0,00$	$0,054^c \pm 0,001$	$1028,65^a \pm 0,56$	$91,94^c \pm 0,01$
GX	$4,50^c \pm 0,00$	$5,21^b \pm 0,01$	$0,059^b \pm 0,002$	$1017,94^c \pm 0,16$	$94,89^a \pm 0,02$

Médias de três repetições analíticas. Médias seguidas dos mesmos índices na mesma coluna não diferem significativamente entre si ao nível de erro 5%.

Para os parâmetros de densidade e umidade (UBU), houve diferença significativa entre as amostras analisadas devido as diferenças de porcentagem de água, polpa e espessantes das formulações. Estas características têm importância fundamental para o tratamento térmico do produto final.

A Tabela 28 apresenta os resultados da análise de viscosidade aparente determinadas na taxa de deformação de 100 s^{-1} , realizadas nas 3 formulações após o tratamento térmico. Constata-se que a sopa com farinha de arroz, que foi a amostra que demorou mais tempo para ser esterilizada, apresentou maior viscosidade. O tempo de esterilização é fortemente dependente da consistência e viscosidade da amostra. Quanto mais viscosa, maior o tempo de transferência de calor pela mesma. Constata-se que os valores de viscosidade aparente das curvas descendentes são menores que os valores

das curvas ascendentes, caracterizando perda de viscosidade com cisalhamento, e portanto, um comportamento tixotrópico.

Tabela 28. Resultados das análises de viscosidade aparente da sopa creme de palmito Pupunha

Amostras	Curva ascendente η_{100} (mPa.s)	Curva descendente η_{100} (mPa.s)
FA	255,042 $\pm$ 24,31	114,989 $\pm$ 3,64
GX	190,857 $\pm$ 10,54	168,847 $\pm$ 3,26
CMC	74,915 $\pm$ 22,74	40,271 $\pm$ 6,51

Média de 3 repetições analíticas

5.5.2 Análise de cor

A Tabela 29 apresenta os resultados das análises da análise objetiva de cor realizadas nas sopas creme de palmito pupunha, selecionadas, para o teste de aceitabilidade. Os resultados apresentados indicam que foi verificada diferença significativa entre todas as formulações para todos os parâmetros de cor analisados.

Os resultados obtidos de cor objetiva para as sopas creme de palmito selecionadas antes dos tratamentos térmicos apresentaram valores de L^* médios de $74,53 \pm 3,47$ para CMC e $58,04 \pm 0,34$ para GX, resultados estes superiores às amostras tratadas termicamente, indicando que estas amostras ficaram mais escuras (menores valores de L^*). A amostra FA manteve-se mais estável com resultados mais próximos aos valores médios de $54,79 \pm 0,58$ obtidos antes do tratamento térmico. Esses resultados indicam que o espessante CMC foi a amostra que o tratamento térmico foi mais drástico ($F_{0>}$), com tendências maiores de escurecimento.

Assim como os valores médios de a^* de $-4,25 \pm 0,17$ para CMC, $-2,08 \pm 0,08$ para FA e $-2,88 \pm 0,01$ para GX, indicando que todas as amostras ficaram mais vermelhas (maiores valores de a^*) após o tratamento térmico.

As médias de b^* antes do tratamento térmico foram de $10,19 \pm 1,91$ para CMC e $8,74 \pm 0,05$ para GX, indicando que as amostras ficaram mais amarelas (maiores valores de b^*) após o tratamento térmico, já a amostra contendo FA com valor médio de $3,77 \pm 0,57$ indicou uma leve diminuição do amarelo. Foi percebido um aumento de C^* (saturação da cor) quanto aos valores médios de $11,06 \pm 1,80$ para CMC, $4,31 \pm 0,57$

FA, além de um aumento de H* (tonalidade da cor) quando observados os resultados médio de $-1,17 \pm 0,06$ para CMC, $-1,06 \pm 0,05$ para FA e $-1,25 \pm 0,00$ para GX obtidos antes do tratamento térmico.

Ao analisarmos o tempo de processo para atingir a letalidade desejada de 5 minutos, observou-se que o tempo de processo para a formulação com CMC foi maior que para GX que foi maior que FA. As sopas com o espessante CMC ficou menos tempo sobre a influência de alta temperatura, mantendo o parâmetro *b (amarelo) superiores em relação as demais amostras.

Tabela 29. Análise objetiva de cor – teste de aceitabilidade

	L*	a*	b*	Chroma	HUE
CMC	$50,02^b \pm 0,73$	$-0,27^a \pm 0,24$	$14,45^a \pm 0,95$	$14,46^a \pm 0,95$	$-1,55^c \pm 0,01$
FA	$57,03^a \pm 0,22$	$-1,08^b \pm 0,17$	$10,60^b \pm 0,36$	$10,66^b \pm 0,35$	$-1,47^b \pm 0,02$
GX	$44,2^c \pm 0,51$	$-2,02^c \pm 0,09$	$7,46^c \pm 0,43$	$7,73^c \pm 0,41$	$-1,30^a \pm 0,02$

Média de nove repetições analíticas. Médias seguidas dos mesmos índices na mesma coluna não diferem significativamente entre si ao nível de erro 5%

5.5.3 Teste de aceitabilidade

5.5.3.1 Caracterização do grupo de consumidores recrutado para o teste

Na Figura 25 são apresentadas as características do grupo composto por 85 consumidores de sopas quanto à faixa etária, classe social, frequência de consumo de sopas e de palmito e tipos de sopas consumidas em relação à forma de preparo.

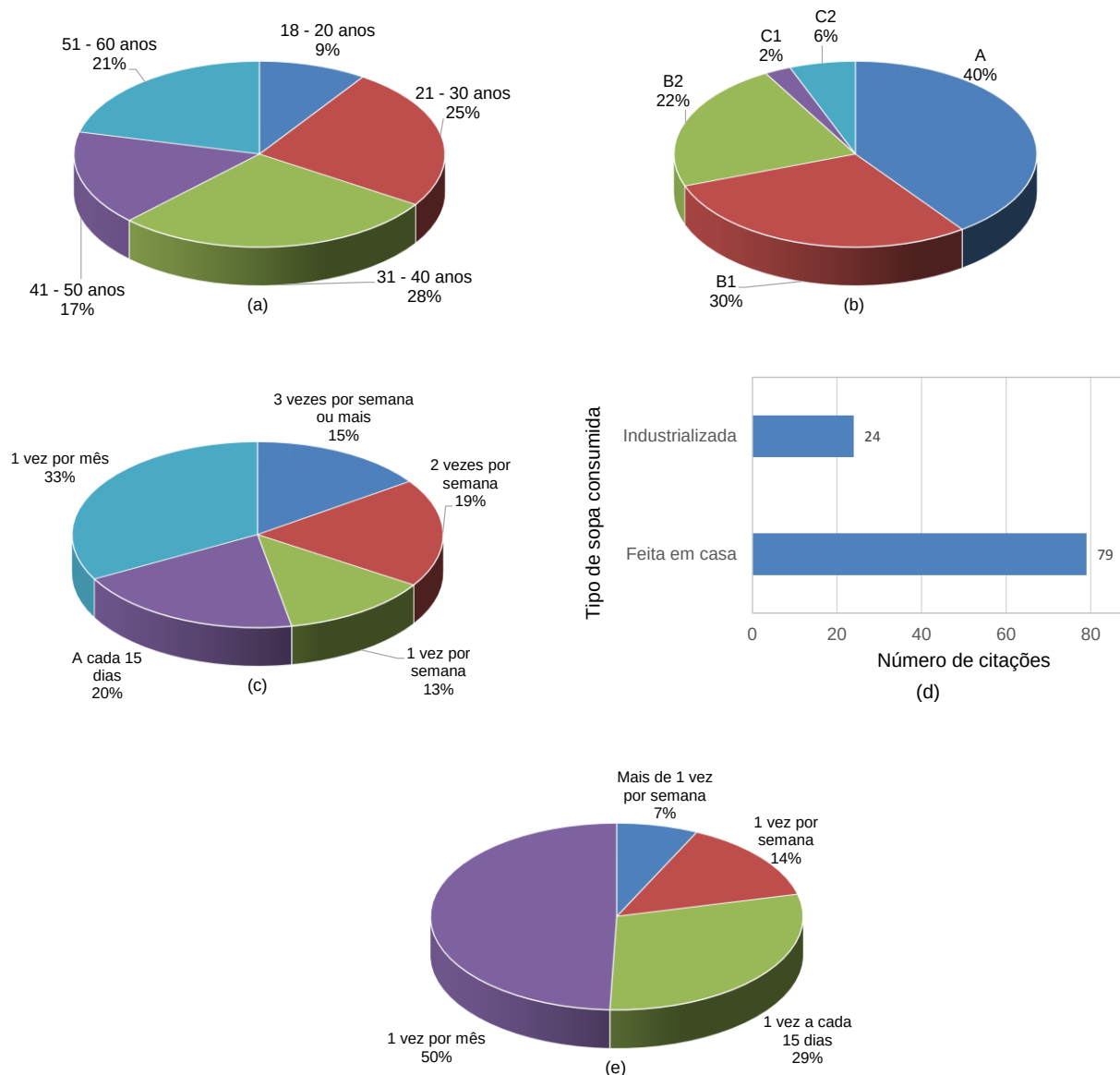


Figura 25. Faixa etária (a), classe social (b), frequência de consumo de sopas (c), tipos de sopas consumidas em relação à forma de preparo (d) e frequência de consumo de palmitos (e) conforme declarado pelo grupo recrutado para avaliação das amostras

5.5.3.2 Teste de aceitabilidade

Na Tabela 30, são apresentados os resultados médios da aceitabilidade global e, em particular, da aparência, aroma, consistência do caldo na colher e na boca e do sabor das amostras avaliadas. Para todos os atributos avaliados, as amostras FA e GX não diferiram significativamente entre si e foram mais aceitas que CMC ($p < 0,05$). Em geral, FA e GX apresentaram médias correspondentes a “gostei” para os atributos avaliados enquanto que CMC apresentou médias próximas de “gostei pouco”.

Na Figura 26 são apresentadas as porcentagens de aceitação (correspondente aos valores 9 a 6), indiferença (valor 5) e rejeição (valores 4 a 1), associadas às amostras por meio da escala hedônica empregada para a avaliação de modo global, da aparência, aroma, consistência do caldo na colher e na boca e do sabor. GX e FA apresentaram frequências de aceitação próximas de 90% para todos os atributos avaliados. Na avaliação do produto de modo global (primeiro atributo avaliado), CMC apresentou aceitação de 81% porém, na avaliação de cada atributo individualmente, esta amostra apresentou frequências de rejeição de 23,5% para a aparência, 35,4% e 29,4% respectivamente para a consistência do caldo na colher e na boca e 21,2% para o sabor. Os atributos de consistência do caldo na colher e na boca estão diretamente relacionados com a viscosidade da amostra e a amostra com CMC foi a que apresentou menor viscosidade, o que pode justificar esse índice de rejeição. Por outro lado esses atributos foram melhor avaliados nas sopas com goma xantana e farinha de arroz. Apesar da viscosidade da sopa de FA ter sido maior que da sopa com GX, a análise sensorial não detectou diferença significativa nos atributos de consistência de caldo na colher e na boca entre as mesmas.

Tabela 30. Resultados obtidos na avaliação da aceitabilidade das amostras avaliadas

Aceitabilidade ¹	Sopa de palmito			D.M.S.
	GX	CMC	FA	
Modo global	6,7 (1,1) a	6,1 (1,5) b	6,8 (1,2) a	0,41
Aparência	6,6 (1,2) a	5,7 (1,6) b	6,7 (1,2) a	0,44
Aroma	6,8 (1,2) a	6,4 (1,2) b	6,8 (1,2) a	0,36
Consistência do caldo na colher	6,7 (1,0) a	5,5 (1,7) b	6,8 (1,3) a	0,48
Consistência do caldo na boca	6,7 (1,2) a	5,6 (1,7) b	7,0 (1,0) a	0,44
Sabor	6,4 (1,3) a	5,9 (1,8) b	6,7 (1,2) a	0,47

Resultados expressos como média (desvio-padrão) de 85 avaliações. Médias seguidas de letras iguais não diferem significativamente entre si ($p > 0,05$) pelo Teste de Tukey. D.M.S: diferença mínima significativa pelo teste de Tukey.

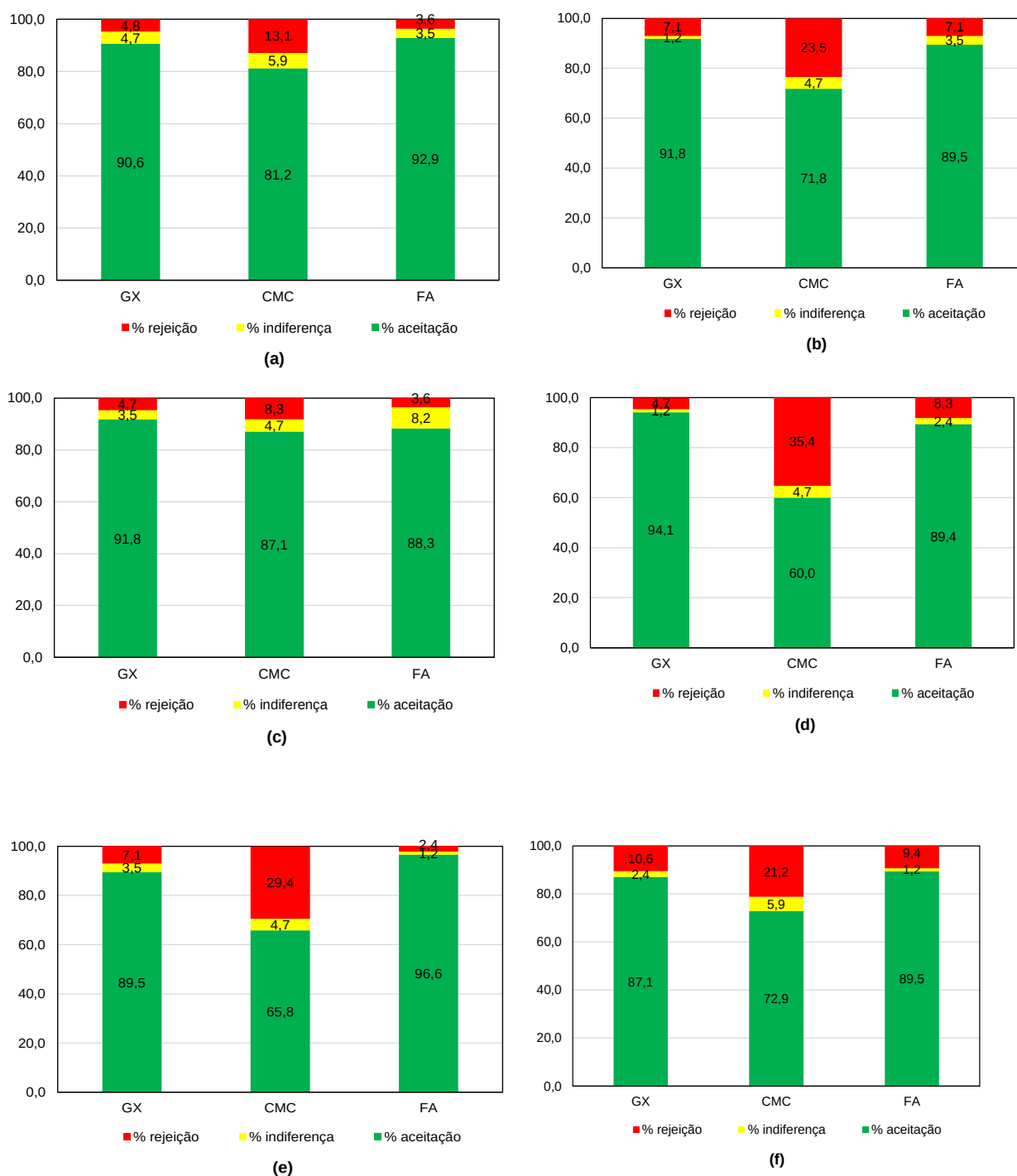


Figura 26. Porcentagens de aceitação, indiferença e rejeição das amostras de modo global (a), da aparência (b), aroma (c), consistência na colher (d) e na boca (e) e do sabor (f), de acordo com a avaliação dos consumidores que participaram do teste

Nas Figuras 27 a 29, estão as porcentagens de classificação acima do ideal (valores 5 e 4), ideal (valor 3) e abaixo do ideal (valores 2 e 1) para a intensidade da cor, do aroma de palmito e de tempero, da consistência do caldo, do tamanho e da firmeza

dos pedaços de palmito, do sabor de palmito, teor de sal e quantidade de tempero assim como o resultado da Análise de Penalidades (valores entre parênteses). De acordo com Varela e Ares (2014), 20% de respostas acima ou abaixo do ideal para um determinado atributo com redução significativa de, pelo menos, 1,0 ponto na média da aceitabilidade global pode ser uma indicação de que o produto necessita de aprimoramento em relação àquele atributo. Assim, os atributos que causaram diminuição significativa de pelo menos 1,0 ponto na aceitabilidade global das amostras de sopa de palmito foram:

GX:

Aroma de tempero: considerado mais fraco que o ideal por 39% dos consumidores e redução de 1,0 ponto na média de aceitabilidade global.

CMC:

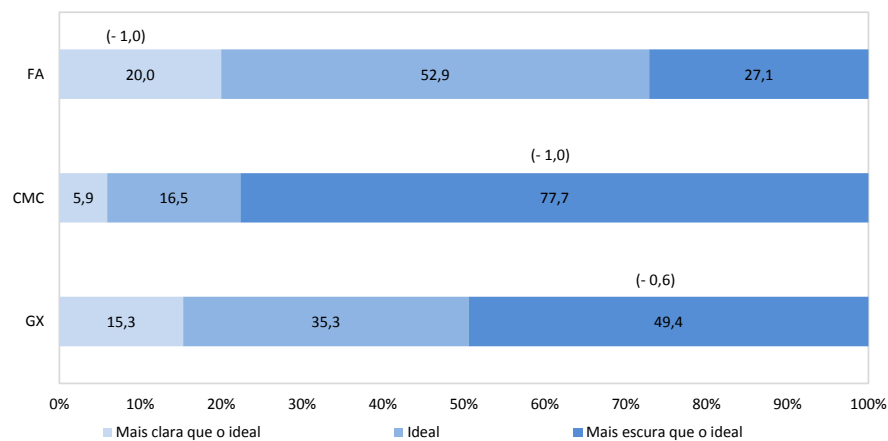
Cor: para 78% dos consumidores a cor desta amostra estava mais escura que o ideal o que causou a redução de 1,0 ponto na média de aceitabilidade global.

Aroma e sabor de palmito: atributos considerados mais fracos que o ideal respectivamente por 51% e 48% dos consumidores, com redução de 1,1 e 1,0 ponto na aceitabilidade global.

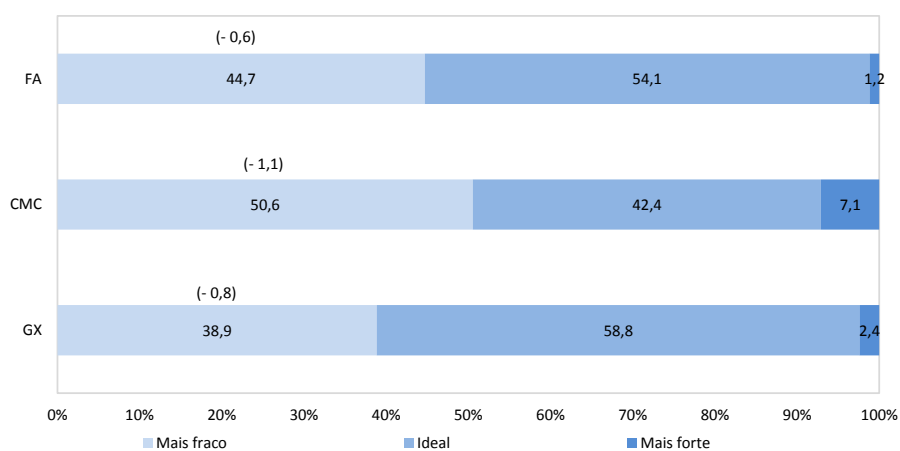
FA:

Cor: para 20% dos consumidores, esta amostra estava mais clara que o ideal o que causou a redução de 1,0 ponto na aceitabilidade global.

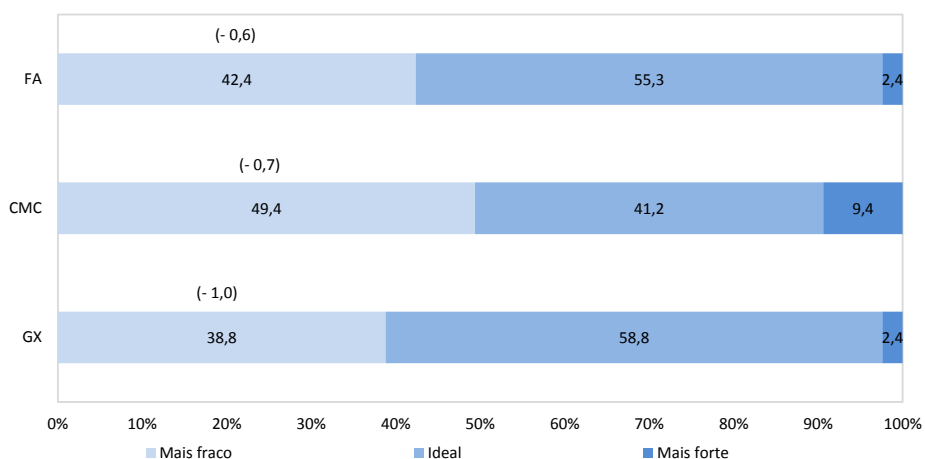
Consistência: 29% dos consumidores avaliaram esta amostra como mais consistente que o ideal, com redução de 1,0 ponto na aceitabilidade global.



(a)



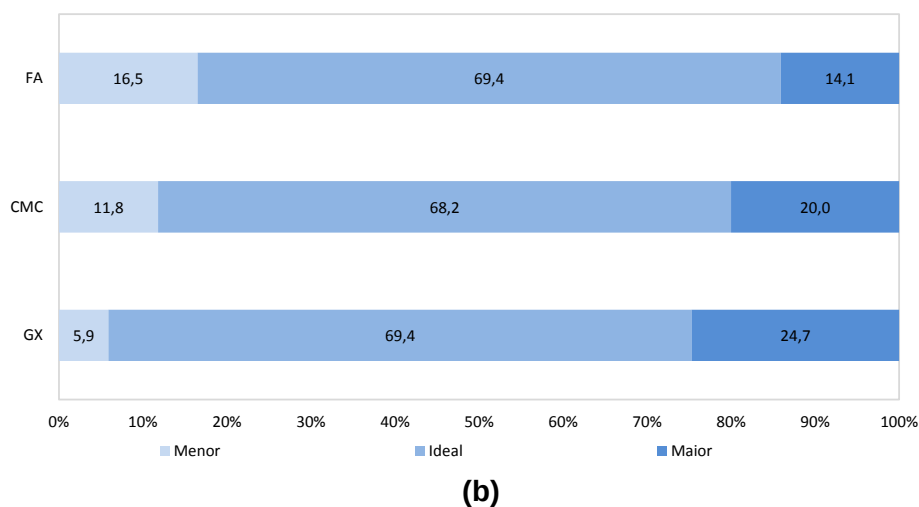
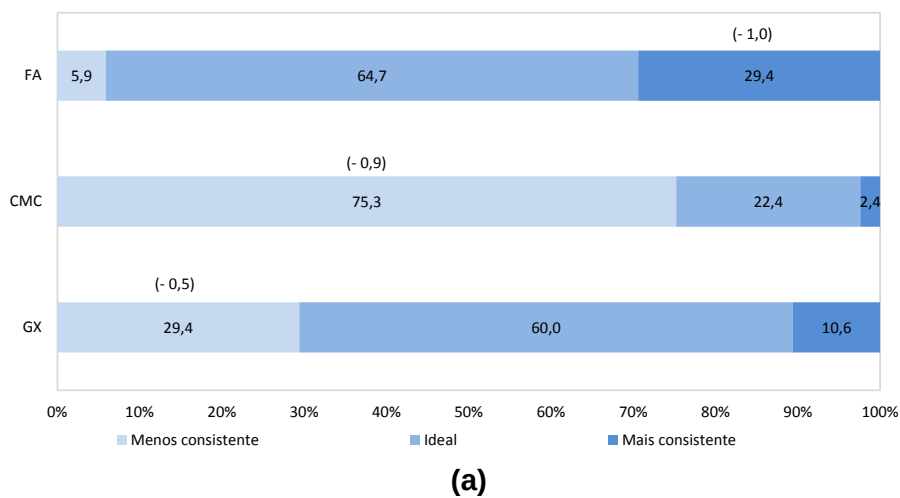
(b)

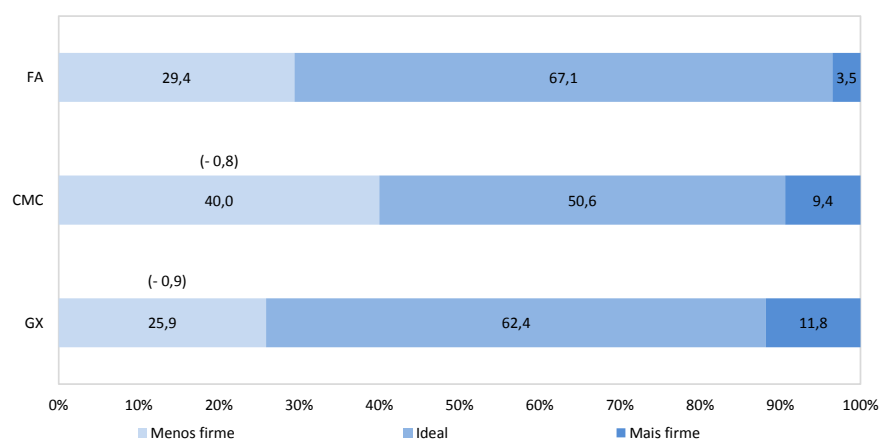


(c)

Figura 27. Porcentagens de classificação ideal, acima e abaixo do ideal para a intensidade da cor (a), do aroma de palmito (b) e de tempero (c).

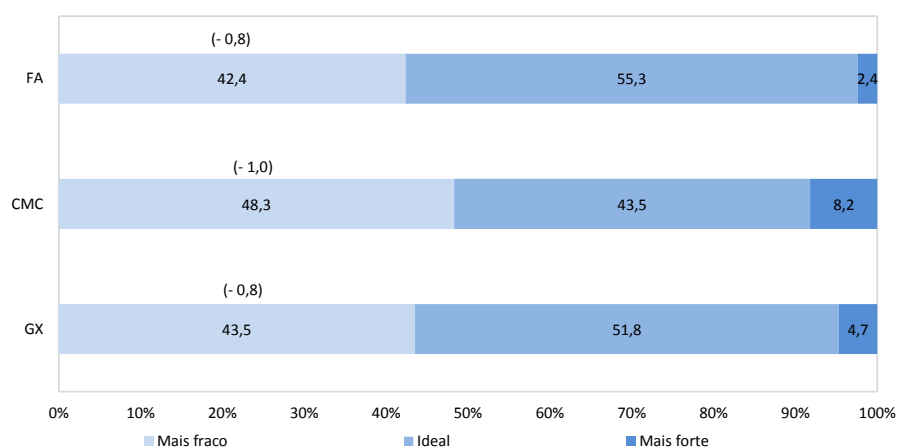
Observa-se na Figura 27(a) que avalia a classificação das sopas quanto à cor, uma maior rejeição da cor da sopa com CMC, caracterizada como mais forte que o ideal. Nos resultados referentes da avaliação do processo térmico (Tabela 26), apesar do lote de CMC ter sido processado em menor tempo, os valores de letalidade atingidos pelas embalagens foram superiores das outras sopas. Nesse caso infere-se uma correlação direta entre os valores de letalidade e atributo cor das amostras. Essa inferência, entretanto, não foi identificada claramente para as sopas de GX e FA, cujos valores de letalidade foram similares, mas o atributo de cor para FA foi considerado ideal por um número maior de consumidores.



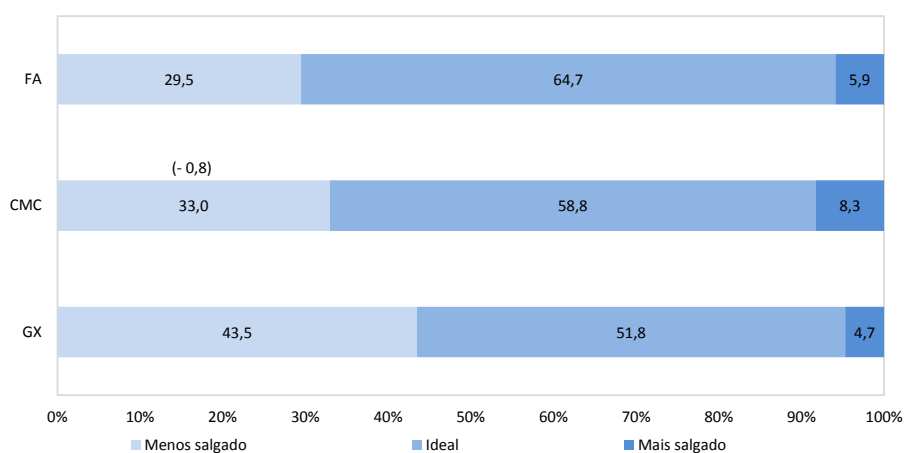


(c)

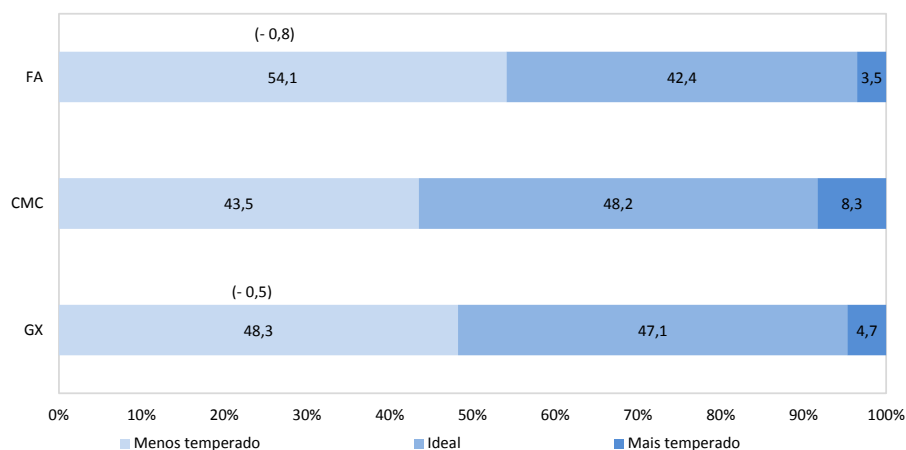
Figura 28. Porcentagens de classificação ideal, acima e abaixo do ideal para a intensidade da consistência do caldo (a), do tamanho (b) e da firmeza dos pedaços de palmito (c)



(a)



(b)



(c)

Figura 29. Porcentagens de classificação ideal, acima e abaixo do ideal para a intensidade do sabor de palmito (a), teor de sal (b) e quantidade de tempero (c).

Na Figura 30, estão as porcentagens dos consumidores com intenção de consumir as sopas de palmito frequentemente ou mais (valores 7 a 9), de vez em quando até com baixa frequência (valores 4 a 6) e sem intenção de consumir até intenção de consumir raramente (valores 1 a 3). 35% dos consumidores declararam ter intenção de consumir GX e FA frequentemente ou mais, sendo que FA foi a amostra que apresentou a menor porcentagem de consumidores (13%) com intenção de consumo raramente até intenção negativa de consumo.

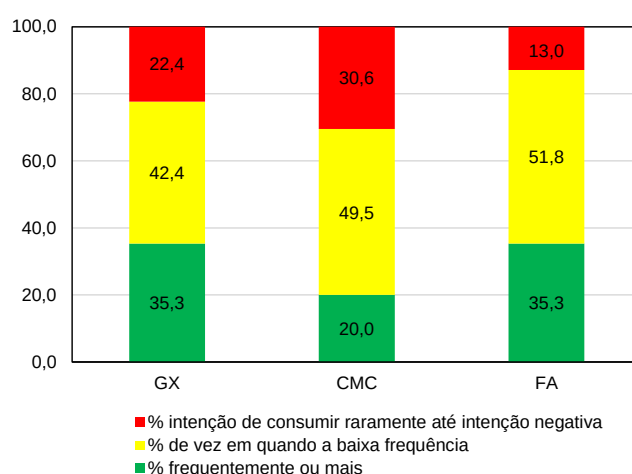


Figura 30. Porcentagens dos consumidores com intenção de consumir as sopas de palmito frequentemente ou mais, de vez em quando até com baixa frequência e de intenção de consumir raramente até sem intenção de consumir

5.5.3.3 Análise descritiva CATA

Da lista de 30 descritores apresentados para que os consumidores escolhessem aqueles que caracterizavam as amostras avaliadas, 17 foram empregados por, pelo menos, 30% dos consumidores para caracterizar no mínimo uma das amostras. Estes resultados são apresentados na Tabela 34: Tabela de contingências obtida a partir dos dados de CATA (marcadas em verde). Nesta tabela também são apresentados os resultados do Teste de Q de Cochran aplicado a cada atributo. Amostras seguidas de letras diferentes, diferem significativamente entre si a $p < 0,05$. Não houve diferença entre as amostras em relação aos atributos: pedaços de palmito com tamanho ideal, macios e com a firmeza ideal, aroma característico e fraco de palmito, sabor característico e fraco de palmito, salgado na medida certa, pouco temperado e temperado na medida certa.

Os descritores que discriminaram as amostras foram:

- **Caldo muito consistente:** FA, considerada muito consistente por 35% dos consumidores, diferiu significativamente das demais amostras que não diferiram entre si.

- **Caldo pouco consistente:** CMC foi considerada pouco consistente por 63,5% dos consumidores e diferiu significativamente das demais amostras;

- **Consistência ideal:** embora tendo sido citada como muito consistente por 35% dos consumidores, para 46% destes, FA apresentou consistência ideal, assim como GX, sem diferirem significativamente entre si.

- **Cor escura:** para 71% dos consumidores, CMC apresentou cor escura e diferiu significativamente de GX, considerada com cor escura por 40% dos mesmos.

- **Cor clara:** FA foi avaliada com cor clara por 35% dos consumidores e não diferiu de GX em relação a este atributo.

- **Cor característica:** para 46% dos consumidores, a cor de FA foi avaliada como característica e diferiu significativamente das demais amostras.

- **Pouco salgado:** GX foi avaliado por 40% dos consumidores como pouco salgado sem diferir significativamente de FA em relação a este atributo.

Tabela 31. Tabela de contingências obtida a partir dos dados de CATA

Amostra	Muito consist.	Pouco consist.	Consist. ideal	Cor escura	Cor clara	Cor caract.	Pedaços tam. ideal	Pedaços macios	Sabor caract.	Pouco Salgado	Salgado medida	Pouco temperado	Temperado medida	Aroma caract.	Sabor fraco	Aroma fraco	Pedaços firmeza ideal
GX	10,6 (b)	25,9 (b)	44,7 (a)	40,0 (b)	18,8 (ab)	28,2 (b)	48,2	49,4	40,0	40,0 (a)	41,2	41,2	29,4	47,1	31,8	25,9	48,2
CMC	1,2 (b)	63,5 (a)	17,6 (b)	70,6 (a)	8,2 (b)	11,8 (c)	36,5	42,4	37,6	22,4 (b)	32,9	29,4	32,9	37,6	30,6	37,6	32,9
FA	35,3 (a)	5,9 (c)	45,9 (a)	16,5 (c)	35,3 (a)	45,9 (a)	51,8	52,9	45,9	27,1 (ab)	36,5	35,3	30,6	43,5	30,6	30,6	43,5

Para cada descritor, amostras seguidas de letras diferentes diferem significativamente entre si a $p < 0,05$ pelo Teste de Q de Cochran.

5.5.3.4 Ordenação em relação à preferência

Na Tabela 32, são apresentados os resultados da avaliação da preferência na opinião dos consumidores que participaram do teste FA foi significativamente preferida em relação a CMC ao nível de erro de 5% sem diferir de GX que, por sua vez também não diferiu significativamente de CMC.

Tabela 32. Resultados da avaliação da preferência pelas amostras na opinião dos consumidores que participaram do teste

Soma das posições de ordenação*			D.M.S.
GX	CMC	FA	
169 ^{ab}	194 ^a	147 ^b	25,6

*Valores seguidos de letras iguais não diferem estatisticamente entre si ao nível de erro de 5%. Produto mais preferido apresenta menor soma. D.M.S.: Diferença mínima significativa ao nível de erro de 5% pelo Teste de Fischer.

Como não houve diferença significativa entre as amostras de sopas creme de palmito contendo o espessante FA e GX, optou-se em escolher a amostra FA para a realização do teste de vida de prateleira do produto, devido a suas características de possuir baixo índice glicêmico e promover maior saciedade (HEISLER et al., 2008), assim como a GX e CMC. No entanto, no rótulo do produto, a FA pode constar apenas como ingrediente.

5.6 Processamento da formulação final para acompanhamento de vida de prateleira

Para o acompanhamento da vida de prateleira da amostra selecionada, sopa creme de palmito Pupunha, formulada com 40% de polpa de palmito e 3% do espessante FA, foi realizado um processamento final, cujas sopas foram esterilizadas, analisadas microbiologicamente quanto a sua esterilidade comercial e analisadas mensalmente por análises físico-químicas, objetiva de cor e sensorialmente.

A polpa de palmito Pupunha estava congelada. Foi necessário a utilização de 80 Kg de polpa de palmito, sendo estas homogeneizadas e separadas em 3 lotes.

5.6.1 Tratamento térmico

Para conseguir a quantidade de amostras necessárias para o estudo de vida de prateleira, foi necessário realizar 03 ensaios de tratamento térmico, obtendo-se 3 lotes de amostras para cada embalagem.

5.6.1.1 Embalagem metálica

As Figuras 31(a) a 33(a) demonstram o monitoramento do tratamento térmico nas embalagens metálicas para os 3 lotes processados.

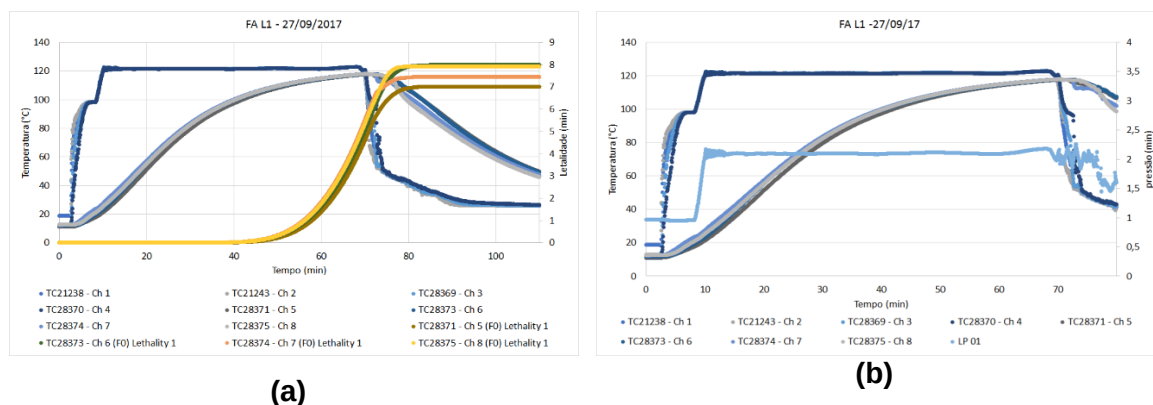


Figura 31. (a) Monitoramento do tratamento térmico Lata (L1) – estudo de vida de prateleira das amostras de sopa creme de palmito formuladas com o espessante FA. **(b)** Monitoramento da pressão da autoclave durante o tratamento térmico Lata (L1) – estudo

de vida de prateleira das amostras de sopa creme de palmito formuladas com o espessante FA

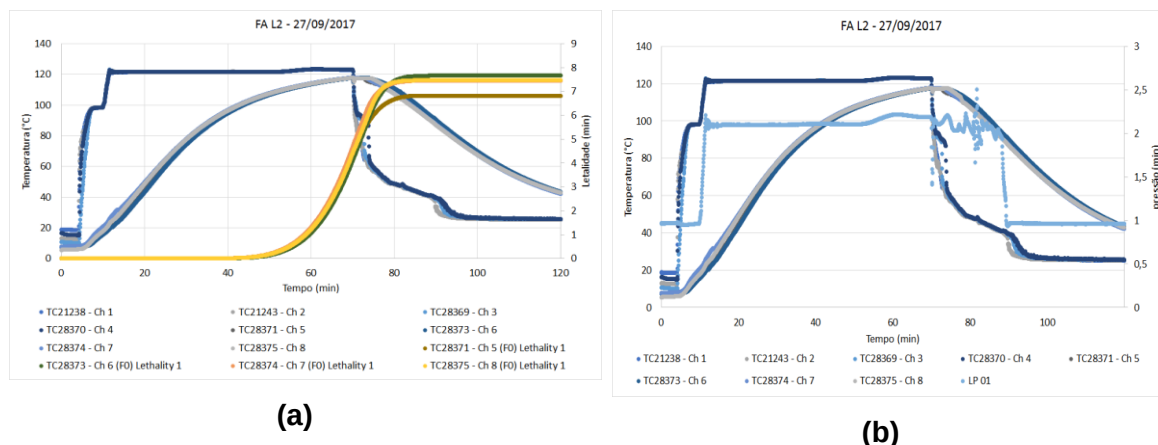


Figura 32. (a) Monitoramento do tratamento térmico Lata (L2) – estudo de vida de prateleira das amostras de sopa creme de palmito formuladas com o espessante FA. **(b)** Monitoramento da pressão da autoclave durante o tratamento térmico Lata (L2) – estudo de vida de prateleira das amostras de sopa creme de palmito formuladas com o espessante FA.

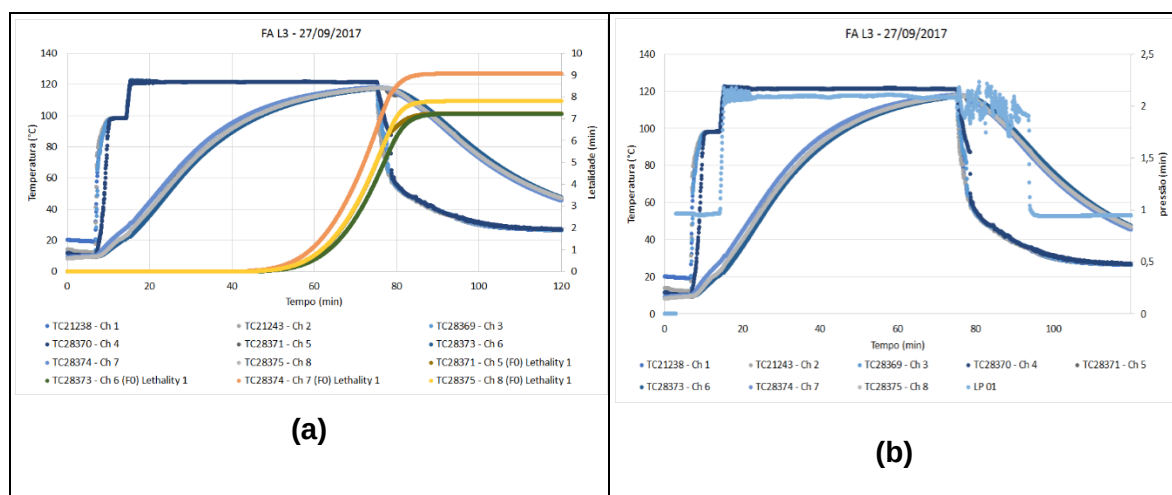


Figura 33. (a). Monitoramento do tratamento térmico Lata (L3) – estudo de vida de prateleira das amostras de sopa creme de palmito formuladas com o espessante FA. **(b).** Monitoramento da pressão da autoclave durante o tratamento térmico Lata (L3) – estudo de vida de prateleira das amostras de sopa creme de palmito formuladas com o espessante FA.

Tabela 33. Valores de (F_0) temperaturas iniciais e máximas atingidas pelo produto nas embalagens metálicas monitoradas para o estudo de vida de prateleira

Amostra	Nº sensor	Espessante	Temperatura inicial	Temperatura máxima	F_0 (minutos)	Tempo (minutos)
L1	TC28371	FA	11,21	117,72	7,02	86
	TC28373	FA	12,03	117,91	7,98	86
	TC28374	FA	12,48	118,11	7,45	86
	TC28375	FA	12,53	118,04	7,92	86
L2	TC28371	FA	7,69	117,70	6,82	88,30
	TC28373	FA	7,29	117,82	7,66	88,30
	TC28374	FA	7,75	117,76	7,45	88,30
	TC28375	FA	5,63	117,57	7,47	88,30
L3	TC28371	FA	8,62	117,79	7,24	91,75
	TC28373	FA	8,88	117,31	7,21	91,75
	TC28374	FA	9,32	118,42	9,06	91,75
	TC28375	FA	8,41	117,74	7,81	91,75
ΔTempo						6,75

Ao compararmos o tempo de processo dos ensaios anteriores, verifica-se que para este ensaio os tempos foram superiores, o que é explicado pela autoclave estar completamente carregada.

Os resultados da Tabela 33 revelam que para todos os ensaios o F_0 mínimo foi superior ao exigido pelo FDA de 5 minutos para destruição dos esporos do *C. botulinum* bem como demais microrganismos deteriorantes.

Foi observado também uma diferença de tempo de processo de 6,75 minutos entre os três lotes.

5.6.1.2 Embalagem flexível

Os resultados para este ensaio demonstraram que para a embalagem flexível – *retort pouch* estudada, o tempo de processo foi inferior ao da embalagem metálica, o que era esperado, pois os *pouches* continham menos amostras que as latas e segundo LOPEZ (1981) pode haver uma redução de tempo de processo de até 40% gerando uma redução do consumo de energia para as indústrias quando comparados a embalagens metálicas.

As Figuras 34 (a) a 36(a) demonstram os resultados do monitoramento do tratamento térmico realizado para os três lotes de processamento da sopa creme de palmito Pupunha, assim como as Figuras 34(b) a 36(b) demonstram os resultados do monitoramento da pressão da autoclave durante os três lotes.

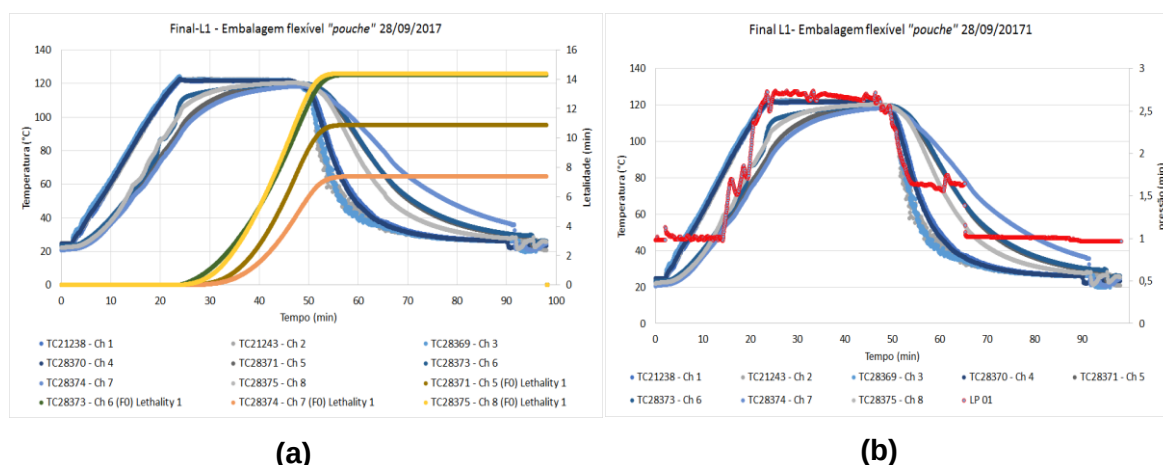


Figura 34. (a). Monitoramento do tratamento térmico *Pouch* (P1) – estudo de vida de prateleira das amostras de sopa creme de palmito formuladas com o espessante FA. **(b).** Monitoramento da pressão da autoclave durante o tratamento térmico *Pouch* (P1) – estudo de vida de prateleira das amostras de sopa creme de palmito formuladas com o espessante FA.

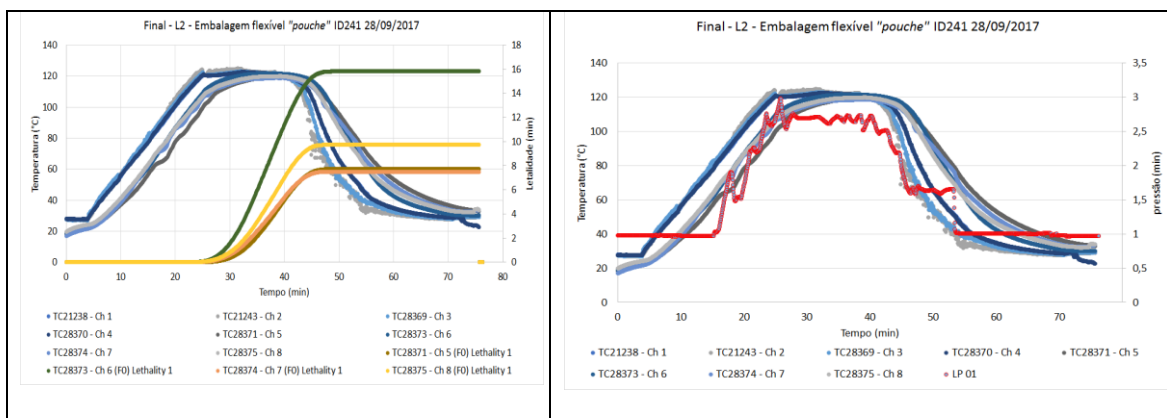


Figura 35. Monitoramento do tratamento térmico *Pouch* (P2) – estudo de vida de prateleira das amostras de sopa creme de palmito formuladas com o espessante FA. (b) Monitoramento da pressão da autoclave durante o tratamento *Pouch* (P2) – estudo de vida de prateleira das amostras de sopa creme de palmito formuladas com o espessante FA

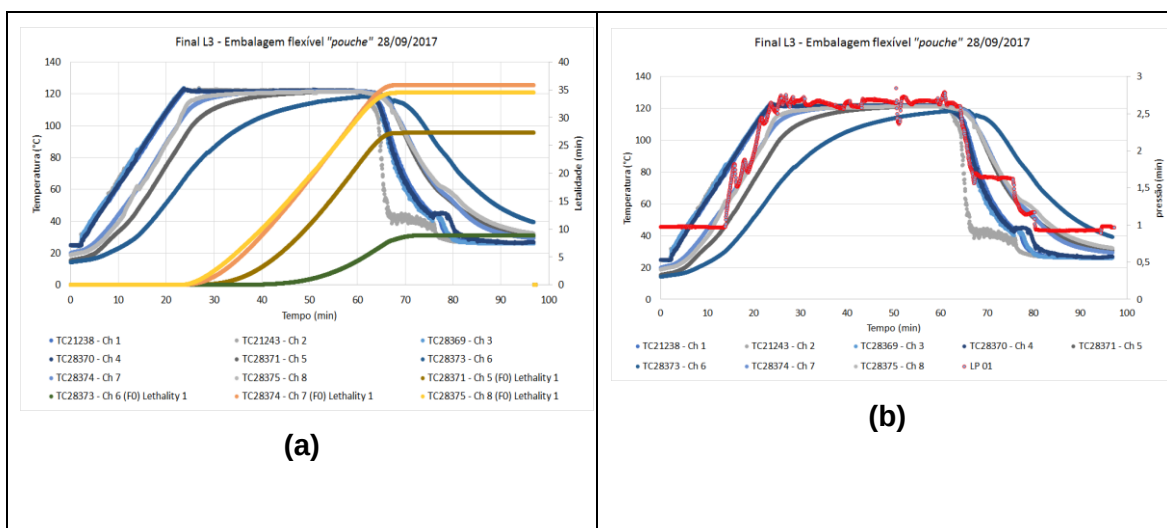


Figura 36. (a) Monitoramento do tratamento térmico *Pouch* (P3) – estudo de vida de prateleira das amostras de sopa creme de palmito formuladas com o espessante FA. **(b)** Monitoramento da pressão da autoclave durante o tratamento *Pouch* (P3) – estudo de vida de prateleira das amostras de sopa creme de palmito formuladas com o espessante FA

O tempo de processo é muito importante, quando se aplica calor. Quanto menor o tempo de processo em altas temperaturas, melhor a preservação das características sensoriais do produto, sendo a cor o primeiro critério utilizado na aceitação ou rejeição do produto pelo consumidor (BATISTA, 1994), de acordo com LOPEZ (1981), quanto menor for a exposição do produto a altas temperaturas, menor a perda das características sensoriais e maior retenção de nutrientes.

Observa-se na Tabela 34 que o F_0 empregado neste ensaio foi muito superior a F_0 de 5 minutos, garantindo a segurança alimentar deste produto.

Tabela 34. Valores de (F_0) temperaturas iniciais e máximas atingidas pelo produto nas embalagens flexíveis monitoradas para o estudo de vida de prateleira

Amostra	Nº sensor	Espessante	Temperatura inicial	Temperatura máxima	F_0 (minutos)	Tempo (minutos)
P1	TC28371	FA	22,84	119,87	10,89	58,70
	TC28374	FA	23,22	120,02	14,31	58,70
	TC28377	FA	20,7	118,34	7,41	58,70
	TC28371	FA	22,11	120,43	14,38	58,70
P2	TC28376	FA	18,18	119,27	7,74	48,55
	TC28374	FA	18,76	121,53	15,81	48,55
	TC28371	FA	16,87	118,82	7,50	48,55
	TC28375	FA	19,59	120,01	9,73	48,55
P3	TC28375	FA	15,39	121,66	27,28	74,20
	TC28371	FA	14,28	118,56	8,89	74,20
	TC28377	FA	20	121,65	35,87	74,20
	TC28376	FA	18,8	121,39	34,5	74,20
Δ TEMPO		FA				15,50

A flexibilidade é uma importante característica da embalagem flexível, sendo necessária atenção ao tratamento térmico, pois devido a diferença de pressão quando inicia o resfriamento (Figuras 34 a 36 (b)), no interior das embalagens os gases de expandem. Caso esta pressão de ar não seja controlada no interior da autoclave pode ocorrer estouros de embalagens e ruptura da selagem (LOPEZ, 1981).

Todas as embalagens, *pouches* foram analisadas visualmente e individualmente, com a finalidade de verificar possíveis microfuros e falhas na selagem, no entanto não foi identificada embalagens com estes defeitos.

5.6.2 Análise microbiológica

Os resultados das análises microbiológicas referentes as amostras processadas para o acompanhamento da vida de prateleira encontram-se na Tabela 35.

As análises foram realizadas em duplicata por lote. As embalagens analisadas foram retiradas ao acaso. Para todas as embalagens analisadas não foi detectada a presença de micro-organismos capazes de se desenvolver no produto, indicando que o tratamento térmico realizado foi eficaz, sendo as amostras comercialmente estéreis.

Os micro-organismos necessitam de condições adequadas para sobrevivência e reprodução. Para alimentos que possuam $\text{pH} > 4,5$, quando enlatados, faz-se necessário inibir ou destruir o crescimento microbiano utilizando fatores como baixa atividade de água, $\text{pH} < 4,5$ e temperatura (SILVA, N., et al., 2010). Tanto a sopa de palmito como a polpa de palmito, são alimentos com $\text{pH} > 4,5$. O tratamento térmico escolhido e realizado no estudo foi o de esterilização para manter as características sensoriais do palmito *in natura* e para eliminação do micro-organismo alvo, o *Clotrisdium botulinum*, bem como micro-organismos deteriorantes mesófilos.

Tabela 35. Análises microbiológicas – Teste de esterilidade comercial realizada após o tratamento térmico das amostras referentes ao acompanhamento de vida de prateleira

Amostra	Determinação/Resultado			
	Bactérias mesófilas	Bactérias mesófilas	Bactérias termófilas	Bactérias termófilas
Sopa pouch L1 (1)	ausentes	ausentes	ausentes	ausentes
Sopa pouch L1 (2)	ausentes	ausentes	ausentes	ausentes
Sopa pouch L2 (1)	ausentes	ausentes	ausentes	ausentes
Sopa pouch L2 (2)	ausentes	ausentes	ausentes	ausentes
Sopa pouch L3 (1)	ausentes	ausentes	ausentes	ausentes
Sopa pouch L3(2)	ausentes	ausentes	ausentes	ausentes
Sopa Lata L1 (1)	ausentes	ausentes	ausentes	ausentes
Sopa Lata L1 (2)	ausentes	ausentes	ausentes	ausentes
Sopa Lata L2 (1)	ausentes	ausentes	ausentes	ausentes
Sopa Lata L2 (2)	ausentes	ausentes	ausentes	ausentes
Sopa Lata L3(1)	ausentes	ausentes	ausentes	ausentes
Sopa Lata L3 (2)	ausentes	ausentes	ausentes	ausentes

5.6.3 Caracterização físico-química das sopas durante a estocagem

Os resultados das análises físico-químicas obtidos para as amostras de sopa creme de palmito pupunha armazenados em três temperaturas (5 °, 25 ° e 35 °C) e dois tipos de embalagens, durante 4 meses de armazenamento, estão apresentados nas Tabelas 36 e 37.

Observando a Tabela 36 pôde-se verificar que a umidade da sopa creme de palmito manteve-se estável, no entanto, com algumas diferenças significativas, durante o período de estocagem de 120 dias. As variações foram de 1,6 a 2,9% ao longo do tempo de 120 dias, sendo que a maior variação encontrada foi na embalagem flexível para a temperatura de 35°C. Essas variações podem ser explicadas devido à amostragem.

Estatisticamente não houve diferença significativa de UBU% inicial e final para a amostra L5, L35 e P25. Já para as amostras L25 e P35 as umidades iniciais e finais diferiram significativamente.

Quando comparadas todas as amostras, L5, L25 e L35 não diferiram significativamente entre si, assim como P25 e P35 não diferiram entre si para UBU% inicial. Enquanto que ao analisarmos a UBU% final verificou-se que houve diferença significativa apenas para a amostra armazenada a 25 °C (L25).

Tabela 36. Valores médios $\pm$ desvio padrão de umidade inicial e final das sopas creme de palito em embalagens metálicas e flexíveis nas diferentes temperaturas de armazenagem.

Amostras	Tempo de armazenamento (dias)		Variação
	0	120	
	Umidade (UBU%)		
L5°C	92,90 $\pm$ 0,13 ^{aA}	92,87 $\pm$ 0,10 ^{aAB}	0,03%
L25°C	92,90 $\pm$ 0,13 ^{bA}	93,03 $\pm$ 0,08 ^{aA}	0,13%
L35°C	92,90 $\pm$ 0,13 ^{aA}	92,95 $\pm$ 0,18 ^{aAB}	0,05%
P25°C	92,67 $\pm$ 0,04 ^{aB}	92,76 $\pm$ 0,25 ^{aB}	0,09%
P35°C	92,67 $\pm$ 0,04 ^{bB}	93,01 $\pm$ 0,05 ^{aAB}	0,34%

*Médias seguidas de mesma letra minúscula, dentro de cada linha (comparação entre épocas de avaliação) não diferem entre si no nível de 5% de significância. Médias seguidas de mesma letra maiúscula, dentro de cada coluna (comparação entre temperaturas de estocagem) não diferem entre si no nível de 5% de significância.

Pelos resultados da Tabela 37 pôde-se verificar que houve variações nos parâmetros ATT, pH e sólidos solúveis durante o período de estocagem de 120 dias. Os resultados de sólidos solúveis (°Brix) indicam que a amostra L5 variou 1,04, L25 0,91, L35 0,94, P25 1,02 e P35 1,00, sendo a maior variação encontrada foi para a amostra L5. Para todas as amostras e temperaturas, os valores de sólidos solúveis foram diminuindo ao longo dos 120 dias de armazenamento. Aos 30 dias de armazenamento foi observada uma diferença significativa do tempo 0, que se manteve até o final dos 120 dias. Essas variações podem ser explicadas devido à amostragem.

O pH é possível verificar que houveram mínimas alteração durante o armazenamento. Aos 60 dias de armazenagem da sopa creme de palmito Pupunha foi observado diferença significativa para amostras L25°C e L35°. P35°C diferiu significativamente a partir dos 90 dias.

Os resultados de acidez indicam que para as amostras P25°C e P35°C apenas o tempo 0 apresentou diferença significativa dos demais. Para a amostra L35°C houve diferença significativa aos 90 dias de armazenamento, indicando influência da temperatura de armazenamento.

Tabela 37. Valores médios $\pm$ desvio padrão de ATT, pH e sólidos solúveis das sopas creme de palmito pupunha em embalagens metálicas e flexíveis nas diferentes temperaturas de armazenagem

Amostra	Tempo (Dias)					Variação
	0	30	60	90	120	
Sólidos solúveis (° Brix)						
L 5°C	4,84 ± 0,05 ^a	3,90 ± 0,00 ^{bc}	3,93 ± 0,05 ^b	3,82 ± 0,06 ^{bc}	3,8 ± 0,00 ^c	1,04
L 25°C	4,84 ± 0,05 ^a	3,97 ± 0,05 ^b	4,00 ± 0,00 ^b	3,90 ± 0,00 ^b	3,93 ± 0,05 ^b	0,91
L 35°C	4,84 ± 0,05 ^a	3,99 ± 0,03 ^{ab}	3,93 ± 0,05 ^{ab}	3,91 ± 0,03 ^b	3,90 ± 0,00 ^{ab}	0,94
P 25°C	4,82 ± 0,10 ^a	4,00 ± 0,07 ^b	3,93 ± 0,05 ^b	3,91 ± 0,03 ^b	3,80 ± 0,15 ^b	1,02
P 35°C	4,82 ± 0,10 ^a	3,94 ± 0,05 ^b	3,94 ± 0,09 ^b	3,82 ± 0,04 ^b	3,93 ± 0,05 ^b	1,00
Variação	0,02	0,1	0,18	0,09	0,13	
pH						
L 5°C	5,29 ± 0,01 ^a	5,29 ± 0,01 ^a	5,36 ± 0,00 ^a	5,35 ± 0,03 ^a	5,35 ± 0,01 ^a	0,07
L 25°C	5,29 ± 0,01 ^a	5,27 ± 0,01 ^a	5,36 ± 0,00 ^b	5,29 ± 0,00 ^a	5,28 ± 0,01 ^a	0,09
L 35°C	5,29 ± 0,01 ^b	5,28 ± 0,01 ^b	5,34 ± 0,01 ^a	5,28 ± 0,00 ^b	5,21 ± 0,00 ^c	0,13
P 25°C	5,45 ± 0,06 ^a	5,36 ± 0,04 ^a	5,43 ± 0,04 ^a	5,36 ± 0,05 ^a	5,40 ± 0,06 ^a	0,09
P 35°C	5,45 ± 0,06 ^a	5,3 ± 0,06 ^{ab}	5,37 ± 0,08 ^{ab}	5,29 ± 0,01 ^b	5,33 ± 0,01 ^{ab}	0,16
Variação	0,16	0,09	0,15	0,08	0,19	
ATT (%)						
L 5°C	0,0464 ± 0,02 ^a	0,0437 ± 0,001 ^a	0,0487 ± 0,002 ^a	0,0487 ± 0,001 ^a	0,0474 ± 0,004 ^a	0,005
L 25°C	0,0464 ± 0,002 ^b	0,0461 ± 0,002 ^b	0,0488 ± 0,002 ^{ab}	0,0527 ± 0,003 ^a	0,0468 ± 0,002 ^b	0,0066
L 35°C	0,0464 ± 0,002 ^{cd}	0,0438 ± 0,002 ^d	0,0496 ± 0,001 ^{bc}	0,0558 ± 0,002 ^a	0,0545 ± 0,002 ^{ab}	0,012
P 25°C	0,0368 ± 0,001 ^b	0,0436 ± 0,001 ^a	0,0413 ± 0,003 ^{ab}	0,0459 ± 0,002 ^a	0,0417 ± 0,002 ^{ab}	0,0091
P 35°C	0,0368 ± 0,001 ^c	0,0438 ± 0,004 ^b	0,0455 ± 0,001 ^b	0,0525 ± 0,002 ^a	0,0487 ± 0,003 ^{ab}	0,0157
Variação	0,0096	0,0025	0,0083	0,0099	0,0128	

*Médias de três repetições analíticas. Médias seguidas de mesma letra, dentro de cada linha (comparação entre épocas de avaliação) não diferem entre si no nível de 5% de significância.

5.6.4 Análise de cor

A Tabela 38 apresenta os resultados médios obtidos para os parâmetros de cor objetiva da sopa creme de palmito pupunha em embalagem metálica (L) e embalagem flexível (P), nas 3 temperaturas de armazenagem, durante 120 dias.

Foram verificadas as alterações dos parâmetros de cor nas temperaturas e embalagens L e P e observou-se que o produto manteve-se constante, não ocorreu escurecimento das amostras, pois não foi observado diminuição nos valores de L^* . Os valores de a^* e b^* aumentaram, tornando as amostras mais vermelhas e mais amarelas com o tempo de armazenagem. Foi percebido ainda um aumento de C^* (saturação da cor) para as amostras, exceto para a amostra refrigerada e aumento da alteração global da cor (ΔE), além de uma diminuição de H^* (tonalidade da cor) com o tempo de armazenagem, embora para todos os parâmetros analisados estatisticamente não foram significativos ao nível de 5% quando comparado 0 dias e 120 dias de armazenamento.

As maiores variações encontradas para embalagem metálica foram para a amostra L35°C e para embalagens flexíveis foram para a amostra P35°C.

Tabela 38. Cor instrumental da sopa creme de palmito pupunha nas diferentes temperaturas de armazenagem

Tempo de armazenamento (dias)							Tempo de armazenamento (dias)						
Amostras	0	30	60	90	120	Variação	Amostras	0	30	60	90	120	Variação
Luminosidade (L*)							(C*)						
L5°C	53,96 ^c	56,33 ^{ab}	56,81 ^{ab}	57,01 ^a	55,41 ^{bc}	3,05	L5°C	10,26 ^a	9,88 ^{ab}	9,56 ^b	10,51 ^a	9,90 ^{ab}	0,95
L25°C	53,96 ^b	54,06 ^b	55,69 ^a	55,51 ^a	53,75 ^b	1,94	L25°C	10,26 ^a	10,54 ^a	10,20 ^a	11,38 ^a	10,99 ^a	1,12
L35°C	53,95 ^{ab}	55,21 ^a	55,61 ^a	54,96 ^a	53,22 ^b	2,39	L35°C	10,26 ^{bc}	11,17 ^{bc}	10,98 ^c	12,16 ^a	12,33 ^{ab}	2,07
P25°C	56,36 ^a	56,66 ^a	57,64 ^a	56,68 ^a	56,32 ^a	1,32	P25°C	8,04 ^a	9,44 ^a	8,69 ^a	10,02 ^a	9,36 ^a	1,98
P35°C	56,36 ^a	56,46 ^a	57,05 ^a	56,68 ^a	55,67 ^a	1,38	P35°C	8,04 ^c	9,23 ^{bc}	9,80 ^{bc}	10,94 ^{ab}	10,13 ^a	2,9
(a*)							HUE						
L5°C	-0,64 ^a	-0,59 ^a	-0,6 ^a	-0,6 ^a	-0,37 ^a	0,27	L5°C	-1,51 ^a	-1,40 ^a	-1,39 ^a	-1,53 ^a	-1,19 ^a	0,34
L25°C	-0,64 ^b	-0,25 ^{ab}	-0,23 ^{ab}	-0,3 ^{ab}	-0,05 ^a	0,59	L25°C	-1,51 ^a	-1,08 ^a	-1,31 ^a	-1,08 ^a	-0,40 ^a	1,11
L35°C	-0,64 ^b	-0,1 ^a	-0,06 ^a	-0,63 ^b	0,17 ^a	0,58	L35°C	-1,51 ^b	-0,74 ^{ab}	-0,40 ^{ab}	-1,40 ^b	0,63 ^a	0,88
P25°C	-1,52 ^a	-0,98 ^a	-0,81 ^a	-1,15 ^a	-0,71 ^a	0,81	P25°C	-1,25 ^a	-1,34 ^a	-1,47 ^a	-1,33 ^a	-1,37 ^a	0,22
P35°C	-1,52 ^a	-0,87 ^a	-0,73 ^a	0,96 ^a	-0,63 ^a	0,89	P35°C	-1,25 ^a	-1,47 ^a	-1,38 ^a	-1,48 ^a	-1,27 ^a	0,23
(b*)							ΔE						
L5°C	10,23 ^a	9,86 ^a	9,46 ^a	10,49 ^a	9,89 ^a	1,03	L5°C	-	2,53 ^b	3,11 ^b	3,07 ^b	1,54 ^a	1,7
L25°C	10,23 ^a	10,53 ^a	10,20 ^a	11,37 ^a	10,94 ^a	1,14	L25°C	-	0,69 ^{ab}	1,83 ^b	1,98 ^a	1,19 ^{ab}	1,29
L35°C	10,23 ^c	11,17 ^{bc}	10,97 ^c	12,11 ^{ab}	12,32 ^a	2,09	L35°C	-	1,69 ^a	1,93 ^a	2,16 ^a	2,37 ^a	0,96
P25°C	7,85 ^a	9,37 ^a	8,64 ^a	9,94 ^a	9,32 ^a	2,09	P25°C	-	1,94 ^a	1,91 ^a	2,16 ^a	1,88 ^a	0,83
P35°C	7,85 ^a	9,17 ^a	9,76 ^a	10,88 ^a	10,10 ^a	3,03	P35°C	-	1,56 ^{ab}	2,37 ^b	3,42 ^b	2,66 ^a	2,09

Nas Figuras 37 e 38 são apresentados o acompanhamento dos parâmetros L^* e da diferença total de cor (ΔE), ajustado em primeira ordem, da sopa creme de palmito ao longo de 120 dias de armazenagem. Com base nas velocidades de reação (k), ou seja, nas inclinações de reta obtidas para cada temperatura, e com o auxílio da equação de Arrhenius, foram determinados os valores de energia de ativação (E_a) e Q_{10} para os dois parâmetros de cor (Tabela 38).

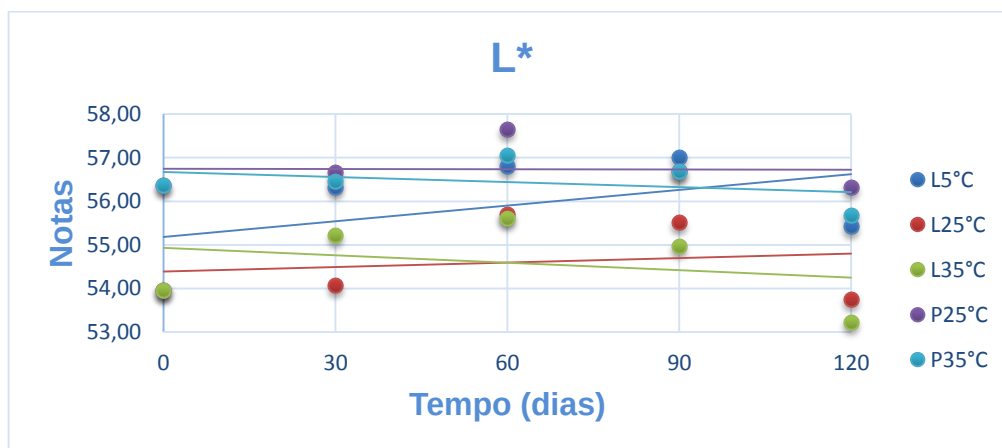


Figura 37. Acompanhamento do parâmetro L^* durante 120 dias

No gráfico, pôde-se observar que para os parâmetros de L^* (Figura 37), as amostras L25 °C, L35 °C, P25 °C e P35 °C, tendem-se ao escurecimento. Já para amostra L5 °C a tendência demonstrada foi de clareamento, justificado pelas amostras terem ficado mais consistentes e ter acarretado uma pequena separação de fases.

Para os parâmetros de ΔE , o gráfico da Figura 38 demonstra que as amostras L25 °C, L35 °C, apresentaram menor alteração que L5 °C. Já para as amostras P25 °C e P35 °C, a maior alteração foi para P35 °C enquanto a amostra P 25 °C manteve-se estável.

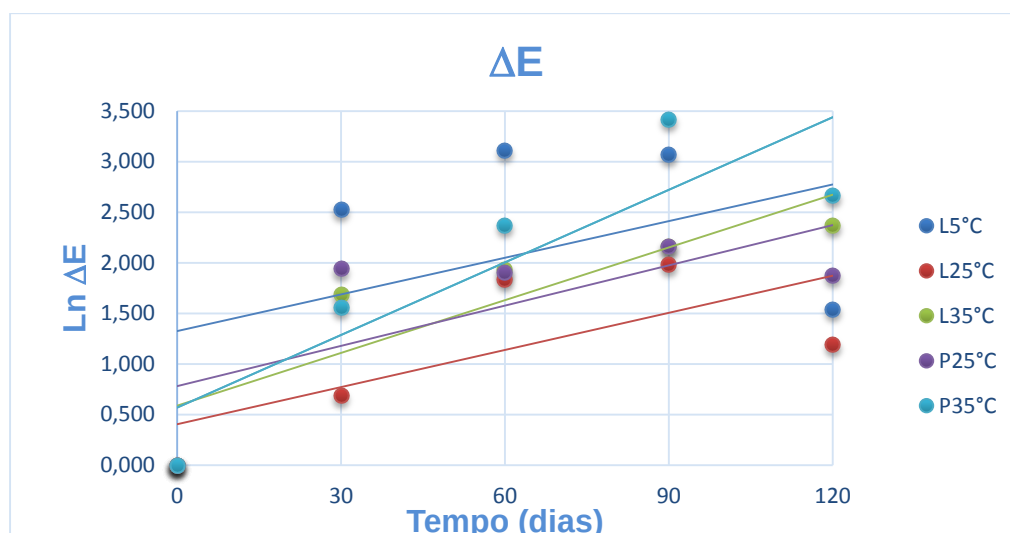


Figura 38. Acompanhamento do parâmetro ΔE durante 120 dias

A Tabela 39 apresenta a média da energia de ativação para a embalagem metálica e embalagem flexível, mostrando que ambas apresentaram o mesmo comportamento em relação a variação de cor no tempo de estocagem, com valores de q_{10} médios de 2.

Segundo MOURA *et al.* (2001), o valor de Q_{10} para a degradação de cor de polpa de morango, foi de 1,5. A polpa de morango é um produto cuja degradação de cor é reconhecidamente maior que a sopa de palmito. Sendo assim, os resultados obtidos estão coerentes com o da literatura, mostrando que a sopa apresentou pouca degradação de cor com alteração de temperatura na faixa de 25 °C a 35°C.

Tabela 39. Parâmetros cinéticos da degradação total de cor da sopa creme de palmito Pupunha

Parâmetro	Amostras	$k_{5^{\circ}\text{C}}$	$k_{25^{\circ}\text{C}}$	$k_{35^{\circ}\text{C}}$	E_a (cal/gmol)	Q_{10}
		(mês) ⁻¹	(mês) ⁻¹	(mês) ⁻¹		
ΔE	Embalagem Metálica	0,229	0,166	-0,302	5725,07	1,4
	Embalagem Flexível	-	0,160	0,435	17821,1	2,7

5.6.5 Análise sensorial

Na Tabela 40, são apresentados os resultados médios por período, quanto a aparência, cor, aroma, consistência do caldo (se gostou), consistência do caldo (classificação), sabor, modo global e qualidade das amostras avaliadas.

As maiores médias quanto à “aparência” foram obtidas pelas amostras acondicionadas em *pouch*. Durante o período de armazenamento, para todas as amostras analisadas, houve alteração significativa na “aparência” das amostras. A amostra L5°C apresentou, durante todo o tempo de estocagem, notas entre 6 e 7 correspondentes respectivamente, aos termos “gostei ligeiramente” e “gostei moderadamente”, que são índices satisfatórios de aceitação e não apresentou diferença estatística ao longo de 120 dias. A amostra L25°C apresentou o mesmo comportamento, sendo que aos 90 dias de armazenamento, as notas diferiram estatisticamente dos demais tempos de armazenamento. Em relação a L35°C houve diferença significativa entre o tempo 0 e 120 dias. A amostra *pouch* 25°C diferiu significativamente aos 90 e 120 dias da amostra avaliada aos 30 dias, enquanto que o *pouch* 35°C apenas aos 120 dias de armazenamento as amostra diferiram significativamente.

Para o atributo consistência do caldo, os provadores julgaram notas entre 6 e 7 “gostei ligeiramente” e “gostei moderadamente”, respectivamente, indicando índices satisfatórios de aceitação e não apresentou diferença estatística durante os 120 dias.

Quanto ao “sabor”, para todas as amostras foi verificada perda significativa de sabor ao longo dos 120 dias de armazenamento. Inicialmente as maiores notas obtidas forma para as sopas acondicionadas em *pouches*.

De “modo global” as sopas apresentaram notas entre 6 e 7, apenas a amostra lata 35°C obteve nota 5, aos 60 dias de armazenamento, correspondente ao termo “não gostei nem desgostei”. Durante todo o período de armazenamento para todas as amostras houve queda significativa para este atributo, principalmente para a sopa acondicionada em embalagem metálica e armazenada a 35°C.

A diferença de tempo de processamento térmico para as amostras acondicionadas em embalagem flexível, as quais estiveram expostas por menor

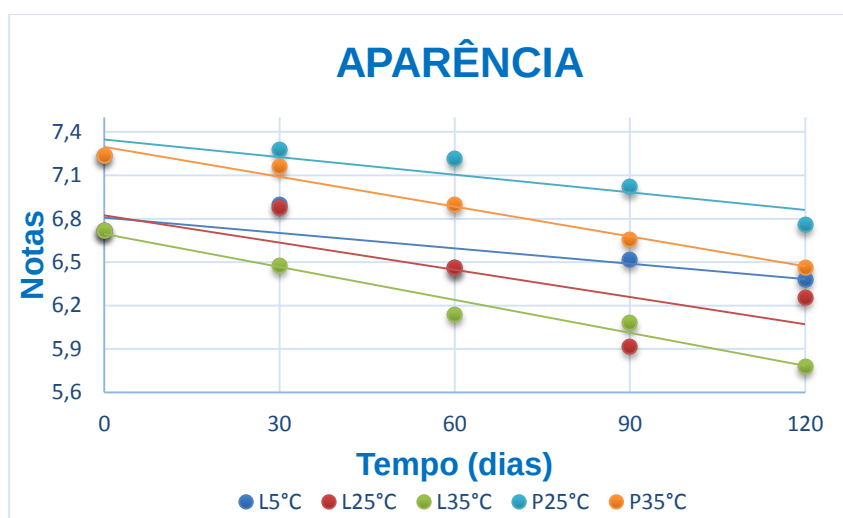
período de tempo a alta temperatura, resultou em notas superiores para todos os atributos estudados, em comparação às embalagens metálicas, já no tempo 0.

Tabela 40. Resultados da avaliação sensorial durante o período de armazenamento das amostras de sopa creme de palmito pupunha – atributos de aparência, cor, aroma, consistência, sabor, modo global e qualidade

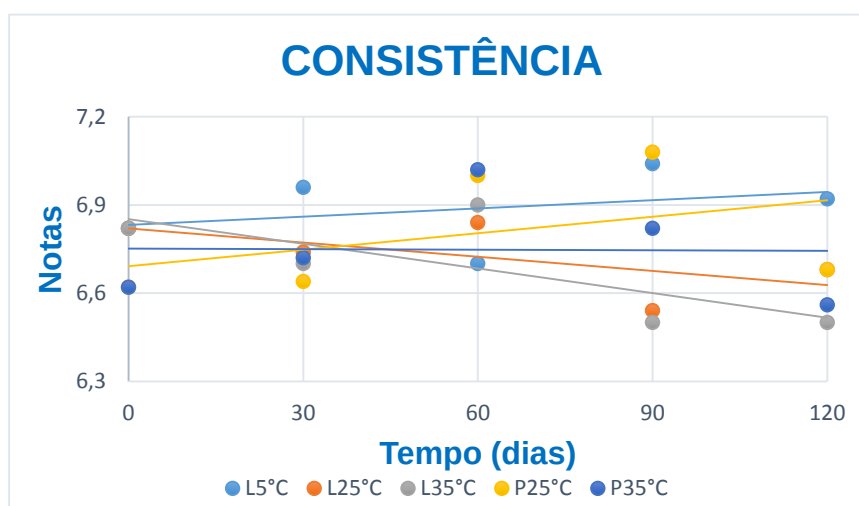
Atributos	Amostra	Tempo (dia)				
		0	30	60	90	120
Aparência	P 25°C	7,240 ^{aAB}	7,280 ^{aA}	7,220 ^{aAB}	7,020 ^{aB}	6,760 ^{aB}
	P 35°C	7,240 ^{aA}	7,160 ^{aA}	6,900 ^{abAB}	6,660 ^{abAB}	6,460 ^{aB}
	L 5°C	6,720 ^{bA}	6,900 ^{abA}	6,460 ^{bcA}	6,520 ^{bcA}	6,380 ^{aA}
	L 25°C	6,720 ^{bA}	6,880 ^{abA}	6,460 ^{bcAB}	5,920 ^{dB}	6,260 ^{abAB}
	L 35°C	6,720 ^{bA}	6,480 ^{bAB}	6,140 ^{cAB}	6,080 ^{cdAB}	5,780 ^{bB}
Consistência do caldo – o quanto gostou	P 25°C	7,100 ^{aA}	7,080 ^{aA}	7,000 ^{aA}	7,080 ^{aA}	6,680 ^{aA}
	P 35°C	7,100 ^{aAB}	7,180 ^{aA}	7,020 ^{aAB}	6,820 ^{abAB}	6,560 ^{aB}
	L 5°C	6,920 ^{aA}	6,960 ^{aA}	6,700 ^{aA}	7,040 ^{aA}	6,920 ^{aA}
	L 25°C	6,920 ^{aA}	6,740 ^{aA}	6,840 ^{aA}	6,540 ^{bA}	6,680 ^{aA}
	L 35°C	6,920 ^{aA}	6,700 ^{aA}	6,900 ^{aA}	6,500 ^{bA}	6,500 ^{aA}
Sabor	P 25°C	7,180 ^{aA}	7,100 ^{aAB}	6,960 ^{aAB}	6,840 ^{aAB}	6,540 ^{aB}
	P 35°C	7,180 ^{aA}	7,020 ^{aAB}	6,680 ^{aAB}	6,520 ^{abB}	6,420 ^{aB}
	L 5°C	6,940 ^{aA}	6,600 ^{abA}	5,200 ^{bB}	6,160 ^{bcA}	6,220 ^{aA}
	L 25°C	6,940 ^{aA}	6,900 ^{aA}	6,300 ^{aAB}	5,440 ^{dC}	6,080 ^{abBC}
	L 35°C	6,940 ^{aA}	6,000 ^{bBC}	6,420 ^{aAB}	5,780 ^{cdBC}	5,500 ^{bC}
Modo Global	25°C POUCH	7,300 ^{aA}	7,200 ^{aA}	7,080 ^{aAB}	6,940 ^{aAB}	6,580 ^{aB}
	35°C POUCH	7,300 ^{aA}	7,140 ^{aAB}	6,660 ^{abBC}	6,200 ^{bcBC}	6,440 ^{aC}
	C LATA 5°C	6,900 ^{aA}	6,820 ^{aA}	6,460 ^{bB}	6,580 ^{abAB}	6,380 ^{aA}
	25°C LATA	6,900 ^{aA}	6,640 ^{abA}	6,440 ^{bAB}	5,640 ^{cdC}	6,020 ^{abBC}
	35°C LATA	6,900 ^{aA}	6,140 ^{bAB}	5,440 ^{cABC}	5,580 ^{dC}	5,560 ^{bC}

Resultados expressos como média de 50 avaliações. Médias seguidas de mesma letra minúscula, dentro de cada coluna (comparação entre temperaturas de estocagem) não diferem entre si no nível de 5% de significância. Médias seguidas de mesma letra maiúscula, dentro de cada linha (comparação entre épocas de avaliação) não diferem entre si no nível de 5% de significância.

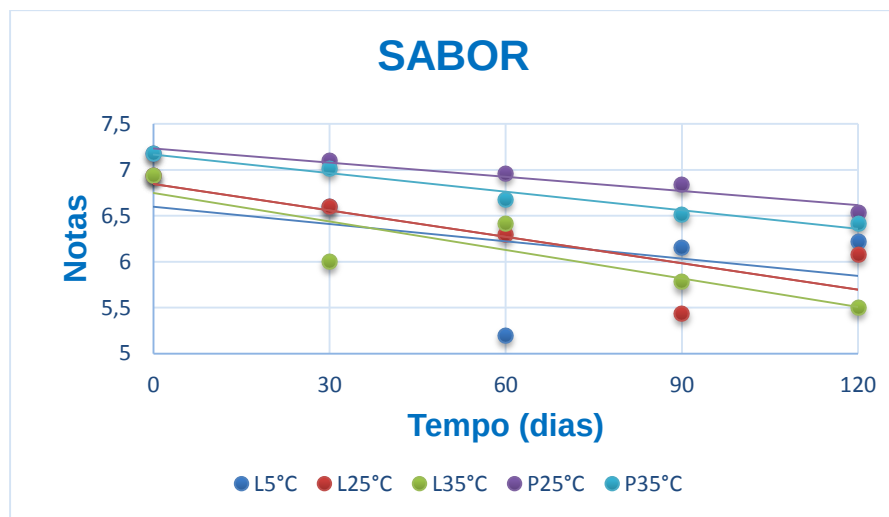
A Figura 39 apresenta os dados numéricos dos atributos de aparência, sabor e modo global mostrados na Tabela 40, na forma de gráfico, que possibilita melhor visualização da tendência dessas características ao longo do tempo. Observa-se que em todas as amostras esses atributos apresentaram tendência de decréscimo de notas durante a armazenagem, sendo que para as amostras P25°C e P35°C está tendência foi menor quando comparados com L25°C e L35°C. Uma regressão linear aos dados do atributo modo global foi realizada, cuja reta foi utilizada para estimar o tempo de vida de prateleira do produto, correspondente à nota 6,0 (gostei ligeiramente).



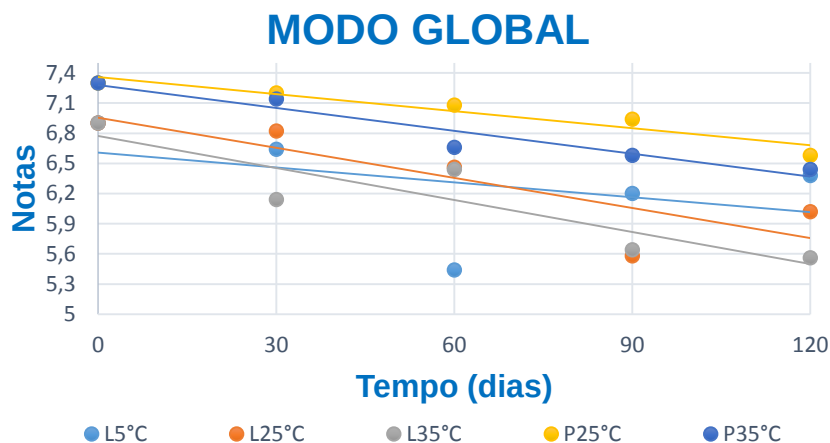
(a)



(b)



(c)



(d)

Figura 39. Gráfico dos resultados da avaliação sensorial durante o período de armazenamento das amostras de sopa creme de palmito pupunha – atributos de aparência (a), consistência (b), sabor (c) e modo global (d).

A partir da extrapolação das regressões lineares, considerando o atributo de modo global, os provadores estarão classificando as amostras com nota 6 (gostei ligeiramente) para L5°C no tempo de 123 dias, L25°C - 95 dias, L35°C – 72 dias, P25°C – 240 dias e P35°C 168 dias. Estes resultados demonstram que a embalagem flexível obteve um melhor desempenho na preservação das características sensoriais da sopa creme de palmito pupunha.

Com base nas velocidades de reação (k), ou seja, nas inclinações das retas obtidas para cada temperatura, foram determinados os valores de energia de ativação (E_a) e Q_{10} para o atributo modo global (Tabela 41).

Os valores de Q_{10} determinados para os parâmetros de cor (L e ΔE) foram em média 2. Os resultados de Q_{10} baseado nos resultados sensoriais para o atributo modo global foi de 1,4 para lata e 2,7 para *pouch*.

Baseado nos parâmetros de alteração das notas para o atributo modo global da sopa creme de palmito Pupunha, o aumento de 10°C na faixa de 25 °C a 35 °C, na temperatura de estocagem, afetou pouco as notas do atributo sensorial.

Segundo HOLDSWORTH (1990), o valor de Q_{10} para o parâmetro qualidade sensorial global, de brócolis foi de 1,7. Os resultados obtidos na Tabela 46 mostram que para ambas as embalagens o valor de Q_{10} foi de no máximo 1,3, mostrando que a sopa foi levemente mais estável que o produto analisado por este autor, em relação aos parâmetros sensoriais.

Tabela 41. Parâmetros cinéticos das notas para o atributo modo global da sopa creme de palmito Pupunha – análise sensorial

Atributo	Amostras	$k_{5^{\circ}\text{C}}$	$k_{25^{\circ}\text{C}}$	$k_{35^{\circ}\text{C}}$	E_a (cal/gmol)	Q_{10}
		(mês) ⁻¹	(mês) ⁻¹	(mês) ⁻¹		
Modo Global	Embalagem Metálica	-0,148	-0,030	-0,318	1033,74	1,06
	Embalagem Flexível	-	-0,170	-2,280	5207,78	1,34

6 CONCLUSÕES

A partir deste estudo pode-se concluir que:

- O resíduo agroindustrial do palmito pupunha é uma matéria-prima que pode ser aproveitada na fabricação da polpa de palmito para elaboração da sopa creme de palmito Pupunha;
- A metodologia estabelecida para a fabricação da polpa de palmito Pupunha comprovou ser totalmente viável de ser executada, no entanto, devido a variações da matéria prima, constatou-se uma diferença nas características físico-químicas das polpas. Essas diferenças são justificáveis em produtos que utilizam como principal ingrediente matérias-primas como frutas e hortaliças;
- Para as formulações contendo diferentes níveis do mesmo espessante, as formulações com melhor aceitação sensorial foram as que continham 60% de polpa e 0,5% de carboximetilcelulose (CMC); 40% de polpa de palmito e 3% de farinha de arroz (FA) e 50% de polpa de palmito e 0,5% de goma xantana (GX); indicando a diferença do poder de espessamento de cada espessante utilizado;
- Dentre os espessantes estudados, a sopa com CMC teve maior índice de rejeição e não foi identificado diferença significativa entre as amostras de GX e FA, em análises sensoriais. No entanto, a sopa com espessante FA obteve a maior nota, e menor rejeição, inferindo uma maior aceitação dos provadores;
- A formulação contendo o espessante FA é economicamente mais viável pois utiliza-se apenas 40% de polpa na formulação, quando comparada com as demais formulações escolhidas dos outros espessantes;
- Todos os ensaios de esterilização realizados na autoclave garantiram uma letalidade mínima nas amostras monitoradas de 5 minutos ($F_0 = 5$ min), calculada com parâmetros de resistência térmica do *C. botulinum* ($z=10^\circ\text{C}$, $T_{\text{ref}}=121,1^\circ\text{C}$), valor esse suficiente para garantia da esterilidade comercial do produto, que visa a eliminação de micro-organismos patogênicos e deteriorantes capazes de se desenvolver em temperatura ambiente;

- Apesar do termoprocessamento ser correlacionado com alterações significativas das características físico-químicas, de cor e aspectos sensoriais, as sopas esterilizadas receberam atributo de modo global superior a 5,0 e valores de rejeição baixos;
- Embora os tratamentos térmicos dos *pouches* e das latas tenham apresentado tempos diferentes de processo para atingir a letalidade mínima exigida, quando verificados os dados de Luminosidade (L^*), as amostras não apresentaram alteração significativa para este parâmetro;
- O tamanho da embalagem flexível bem como seu material/espessura contribuíram para redução do tempo total do tratamento térmico, que pode ter correlação com as melhores avaliações de seus atributos sensoriais;
- Baseado nos parâmetros de alteração das notas para o atributo modo global e parâmetros de cor da sopa creme de palmito Pupunha, o aumento da temperatura de estocagem de 25°C para 35°C, ou seja, um aumento de 10°C não afetou excessivamente a qualidade do produto.
- Os resultados aqui apresentados sugerem que o uso de resíduos agro industrial de palmito Pupunha pode contribuir na redução do desperdício de alimentos, como exemplo, utilizando-o para a fabricação de sopa creme de palmito.

7 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Faz-se necessário análises de composição centesimal da polpa e da sopa creme de palmito pupunha, bem como análises cromatográficas para a obtenção de resultados mais precisos e específicos.

Novos processos, como fabricação de farinha a partir da polpa obtida do resíduo para o enriquecimento nutricional de alimentos prontos para consumo como os biscoitos.

Uma padronização das características físico química das polpas de palmito obtidas de diferentes fornecedores, sem perdas nutritivas ou adição de água.

Otimizar o processamento térmico visando valores de letalidade menores, mas ainda que garantam a esterilidade comercial ($F_0 > 5\text{min}$). No caso de pouches, realizar o processamento em autoclaves com sobrepressão e meio de aquecimento de ar/vapor; cascata ou spray de água. Avaliar efeito de agitação continua ou intermitente durante processamento.

Realizar um estudo do processamento da sopa creme de palmito pupunha através de tratamento térmico UHT, plasma frio, APDC e CEP.

8 REFERÊNCIAS

ABEP. ASSOCIAÇÃO *BRASILEIRA* DE EMPRESAS DE PESQUISA. **Critério de Classificação Econômica Brasil 2015**. Disponível em: <http://www.abep.org/criterio-brasil>. Acesso em: 06 jan 2016.

ADAMS, M. R. and MOSS, M. O. **Food Microbiology Royal Society of Chemistry**, 2008.

AHMED, L.; PATRAS, A.; MARTIN-DIANA, A. B.; RICO, D. & CATHERINE BARRY-RYAN. The effect of delactosed whey permeate on phytochemical content of canned tomatoes. **Food Chemistry** 134 2249–2256, 2012.

ALMEIDA, A. S. **Validação do processo de esterilização de refeições prontas a comer enlatadas**. 2012. 90 f. Dissertação (Mestrado em Gestão da Qualidade e Segurança Alimentar) -Escola Superior de Turismo e Tecnologia do Mar, Instituto Politécnico de Leiria, Portugal, 2012

ALVES M. A. Aplicabilidade do polímero carboximetilcelulose [Trabalho de conclusão de curso]. São Paulo: **Faculdade de Tecnologia do Estado de São Paulo**; 2009.

ANEFALOS, L.C.; TUCCI, M.L.S.; MODOLO, V.A. Uma visão sobre a pupunheira no contexto do mercado de palmito. **Análises e Indicadores do Agronegócio**, V.2, n.7, jul. Instituto de Economia Agrícola, IEA, São Paulo, 2007. ISSN 1980-0711.

AOAC - Association of Official Analytical Chemists. **Official Methods of analysis of AOAC International**. 18th ed. Maryland: AOAC International, 2005.

ATALA, D. I. P.; COSTA, A. C.; MACIEL, R.; MAUGERI, F. **Kinetics of ethanol fermentation with high biomass concentration considering the effect of temperature**. Applied Biochemistry and Biotechnology, New York, v. 91-93, n. 1-9, p. 353-366, 2001.

BALLOU, R.H.; **Busines Logistics Management**, 4^a ed., p. 66-70; 135-164. Prentice Hall, New Jersey, 1999.

BARBOSA, L.N.; GARCIA, L.V.; TOLOTTI, K.D.; GOELLNER, T.; RUIZ, W.A.; SANTO, M.E. Elaboração de embutido tipo mortadela com farinha de arroz. **Vetor**, Rio Grande, 16(1/2): 11-20, 2006.

BASSINELLO, P. Z.; LUZ, T. C. L. A.; FERREIRA, C. M. **Farinha de arroz: alternativa alimentar e econômica**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 28 p. (Documentos / Embrapa Arroz e Feijão, ISSN 1678-9644; 315), 2017.

BEIRÃO-DA-COSTA, S.; MOURA-GUEDES M. C.; FERREIRA-PINTO M. M, EMPIS, J.; MOLDÃO-MARTINS, M. Alternative sanitizing methods to ensure safety and quality of fresh-cut kiwifruit. **Journal of Food Processing and Preservation**, v.38, p.1-10, 2014

BENTO, R.S.; SCAPIM, M.R.S.; AMBROSIO-UGR, I M.C.B. Desenvolvimento e caracterização de bebida achocolatada à base de extrato hidrossolúvel de quinoa e de arroz. **Revista Instituto Adolfo Lutz**. São Paulo, 71(2):317-23, 2012.

BERBARI, S. A. G., PRATI, P., JUNQUEIRA, V. C. A. Qualidade do palmito da palmeira real em conserva. *Ciência e Tecnologia de Alimentos (Impresso)*, v.28, p.135 - 141, 2008.

BERTO, M.I.; KAIHATU, C.B.; ALVES JUNIOR, L.E.V.; VITALI, A.A. Perfil de deformação de embalagens em função da variação da pressão efetiva. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 14, n. 4, p. 325-331, out./dez. 2011

BERTO, M.I.; CARA, B. E; OLIVEIRA, K.L. BERTELI, M.N. **Estudo da transferência de calor em sistemas alimentícios particulados**. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Química (XXI COBEQ). Trabalho nº 4570. Fortaleza, CE: Anais .Setembro/2016, 2016.

BLACK, D. G.; BARACH, J. T. **Canned Foods**: Principles of thermal process control acidification and container closure evaluation. 8th. Washington: Grocery Manufacture Association (GMA), 2015.190p.

BOBBIO, P. A.; BOBBIO, F. O. **Química de Processamento de Alimentos**, 3 Edição, ED. Varela, São Paulo, p. 135-141, 2001.

BORGES, C. D.; VENDRUSCOLO, C. T. Goma Xantana: características e condições operacionais de produção. V. 26, n. 2, p. 171 – 188. **Semina: Ciências biológicas e da saúde**. Londrina: PR, 2008.

BORZANI, W.E.; LIMA, U.A.; AQUARONE, E.; SCHMIDELL, W. **Biotecnologia Industrial**, Vol. 2. São Paulo: Edgar Blücher, 2001, p. 205-218.

BRASIL. Portaria nº 540, de 27 de Outubro de 1997. Aprova o regulamento técnico: aditivos alimentares: definições, classificação e emprego. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 28 out. 1997.

BRASIL. Portaria nº 540, de 27 de outubro de 1997. Aprova o regulamento técnico: aditivos alimentares: definições, classificação e emprego. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 28 out. 1997.

BROOKFIELD ENGINEERING LABORATORIES – BROOKFIELD. **Brookfield Dial Viscometer**: operating instructions. Middleboro: Brookfield, 2005. 35 p. (Manual, M/85-150-P700).

BUCKHOLZ JR., L. L. The role of Maillard technology in flavoring food products. **Cereal Foods World** , v.33, n.7, p.547-551, 1988.

CALEGUER, V. F.; BENASSI, M. T. Efeito da adição de polpa, carboximetilcelulose e goma arábica nas características sensoriais e aceitação de preparados em pó para refresco sabor laranja. **Ciências Tecnologia dos Alimentos**, Campinas, v. 27 p. 270-277, 2007.

CASOLARI, A. **Food Sterilization by heat**. <http://vency.com/sterilization.html>. Acesso em dez 2017.

CATAURO, P. M.; PERCHONOK, M. H. **Assessment of the Long-Term Stability of Retort Pouch Foods to Support Extended Duration Spaceflight**. Journal of Food Science, Vol. 71, Nr. 1, p. 29-39, 2012.

CLERICI, M.T.P.S.; EL-DASH, A.A. Características tecnológicas de farinhas de arroz pré-gelatinizadas obtidas por extrusão termoplástica. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 5, p. 1543-1550, set./out., 2008

DAMODARAN, S.; PARKIN, K. L.; FENNEMA, O. R. **Química de Alimentos de Fennema**. Trad. Brandelli et al. Ed 4 . Porto Alegre: Artmed, 2010. 900 p.

DOWNES, F. P., and K. ITO (ed.). **Compendium of methods for the microbiological examination of foods**, 4th ed. American Public Health Association, Washington, D. C, 2001.

FARIA, Eliete Vaz de; YOTSUYANAGI, Katumi. **Técnicas de análise sensorial**/ Eliete Vaz de Faria, Katumi Yotsuyanagi. 2. ed. Campinas, SP: ITAL/LAFISE, 2008. 125 p.

FDA **Guide to inspections of aseptic processing and packaging for the food industry**: [Http://www.Fda.Gov/iceci/inspections/inspectionguides/ucm074946.Htm](http://www.Fda.Gov/iceci/inspections/inspectionguides/ucm074946.Htm)., 2005.

FDA Paper submission instructions part iv (process filing for aseptic packaging systems (form FDA 2541c)). **Establishment registration & process filing for acidified and low-acid canned foods (LACF)**, 2001.

FDA **Aseptic processing and packaging report**: Ucm071562 (form 3511-3 de 07-2010), 2010.

FELLOWS, P. J. **Tecnologia do processamento de alimentos**: Princípios e prática. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2006. 602 p.

FERNÁNDEZ-VÁZQUEZ, R., STINCO, C.M., HERNANZ, D., HEREDIA, F.J., & VICARIO, I.M. Colour training and colour differences thresholds in orange juice. **Food Quality and Preference**, 30, 320–327, 2013.

FOOD INGREDIENTS BRASIL. Denver- única fabricante brasileira de CMC grau alimentício. **Revista Denver Especialidades químicas Ltda.**, n. 29, 2014 Disponível em: <http://www.revista-fi.com/materias/371.pdf>. Acesso: 31/02/2017

FORSYTHE, S. J. **Microbiologia da Segurança dos Alimentos**. 2ed. Porto Alegre: Artmed, 2013

FRAVET, F.F.M.F. **Modelagem e Simulação de Esterilização Térmica em Batelada de Vegetais em Conserva**. Tese de mestrado, Universidade Federal de Uberlândia, Engenharia Química, 2006.

FROEHLICH, A. Água de coco: aspectos nutricionais, microbiológicos e de conservação. **Revista Saúde e Pesquisa**, v. 8, n. 1, p. 175-181, jan./abr. 2015 - ISSN 1983-1870 - e-ISSN 2176-9206

GHANI, A. G. A.; FARID, M. M.; CHEN, X. D.; RICHARDS, P. **Numerical simulation of natural convection heating of canned food by computational fluid dynamics**. Journal of Food Engineering, Oxford, V.41, n. 1, p. 55-64, 1999.

GIL M., M. **Kinetics of non-linear microbial inactivation: Modelling, data analysis and experimental design**. Ph.D.thesis, Escola Superior de Biotecnologia, Universidade católica Portuguesa, Porto, Portugal, 2009.

GIORDANO, J.C.; SANTANA C.B. Boas práticas de fabricação para empresas processadoras de alimentos. 4 ed. Campinas: **Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, 1995.

GIOVA, D.; TERZI A. APPCC na qualidade e segurança microbiológica de alimentos: análises de perigos e pontos críticos de controle para garantir a qualidade e a segurança microbiológica dos alimentos. São Paulo: **Varela**, 1997.

GLIEMMO, M. F.; LATORRE M. E.; GERSCHENSON, L. N.; CAMPOS, C. A. **Color stability of pumpkin (*Cucurbita moschata*, duchesne ex poiret) puree during storage at room temperature: effect of pH, potassium sorbate, ascorbic acid and packaging material.** LWT - Food Science and Technology 42: 196–201, 2009.

GMA. Canned Foods: **Principles of Thermal Process Control Acidification and Container Closure Evaluation.** 8.ed. Washington: GMA Science and Education Foundation, 2015. 216p

HEISLER, G.E.R.; ANTÔNIO, G.A.; MOURA, R.S.; MENDONÇA, C.R.B.; GRANADA, G.G. Viabilidade da substituição da farinha de trigo pela farinha de arroz na merenda escolar. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, ISSN 0103-4235, v.19, n.3, p. 299-306, jul./set. 2008.

HOLDSWORTH, S.D.; Kinetic Data – What is available and what is necessary. P. 1.74-1.90. In: ZEUTHEN, P.; CHEFTEL, J.C.; ERICKSSON, C.; GORMLEY, T.R.; LINKO, P.; PAULUS, K. **Processing and quality of foods. V. 1. High Temperatures/Short Time (HTST) processing: Guarantee for high quality food with long shelflife.** Elsevier Science Publishers Ltd, New York, NY, 1990.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção Agrícola Municipal**, 2016. Disponível em <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/pam/2016/>. Acesso em 30 de Julho de 2018.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ (IAL). Métodos físico-químicos para análises de alimentos. São Paulo: **Instituto Adolfo Lutz**; 4ª ed.1ª Edição Digital, cap.4 p 104, 2008.

ISO. **International Organization for Standardization.** Sensory analysis: methodology – triangular test. Switzerland, ISSO 4120-1983. 8p.

ITAL. Instituto de Tecnologia de Alimentos. **Alimentos enlatados: princípios de controle do processamento térmico, acidificação e avaliação do fechamento de recipientes.** 4ª ed. Traduzida. 239p., Campinas,1990.

KARA, S.;ERÇELEBI, E.A. Thermal degradation kinetics of anthocyanins and visual colour of Urmu mulberry (*Morus nigra* L.). **Journal of Food Engineering**, v. 116, p. 541 – 547, 2013.

KEBEDE, B. T., GRAUWET, T., MUTSOKOTI, L., PALMERS, S., VERVOORT, L., HENDRICKX, M., & VAN LOEY, A. Comparing the impact of high pressure high temperature and thermal sterilization on the volatile fingerprint of onion, potato, pumpkin and red beet. **Food Research International**, 56, 218-225, 2014a.

KEBEDE, B. T., GRAUWET, T., PALMERS, S., VERVOORT, L., CARLE, R., HENDRICKX, M., & VAN LOEY, A.. Effect of high pressure high temperature processing on the volatile fraction of differently coloured carrots. **Food Chemistry**, 153, 340-352, 2014b.

KEBEDE, B. T., GRAUWET, T., TABILO-MUNIZAGA, G., PALMERS, S., VERVOORT, L., HENDRICKX, M., & VAN LOEY, A.. Headspace components that discriminate between thermal and high pressure high temperature treated green vegetables: Identification and linkage to possible process-induced chemical changes. **Food Chemistry**, 141, 1603-1613, 2013.

KHATOUNIAN, V. N. **Processamento e o desenvolvimento de Clostridium botulinum**. Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia de Alimentos. Campinas, 2012.

LABUZA, T. P. **Shelf-life dating of foods**. Westport: Dep. of Food Sci. and Nutrition Press, Univ. of Minnesota, St. Paul, Minnesota, 1982.

LATORRES, M. J.; PAIVA, A. R.; GONZALES, B. A.; MELLADO, M.S. **Isolado proteico de Farinha de arroz: caracterização e propriedades funcionais**. Vetor, Rio Grande, v. 24, n. 1, p. 53-65, 2014.

LIMA, U. A.; AQUARONI, E.; BORZANI, W.; SCMIDELL, W. **Biotecnologia industrial: processos fermentativos e enzimáticos**. São Paulo: Editora Edgard Blucher Ltda, v 3, p. 125-154, 2001.

LOPEZ, A. – A complete Course in Canning. Chapter 14, 11^a Ed., **Canning Trade**

MACHADO, A. P. **Propriedades viscoelásticas de massa de farinha de arroz e do concentrado proteico de orizenina**. Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, 2012.

MASKAN, M. **Kinetics of Colour Change of Kiwifruits during Hot Air and Microwave Drying**. Journal of Food Engineering, 48, 169-175, 2001.

MEILGAARD, M.; CARR, B. T.; CIVILLE, G. V. **Sensory evaluation techniques**, 4rd edition. Boca Raton, FL: CRC Press, 2007. 448 p.

MELO, K.C; DANTAS, T.N.C.; BARROS NETO, E.L. Influência da temperatura na reologia de fluidos de perfuração preparados com cmc, gx e bentonita. **HOLOS**, Ano 29, Vol. 5, 2013.

MODOLO, V.A. Palmeiras cultivadas para processamento de palmito: características agrônomicas e comerciais. In: **Curso de processamento de palmito em conserva**. Campinas: ITAL, 2015.

MONTEIRO, M. A. M.; STRINGHETA, P.C.; COELHO, D.T. & MONTEIRO, J. B. R. Estudo sensorial de sopa creme formulada à base de palmito. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, 21(1):5-9, jan.- abr, 2001.

MOURA, S. C. S. R., GERMER, S. P. M. **Reações de transformação de vida-de-prateleira de alimentos processados**. Manual Técnico, Vol. 6, 4rd ed., 96 p., Campinas, SP: ITAL, 2010.

MOURA, S.C.S.R.; VITALI, A.A.; ALMEIDA, M.E.M.; BERBARI, S.A.G.; SIGRIST, J.M.M. Cinética de degradação de polpas de morango. **Braz. J. Food Technol.**, v.4, p.115-121, 2001.

NASCIMENTO, R. A. de M. et al. Degradação térmica de fluidos de perfuração argilosos aditivados com polímeros e lubrificante. **Matéria**, v. 18, n. 2, p. 1329–1339, 2013.

NEWELL, A.J & MACFARLANE, J.D. Expanded tables for multiple comparison procedures in the of ranked data. **Journal of Food Science**, Chicago. V. 52, n.6, p. 1721-1725, 1987

NICOLI, M.C. The shelf life assessment process. **Shelf life assessment of food** (pp. 17–36). CRC Press, 2012.

NOGUEIRA, J. N. **Palmito: produção, pré-processamento e transformação agroindustrial**. Extensão agroindustrial, São Paulo, 1982.

OLIVEIRA, A. do N., RAMOS, A. M.; MINIM, V. P. R. & CHAVES, J. B. P..Sensory stability of whole mango juice: influence of temperature and storage time. Estabilidade sensorial de suco integral de manga: influência da temperatura e do tempo de armazenamento. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, 32(4): 819-825, out.-dez., 2012.

ORDÓÑEZ, Juan A. **Tecnologia de Alimentos**. 1^a ed. Artmed, Madrid, Espanha, 2005.

PATRAS, A.; BRUTON, N. P.; O'DONNELL, C.; TIWARI, B.K. Effect of thermal processing on anthocyanin stability in foods; mechanisms and kinetics of degradation. Trends in **Food Science & Technology**, v. 21, n. 1, p. 3-11, jan. 2010

PATRICIA M. CATAURO; MICHELE H. PERCHONOK. Assessment of the Long-Term Stability of Retort Pouch Foods to Support Extended Duration Spaceflight. **Journal of Food Science** Vol. 71, Nr. 1, 2012

PINHO, CLAUDIA REGINA GONÇALVES. **Modelamento matemático do processo de esterilização**. Dissertação de mestrado, Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia de Alimentos, Campinas - SP, 2003.

PROSKY, L.; ASP, N.G.; SCHWEIZER, T.F.; DEVRIES, J. W.; FURDA, I. Determination of insoluble and soluble dietary fibers in foods and food products. **Journal of the Association of Official Analytical Chemists**, v.75, n.2, p.360-367, 1992.

SAKATA, A. Y. **Conservação de palmito pupunha**. Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia de Alimentos. Campinas, 2008.

SALFINGER, Y.; TORTORELLO, M. L. **Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods**. American Public Health Association, 2015.

SALFINGER, Y.; TORTORELLO, M. L. Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods. American Public Health Association; 5th edition. Washington, DC, 2015.

SANTOS, N.E.; FERNANDES, V.L.; GALDINO, L.: Estudo da Instalação de transmissores de pressão no esterilizador de um sistema UHT (Temperatura Ultra Rápida). **Augusto Guzzo Revista Acadêmica**, 2015, N°16, 226-240.

SARANTÓPOULOS, C. I. G. L.; OLIVEIRA, L.M.; PADULA, M.; COLTRO, L.; ALVES, R. M. V.; GARCIA, E. E. C. **Embalagens plásticas flexíveis - principais polímeros e avaliação de propriedades**. Campinas: CETEA/ITAL, 267 p., 2002.

SARON, E. S.; DANTAS, S. T.; MENEZES, H. C. D.; SOARES, B. M. C.; NUNES, M. F. Estabilidade sensorial de suco de maracujá pronto para beber acondicionado em latas de aço. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 27, n. 4, p. 772-778, 2007.

SEVENICH, R.; BARK, F.; CREWS, C.; ANDERSON, W.; PYE, C.; RIDDELLOVA, K.; HRADECKY, J.; MORAVCOVA, E.; REINEKE, K. & KNORR, D.. Effect of high pressure thermal sterilization on the formation of food processing contaminants. **Innovative Food Science and Emerging Technologies** 20 (2013) 42–50

SHAO-QIAN, C.; LIANG, L.; SI-VI, P. Thermal degradation kinetics of anthocyanins and visual color of blood orange juice. **Agricultural Sciences** in China, v. 10, n. 12, p. 1992–1997, 2011

SILVA, R. R. et al. Efeito da utilização de gomas na viscosidade e nas características sensoriais de shake à base de farinha de banana verde. **Braz. J. Food Technol.**, Campinas, v. 21, e2016052, 2018

SLONGO, ADRIANA PAULA. **Avaliação Físico-química, sensorial e modelagem matemática do crescimento microbiano de presunto fatiado submetido à alta pressão**. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Santa Catarina - Engenharia de Alimentos, 2008.

SOARES JUNIOR, M.S.; BASSINELO, P.Z.; CALLIARI, M.; VELASCO, P.; REIS, R.C.; CARVALHO, W.T. Bebidas saborizadas obtidas de extratos de quirera de arroz, de arroz integral e de soja. **Ciência e Agrotecnologia**, 34(2):407-13, 2010.

SOUSA, L.C.F.S.; SOUSA, J.S.; BORGES, M.G.B.; MACHADO, A.V.M.; SILVA, M.J.S.; FERREIRA, R.T.F.V.; SALGADO, A.B. Tecnologia de embalagens e conservação de alimentos quanto aos aspectos físico, químico e microbiológico. **ACSA – Agropecuária Científica no Semi Árido**, v.8, n.1, p.19-27, jan-mar, 2012.

STUMBO, C. R. **Thermobacteriology in Food Processing**. 2nd Edition. New York: Academic Press, Inc. 1973.

SUCUPIRA, N.R., XEREZA, A. C. P.; de SOUSA, P. H. M.. Perdas Vitamínicas Durante o Tratamento Térmico de Alimentos Losses of Vitamins in Heat Treatment of Foods. **UNOPAR, Cient Ciênc Biol Saúde**; 14(2):121-8, 2012.

SUN, D. **Thermal Food Processing: New Technologies and Quality Issues** **CRC Press**, 2005 664p.

TEIXEIRA, L. J. Q. **Aplicação de campos elétricos pulsados de alta intensidade no processamento de suco de cenoura**. 2008. 168 f. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Departamento de Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2008.

TRIBST, A. A. L.; FARIA, J.de A. F. Inovações sobre sistemas de embalagens para alimentos processados termicamente. **B.CEPPA**, Curitiba, v. 28, n. 2, p. 255-270, jul./dez. 2010

TRIBST, A. A. L.; SOARES, B. M. C.; AUGUSTO, P. E. D. Papel da embalagem na integridade dos alimentos. **Nutrição Profissional**, v. 21, set./out. 2008.

USA, UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. Aquaculture Data. **Economic Research Service**. (USDA) 2012. Disponível em <http://www.ers.usda.gov/data/aquaculture/> Acesso em: 20 dez. 2017.

USDA, **Principles of thermal processing**. <http://www.usda.gov/wps/portal/usda/usdahome>, 2005.

VAN BOEKEL, M., FOGLIANO, V., PELLEGRINI, N., STANTON, C., SCHOLZ, G., LALLJIE, S., SOMOZA, V., KNORR, D., JASTI, P. R., & EISENBRAND, G. A review on the beneficial aspects of food processing. **Molecular Nutrition & Food Research**, 54(9), 1215-1247, 2010.

VARELA, P.; ARES, G. **Novel Techniques in Sensory Characterization and Consumer Profiling**. Boca Raton: CRC Press, 2014, 382 p.

VERBEYST, L.; OEY, I.; PLANCKEN, I. V.; HENDRICKX; LOEY, A. V. Kinetic study on the thermal and pressure degradation of anthocyanins in strawberries. **Food Chemistry**, v. 123, p. 269–274, 2010.

VITALI, A. A. **Comportamento reológico do purê de goiaba (Psidium guajava L.) em função da concentração e temperatura**. 151 p. Dissertação de Mestrado, Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1981.

WIBOWO, S., et al., Quality changes of pasteurised mango juice during storage. Part II: Kinetic modelling of the shelf-life markers, **Food Research International**, 2015.

ZANONI, B.; PAGLIARINI, E.; GIOVANELLI, G.; LAVELLI, V. Modelling the effects of thermal sterilization on the quality of tomato puree. **Journal of Food Engineering**, Volume 56, Issues 2-3, February 2003, p. 203 - 206.

9 ANEXOS

AVALIAÇÃO DE SOPA DE PALMITO

Nome: _____ Amostra: 153

Muito obrigado por participar de nosso teste. Sua colaboração é muito importante para nós!

Você receberá três amostras de SOPA DE PALMITO, uma de cada vez. Por favor, avalie os produtos e responda as questões abaixo. Use a água para limpar a boca.

1. Indique o quanto você gostou de MODO GLOBAL desta amostra:

Gostei muitíssimo	Gostei muito	Gostei	Gostei pouco	Não gostei nem desgostei	Desgostei pouco	Desgostei	Desgostei muito	Desgostei muitíssimo
()	()	()	()	()	()	()	()	()

2. Indique o quanto você gostou da APARÊNCIA desta amostra:

Gostei muitíssimo	Gostei muito	Gostei	Gostei pouco	Não gostei nem desgostei	Desgostei pouco	Desgostei	Desgostei muito	Desgostei muitíssimo
()	()	()	()	()	()	()	()	()

3. Como você classifica esta sopa quanto à COR:

MUITO MAIS ESCURA do que eu gosto	UM POUCO MAIS ESCURA do que eu gosto	Do jeito que eu gosto	UM POUCO MAIS CLARA do que eu gosto	MUITO MAIS CLARA do que eu gosto
()	()	()	()	()

4. Indique o quanto você gostou do AROMA desta amostra:

Gostei muitíssimo	Gostei muito	Gostei	Gostei pouco	Não gostei nem desgostei	Desgostei pouco	Desgostei	Desgostei muito	Desgostei muitíssimo
()	()	()	()	()	()	()	()	()

5. Como você classifica o AROMA DE PALMITO desta amostra:

MUITO MAIS FORTE do que eu gosto	UM POUCO MAIS FORTE do que eu gosto	Do jeito que eu gosto	UM POUCO MAIS FRACO do que eu gosto	MUITO MAIS FRACO do que eu gosto
()	()	()	()	()

6. Como você classifica o AROMA DE TEMPERO desta amostra:

MUITO MAIS FORTE do que eu gosto	UM POUCO MAIS FORTE do que eu gosto	Do jeito que eu gosto	UM POUCO MAIS FRACO do que eu gosto	MUITO MAIS FRACO do que eu gosto
()	()	()	()	()

7. Indique o quanto você gostou da CONSISTÊNCIA DO CALDO NA COLHER:

Gostei muitíssimo	Gostei muito	Gostei	Gostei pouco	Não gostei nem desgostei	Desgostei pouco	Desgostei	Desgostei muito	Desgostei muitíssimo
()	()	()	()	()	()	()	()	()

8. Indique o quanto você gostou da CONSISTÊNCIA DO CALDO NA BOCA:

Gostei muitíssimo	Gostei muito	Gostei	Gostei pouco	Não gostei nem desgostei	Desgostei pouco	Desgostei	Desgostei muito	Desgostei muitíssimo
()	()	()	()	()	()	()	()	()

9. Como você classifica a CONSISTÊNCIA DO CALDO:

MUITO MAIS CONSISTENTE do que eu gosto	UM POUCO MAIS CONSISTENTE do que eu gosto	Do jeito que eu gosto	UM POUCO MENOS CONSISTENTE do que eu gosto	MUITO MENOS CONSISTENTE do que eu gosto
()	()	()	()	()

10. Como você classifica a TAMANHO DOS PEDAÇOS DE PALMITO:

MUITO MAIOR do que eu gosto	UM POUCO MAIOR do que eu gosto	Do jeito que eu gosto	UM POUCO MENOR do que eu gosto	MUITO MENOR do que eu gosto
()	()	()	()	()

11. Como você classifica a FIRMEZA DOS PEDAÇOS DE PALMITO:

MUITO MAIS FIRME do que eu gosto ()	UM POUCO MAIS FIRME do que eu gosto ()	Do jeito que eu gosto ()	UM POUCO MENOS FIRME do que eu gosto ()	MUITO MENOS FIRME do que eu gosto ()
---	--	---------------------------------	---	--

12. Indique o quanto você gostou do SABOR desta amostra:

Gostei muitíssimo ()	Gostei muito ()	Gostei ()	Gostei pouco ()	Não gostei nem desgostei ()	Desgostei pouco ()	Desgostei ()	Desgostei muito ()	Desgostei muitíssimo ()
-----------------------------	------------------------	---------------	------------------------	---------------------------------------	---------------------------	------------------	---------------------------	--------------------------------

13. Como você classifica esta amostra quanto ao SABOR DE PALMITO:

MUITO MAIS FORTE do que eu gosto ()	MAIS FORTE do que eu gosto ()	Do jeito que eu gosto ()	MAIS FRACO do que eu gosto ()	MUITO MAIS FRACO do que eu gosto ()
---	--------------------------------------	---------------------------------	--------------------------------------	---

14. Como você classifica o TEOR DE SAL desta amostra:

MUITO MAIS SALGADO do que eu gosto ()	UM POUCO MAIS SALGADO do que eu gosto ()	Do jeito que eu gosto ()	UM POUCO MENOS SALGADO do que eu gosto ()	MUITO MENOS SALGADO do que eu gosto ()
---	--	---------------------------------	---	--

15. Como você classifica a QUANTIDADE DE TEMPERO desta amostra:

MUITO MAIS TEMPERADO do que eu gosto ()	UM POUCO MAIS TEMPERADO do que eu gosto ()	Do jeito que eu gosto ()	UM POUCO MENOS TEMPERADO do que eu gosto ()	MUITO MENOS TEMPERADO do que eu gosto ()
---	--	---------------------------------	---	--

16. Por favor, marque abaixo as características que descrevem esse produto:

() Caldo muito consistente	() Aroma estranho
() Caldo pouco consistente	() Aroma de queimado
() Caldo com a consistência	() Sabor característico de palmito
() Cor escura	() Sabor forte de palmito
() Cor clara	() Sabor fraco de palmito
() Cor característica de sopa de palmito	() Amargo
() Pedacos grandes de palmito	() Sem amargor
() Pedacos pequenos de palmito	() Muito salgado
() Pedacos de palmito com tamanho ideal	() Pouco salgado
() Pedacos de palmito macios	() Salgado na medida certa
() Pedacos de palmito duros	() Muito temperado
() Pedacos de palmito com a firmeza ideal	() Pouco temperado
() Aroma característico de palmito	() Temperado na medida certa
() Aroma forte de palmito	() Sabor estranho
() Aroma fraco de palmito	() Sabor de queimado

17. Pensando nas sopas que você consome, qual seria sua atitude em relação ao consumo desta amostra:

() Eu consumiria a todo e qualquer momento
() Eu consumiria muito frequentemente
() Eu consumiria frequentemente
() Eu consumiria com baixa frequência
() Eu consumiria quando disponível mas não sairia da rotina
() Eu consumiria somente de vez em quando
() Eu consumiria raramente
() Eu consumiria se não tivesse outra escolha
() Eu não consumiria

18. Coloque na ordem de preferência as amostras avaliadas (do que você mais gostou para o que menos gostou):

153: _____ 985: _____ 426: _____

Anexo 1. Modelo de ficha empregado

ESPECIFICAÇÃO

Produto: RETORT SUP 250ml

Descrição: Embalagem esterilizável em processo de autoclave com excelentes barreiras ao oxigênio, ao vapor de água, à luz e aos aromas para acondicionamento de produtos muito sensíveis, a serem estocados e comercializados em temperatura ambiente.

Propriedades	Unidade	Especificado
Espessura	μm	108 ± 9
Gramatura	g/m ²	129 ±10
Força de Laminação	g/pol	> 400
COF externo		<0,40
COF interno		<0,40
Solvente residual	mg/m ²	ETA <0,5 ALC <0,5
Permeabilidade Oxigênio	cm ³ /(m ² .dia)	<0,1
TPVA	g/(m ² .dia)	<0,1
Largura	mm	120±1
Comprimento	mm	180±1
Sanfona	mm	34

Anexo 2. Especificação da embalagem flexível