

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS
CURSO DE MESTRADO EM TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

ADRIÇA KARLA COSTA ROSA

**AVALIAÇÃO DA SEGURANÇA ALIMENTAR NA PRODUÇÃO DE
QUITOSANA COM FIBRAS DE MAMÃO E ABACAXI**

FORTALEZA

2006

ADRIÇA KARLA COSTA ROSA

**AVALIAÇÃO DA SEGURANÇA ALIMENTAR NA PRODUÇÃO DE
QUITOSANA COM FIBRAS DE MAMÃO E ABACAXI**

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos, do Centro de Ciências Agrárias, da Universidade Federal do Ceará, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Tecnologia de Alimentos.

ORIENTADOR: Prof^a Dra. EVÂNIA ALTINA TEIXEIRA DE FIGUEIREDO

FORTELEZA

2006

R694a Rosa, Adriça Karla Costa

Avaliação da segurança alimentar na produção de quitosana com fibras de mamão e abacaxi / Adriça Karla Costa Rosa
70 f. il., color. enc.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2006.

Orientador: Dra. Evânia Altina Teixeira de Figueiredo.

1. Alimento novo 2. Fibras 3. Cápsulas 4. Higienização I.
Figueiredo, Evânia Altina Teixeira de II. Universidade Federal do Ceará –
Mestrado em Tecnologia de Alimentos III. Título

CDD 664

ADRIÇA KARLA COSTA ROSA

**AVALIAÇÃO DA SEGURANÇA ALIMENTAR NA PRODUÇÃO DE
QUITOSANA COM FIBRAS DE MAMÃO E ABACAXI**

Esta dissertação foi submetida a exame como parte dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Tecnologia de Alimentos, outorgada pela Universidade Federal do Ceará.

A citação de qualquer trecho desta dissertação é permitida, desde que seja feita de conformidade com as normas de ética científica.

DISSERTAÇÃO APROVADA EM: 31 / 08 / 06

BANCA EXAMINADORA

Prof^a. Evânia Altina Teixeira de Figueiredo, Dra.

ORIENTADORA

Prof. Jorge Fernando Fuentes Zapata, PhD

Universidade Federal do Ceará

Prof. Raimundo Willane de Figueiredo, Dr.

Universidade Federal do Ceará

Aos meus pais, Cíbila e Aníbal.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal do Ceará, instituição pública, que proporcionou toda minha formação acadêmica, tanto a nível de graduação e, agora, na pós – graduação.

À indústria beneficiadora de quitosana, por, gentilmente, ceder todas as amostras necessárias para a realização deste trabalho, assim como espaço físico, materiais, reagentes e aparelhos para o desenvolvimento das análises. A todos os funcionários dessa empresa (Josué, Andréia, Lena, Patrícia, Helen, Dona Francisca, Dona Regina, Dona Sandra, Roberto, Ernaldo e Giovani), pela amizade e grande apoio no desenvolvimento desse trabalho.

À CAPES (Comissão de Aperfeiçoamento de Pessoal do Ensino Superior), pela bolsa de estudos concedida durante o curso.

Ao laboratório de Microbiologia de Alimentos DTA/CCA/UFC, pelo apoio material para a realização deste trabalho.

À professora Evânia Altina Teixeira de Figueiredo, pela orientação, apoio, incentivo e, sobretudo, pela confiança incondicional ao meu trabalho; grande amiga, a quem sei que sempre posso recorrer; muito obrigada por aceitar a minha idéia de trabalho, mesmo parecendo, inicialmente, um assunto estranho.

À grande Engenheira de Alimentos e amiga, Leila Augusta, pela dedicação e imensurável contribuição para a realização deste trabalho. Além de todo seu otimismo, fé e bom humor, que sempre me fizeram acreditar que daria tudo certo.

À grande química e amiga Marfisa Pimentel, por sempre acreditar no meu potencial e me incentivar a ingressar no mestrado.

Ao quase Doutor Paulo Henrique, por toda ajuda e disponibilidade na reta final da minha dissertação.

A Joélia Marques, do Laboratório de Frutos, do Departamento de Tecnologia de Alimentos, da Universidade Federal do Ceará, pela contribuição no uso de equipamentos essenciais para a concretização deste trabalho.

À grande amiga Larissa, pela oportunidade de estarmos sempre juntas nessa caminhada; obrigada pela companhia nos momentos de estudo, apoio, amizade e exemplo de determinação.

Às amigas Cristiane e Neima, pelas sugestões, atenção, preocupação, carinho e compreensão nos muitos momentos de alegria e, como amigas do peito que são, também nos momentos de desânimo e dúvida.

Ao meu esposo Adriano, que é meu porto seguro, pela confiança na minha capacidade intelectual e profissional, pelo estímulo ao meu crescimento e incentivo a seguir adiante. Obrigada por seu amor, carinho e compreensão, que nos momentos difíceis sempre foram essenciais para que eu seguisse firme nos meus objetivos.

Ao meu pai, Aníbal, à minha mãe, Cíbila, e ao meu irmão Áteras, minhas inesgotáveis fontes de incentivo e motivação. Obrigada pelo apoio de vocês nos vários momentos difíceis ao longo desse mestrado. Sem esse valioso incentivo, eu não teria alcançado muitos dos meus sonhos.

A Deus, por ter colocado nesse momento da minha vida tantas pessoas dispostas a me ajudar e, essencialmente, por ter me dado forças para prosseguir, mesmo com tantos momentos difíceis. Obrigada, por estar sempre ao meu lado me fazendo acreditar que eu seria capaz de vencer mais esse desafio!

RESUMO

A quitosana é um polímero de alta massa molar, sendo obtida a partir da desacetilação parcial da quitina proveniente do exoesqueleto de alguns crustáceos. Possui características como absorção de gorduras, não-toxicidade, capacidade de formar filmes resistentes, biodegradabilidade, atividades antimicrobiana e cicatrizante; que permitem que essa substância seja utilizada em diversas áreas. Esse composto vem sendo bastante estudado por apresentar várias aplicações, sendo assim um composto de grande interesse industrial. Em razão disso, algumas indústrias estão investindo no beneficiamento da quitosana, podendo esta ser industrializada de várias formas. Não há, porém, registros na literatura sobre a avaliação microbiológica de quitosana em cápsulas, não existindo assim dados sobre a segurança alimentar do produto. Assim sendo, esse trabalho visou avaliar a segurança alimentar na produção desse alimento, através de análises físico-químicas (umidade, cinzas, pH e atividade de água) e microbiológicas (contagens de bactérias mesófilas, mofos e leveduras e contagens de coliformes totais) na matéria prima quitosana, nas fibras de mamão e abacaxi, no produto antes de encapsular (quitosana com fibras de mamão e abacaxi) e produto encapsulado (quitosana com fibras de mamão e abacaxi encapsulada em cápsulas gelatinosas e acondicionadas em embalagens plásticas contendo 120 cápsulas). A avaliação microbiológica incluiu também as cápsulas e embalagens plásticas, os equipamentos (disco da encapsuladeira, funil da encapsuladeira, bandeja da encapsuladeira e misturador) e as luvas de manipuladores no início e no fim da produção. Ao longo dos oito lotes amostrados, a matéria prima quitosana apresentou como média de umidade, atividade de água, pH e cinzas os valores de 4,55%, 0,41, 8,83 e 1,10%, respectivamente. Os respectivos valores para as fibras de mamão e abacaxi foram: 4,33%, 0,26, 5,11, 4,07% e 4,15%, 0,26, 4,24, 2,90%. As médias obtidas referentes à umidade, atividade de água, pH e cinzas do produto antes de encapsular e produto encapsulado foram respectivamente: 3,20%, 0,36, 7,64, 1,65% e 3,98%, 0,36, 7,62, 1,40%. Em relação a todas as análises microbiológicas realizadas na matéria prima quitosana e nos insumos, o crescimento microbiano foi sempre < 10 UFC/g e < 10 UFC/embalagem, respectivamente. As médias obtidas na contagem de bactérias mesófilas e mofos e leveduras das fibras de mamão e abacaxi foram respectivamente: 2,51, 1,87 e 2,41, 2,29 UFC/g. Os respectivos valores para o produto antes de encapsular e produto encapsulado foram: 1,86, 1,35 e 1,92, 1,15 UFC/g. As médias

referentes à contagem de bactérias mesófilas no disco, funil e bandeja da encapsuladeira e no misturador foram: 1,65, 1,59, 1,54 e 1,72 UFC/cm². Os respectivos valores para mofos e leveduras foram: 1,59, 1,41, 1,49 e 1,11 UFC/cm². A contagem de bactérias mesófilas nas luvas de manipuladores no início e fim da produção apresentou os respectivos valores de média: 2,18 e 2,54 UFC/luva. Em todas as análises de coliformes totais o crescimento microbiano foi sempre inferior a 10 UFC/g, 10 UFC/embalagem, 10 UFC/cm², 10 UFC/luva. Diante dos resultados obtidos foi possível concluir de forma sucinta que a baixa acidez do pH e a baixa atividade de água foram fatores limitantes ao desenvolvimento microbiano na matéria-prima quitosana; que os insumos não representaram fonte de contaminação para o produto encapsulado; que as contaminações presentes nas matérias-primas, no produto antes de encapsular e no produto encapsulado foram decorrentes da microbiota presente nas próprias fibras, equipamentos e luvas do manipuladores, mas não coloca em risco a segurança do consumidor e que o produto analisado no presente trabalho pode ser considerado um alimento seguro.

Palavras-chaves: Alimento-novo, fibras, cápsulas, higienização.

ABSTRACT

Chitosan is a high molar mass polymer obtained from the partial deacetylation of chitin found in shellfish's exoskeleton. It possesses some interesting features, such as: sugar absorption, non-toxicity, ability to form resistant films, biodegradability, antimicrobial activity and cicatrization properties, which allow this substance to be used in different areas. Chitosan has been studied for presenting several uses, acquiring, therefore, important industry interest. In order to this importance, some industries have been investing in chitosan finishing, possibilitating different ways of using it. However, there are no registers in literature about microbiological assessment concerning chitosan capsules, what does not allow to check its food security. Thus, this study intended to assess the food security regarding this production process, through physical-chemical analysis (moisture, pH and water activity) and microbiological tests (mesophilic bacterium, mold, yeast and total coliformes count) in chitosan - raw material -, in papaya and pineapple fibres, in before encapsulating product (chitosan with papaya and pineapple fibres) and encapsulated product (chitosan with papaya and pineapple fibres capsulated in gelatin capsules in plastic package, containing 120 capsules). The microbiological assessment included also the capsules and plastic packages, the equipments (encapsulator disk, funnel, platter and mixer) and the handlers gloves at the beginning and at the end of the process. Through the eight lots signed, chitosan - raw material - presented, as medium moisture, water activity, pH and cinder, respectively, 4,55%, 0,41, 8,83 and 1,10%. The results to papaya fiber and pineapple fiber were, respectively, 4,33%, 0,26, 5,11, 4,07% and 4,15%, 0,26, 4,24, 2,90%. The average obtained regarding to moisture, water activity, pH and cinder concerning the before encapsulating product and encapsulated product were, respectively, 3,20%, 0,36, 7,64, 1,65% and 3,98%, 0,36, 7,62, 1,40%. Regarding to all the microbiological analysis realized in chitosan - raw material - and in the inputs, the bacterian growth was ever < 10 UFC/g e < 10 UFC/bottle. The average obtained in mesophilic bacterium, mold and papaya and pineapple fibres yeast counting was, respectively, 2,51, 1,87 and 2,41, 2,29 UFC/g. The respective results to the before encapsulating product and encapsulated product were 1,86, 1,35, and 1,92, 1,15 UFC/g. The averages related to mesophilic bacterium counting in the encapsulator disk, funnel, platter and mixer were 1,65, 1,59, 1,54 and 1,72 UFC/cm². The respective results to mold and yeast were 1,59, 1,41, 1,49 and 1,11 UFC/cm². The mesophilic bacterium counting in the gloves of the handlers, at the beginning and at the end of the production process were, respectively, in average, 2,18 and 2,54 UFC/gloves. In all total coliformes analysis, the bacterian growth was ever < 10 UFC/g, < 10 UFC/bottle, < 10 UFC/cm² and < 10 UFC/gloves. Based on these results, it was possible to conclude, in a concise way, that the pH low acidity and water low activity were limitant factors to the microbial developing in chitosan - raw material; that the inputs did not represent a contamination font to the encapsulated product; that the contaminations present in raw materials, before encapsulating product and encapsulated product were caused by the microbiota from the gloves themselves, equipments and handlers gloves, but there is no risk to consumers safety and the product analysed in this paper is safe.

Keywords: New - food, fibres, capsules, hygiene pratices.

LISTA DE FIGURAS**FIGURA****PÁGINA**

1 Estrutura molecular da quitosana.....	21
2 Fluxograma simplificado do processo de obtenção da quitosana.....	22
3 Fluxograma de produção da quitosana com fibras de mamão e abacaxi.....	35
4 Misturador.....	37
5 Encapsuladeira.....	37
6 Valores de umidade média (%) e desvio padrão das matérias-primas utilizadas na produção de quitosana com fibras de mamão e abacaxi, produto antes de encapsular e produto encapsulado, em oito lotes de produção.....	43
7 Valores médios e desvio padrão da atividade de água das matérias-primas utilizadas na produção de quitosana com fibras de mamão e abacaxi, produto antes de encapsular e produto encapsulado, em oito lotes de produção.....	45
8 Valores médios e desvio padrão do pH das matérias-primas utilizadas na produção de quitosana com fibras de mamão e abacaxi, produto antes de encapsular e produto encapsulado, em oito lotes de produção.....	46
9 Valores de cinzas média (%) e desvio padrão das matérias-primas utilizadas na produção de quitosana com fibras de mamão e abacaxi, produto antes de encapsular e produto encapsulado, em oito lotes de produção.....	48

- 10** Contagem de bactérias mesófilas das matérias primas utilizadas na produção de quitosana com fibras de mamão e abacaxi, no produto antes de encapsular e no produto encapsulado, em oito lotes de produção.....50
- 11** Contagem de bactérias mesófilas dos insumos (cápsula gelatinosas e embalagens plásticas), dos equipamentos e das luvas dos manipuladores durante a produção de quitosana com fibras de mamão e abacaxi, em oito lotes de produção.....52
- 12** Contagem de mofos e leveduras nas matérias primas utilizadas na produção de quitosana com fibras de mamão e abacaxi, no produto antes de encapsular e no produto encapsulado, em oito lotes de produção.....55
- 13** Contagem de mofos e leveduras nos insumos (cápsulas e embalagens plásticas) e equipamentos utilizados na produção de quitosana com fibras de mamão e abacaxi, em oito lotes de produção.....56

LISTA DE TABELAS**TABELA****PÁGINA**

1 Principais fontes naturais de quitina e quitosana.....	21
2 Valores percentuais de umidade encontrados nas matérias-primas utilizadas na produção de quitosana com fibras de mamão, no produto antes de encapsular e no produto, encapsulado em oito lotes de produção.....	43
3 Valores de atividade de água encontrados nas matérias primas utilizadas na produção de quitosana com fibras de mamão e abacaxi, no produto antes de encapsular e no produto encapsulado,em oito lotes de produção.....	44
4 Valores de pH encontrados nas matérias primas utilizadas na produção de quitosana com fibras de mamão e abacaxi, no produto antes de encapsular e no produto encapsulado, em oito lotes de produção.....	46
5 Valores percentuais de cinzas encontrados nas matérias primas utilizadas na produção de quitosana com fibras de mamão e abacaxi, no produto antes de encapsular e no produto encapsulado,em oito lotes de produção.....	48
6 Resultados da contagem de bactérias mesófilas das matérias primas utilizadas na produção de quitosana com fibras de mamão e abacaxi, no produto antes de encapsular e no produto encapsulado,em oito lotes de produção.....	50

7 Resultados da contagem de bactérias mesófilas dos equipamentos utilizados na produção de quitosana de fibras de mamão e abacaxi, em oito lotes de produção.....	51
8 Resultados da contagem de bactérias mesófilas das luvas dos manipuladores envolvidos na produção de quitosana com fibras de mamão e abacaxi, em oito lotes de produção.....	51
9 Resultados da contagem de mofos e leveduras das matérias primas utilizadas na produção de quitosana com fibras de mamão e abacaxi, no produto antes de encapsular e no produto encapsulado, em oito lotes de produção.....	54
10 Resultados da contagem de mofos e leveduras nos equipamentos utilizados na produção de quitosana com fibras de mamão e abacaxi, em oito lotes de produção.....	56

LISTA DE ANEXOS**ANEXOS****PÁGINAS**

1 Parâmetros estatísticos dos desvios padrões e dos percentuais médios de umidade das matérias - primas utilizadas na produção de quitosana com fibras de mamão e abacaxi, produto antes de encapsular e no produto encapsulado.....	66
2 Parâmetros estatísticos dos desvios padrões e médias da atividade de água das matérias - primas utilizadas na produção de quitosana com fibras de mamão e abacaxi, produto antes de encapsular e no produto encapsulado.....	66
3 Parâmetros estatísticos dos desvios padrões e das médias de pH das matérias - primas utilizadas na produção de quitosana com fibras de mamão e abacaxi, produto antes de encapsular e no produto encapsulado.....	66
4 Parâmetros estatísticos dos desvios padrões e das médias de cinzas das matérias - primas utilizadas na produção de quitosana com fibras de mamão e abacaxi, produto antes de encapsular e no produto encapsulado.....	67
5 Parâmetros estatísticos dos desvios padrões e das médias de contagem total de bactérias mesófilas das matérias - primas utilizadas na produção de quitosana com fibras de mamão e abacaxi, produto antes de encapsular e no produto encapsulado.....	67
6 Parâmetros estatísticos dos desvios padrões e das médias de contagem total de bactérias mesófilas dos equipamentos utilizados na produção de quitosana com fibras de mamão e abacaxi.....	67

7 Parâmetros estatísticos dos desvios padrões e das médias de contagem total de bactérias mesófilas das luvas de manipuladores utilizados no início e ao final da produção de quitosana com fibras de mamão e abacaxi.....	68
8 Parâmetros estatísticos dos desvios padrões e das médias de mofos e leveduras das matérias - primas utilizadas na produção de quitosana com fibras de mamão e abacaxi, produto antes de encapsular e no produto encapsulado.....	68
9 Parâmetros estatísticos dos desvios padrões e das médias de mofos e leveduras equipamentos utilizados na produção de quitosana com fibras de mamão e abacaxi.....	68
10 Especificações físico - químicas da empresa responsável pela produção de quitosana com fibras de mamão e abacaxi.....	69
11 Especificações microbiológicas da empresa responsável pela produção de quitosana com fibras de mamão e abacaxi.....	69

SUMÁRIO**PÁGINA****RESUMO****ABSTRACT****LISTA DE FIGURAS****LISTA DE TABELAS****LISTA DE ANEXOS**

1 INTRODUÇÃO.....	18
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	21
2.1 Quitosana.....	21
2.1.1 Propriedades da quitosana.....	23
2.1.2 Principais aplicações da quitosana.....	24
2.2 Aspectos funcionais das fibras de mamão e abacaxi	31
3 OBJETIVOS.....	33
4 MATERIAL E MÉTODOS.....	34
4.1 Obtenção das amostras.....	34
4.2 Descrição das etapas da produção de quitosana com fibras de mamão e abacaxi.....	38
4.3 Análises físico – químicas.....	39
4.4 Análises microbiológicas.....	40
4.4.1 Matérias – primas, produto antes de encapsular e produto encapsulado.....	40
4.4.2 Insumos.....	40
4.4.3 Equipamentos.....	41

4.4.4 Luvas dos manipuladores.....	41
4.4.5 Análises estatísticas.....	41
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	42
5.1 Análises físico – químicas.....	42
5.1.1 Umidade.....	42
5.1.2 Atividade de água.....	44
5.1.3 pH.....	45
5.1.4 Cinzas.....	48
5.2 Análises microbiológicas.....	49
5.2.1 Contagem total de bactérias mesófilas.....	49
5.2.2 Mofos e leveduras.....	53
5.2.3 Coliformes totais.....	57
6 CONCLUSÕES.....	58
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	59
ANEXOS.....	66

1 INTRODUÇÃO

Os alimentos apresentam relevante importância na vida de todos os seres humanos, porque fornecem ao corpo a energia e o material destinados à formação e manutenção dos tecidos, ao mesmo tempo em que regulam o funcionamento dos órgãos.

Além disso, os alimentos se consolidam como um fator essencial e indispensável para a vida humana, porque o homem os utiliza para manter sua atividade física e para executar sua atividade intelectual. Logo, a qualidade de vida está associada à qualidade da dieta que se consome, assim como ao estilo de vida (MOURA, 2004).

Diante da reconhecida necessidade dos alimentos em nosso dia a dia, a indústria alimentícia busca continuamente adaptar e desenvolver novas formulações, que visem à melhoria na qualidade e, principalmente, à segurança de produtos alimentares (INGREDIENTES..., 2004).

A produção de alimentos seguros é de responsabilidade de todos em uma cadeia alimentar e nas indústrias, e requer controle na fonte, além do controle do desenvolvimento e do processo de produtos, assim como boas práticas higiênicas durante a produção, processamento, manipulação, distribuição, estocagem, venda, preparação e consumo, requerendo também uma abordagem preventiva, uma vez que a utilização das análises microbiológicas de produtos finais é limitada. (FORSYTHE, 2002).

Nesse contexto, um aspecto bastante importante a ser observado durante a produção de alimentos é a higienização. Para Andrade e Macedo (1996), este procedimento visa, basicamente, à preservação da pureza, palatabilidade e qualidade microbiológica dos alimentos. Dessa forma, auxilia na obtenção de um produto que, além das qualidades nutricionais e sensoriais, tenha uma boa condição higiênico – sanitária, não oferecendo riscos à saúde do consumidor, contribuindo decisivamente para a produção de alimentos dentro dos padrões microbiológicos recomendados pela legislação. Além disso, a higienização correta tem papel relevante quando se observam os aspectos econômicos e comerciais.

O procedimento de higienização se divide em duas etapas muito bem definidas: a limpeza e a sanitização. A limpeza consiste na remoção de resíduos orgânicos e sais minerais aderidos às superfícies. A sanitização objetiva eliminar os microrganismos

patogênicos e reduzir o número de saprófitas ou alteradores a níveis considerados seguros (ANDRADE e MACEDO, 1996).

As principais fontes de contaminação dos alimentos são: matéria-prima (incluindo a água), ambiente (ar, equipamentos, materiais diversos) e pessoal (manuseio de alimentos) (GAVA, 1998). De acordo com Cruz e Soares (2002), os microrganismos podem ser encontrados em todas as fases da produção, podendo-se citar, como fontes, o pessoal e o ambiente de processamento. Portanto, faz-se necessário o controle sanitário de todos os operadores e a atuação de protocolos rígidos de sanitização dos equipamentos e dos locais de produção.

O alimento, quando processado a partir de matéria-prima de boa qualidade, manipulado e armazenado sob boas práticas de higiene, é fonte de saúde imprescindível ao ser humano. Entretanto, quando tais medidas não são consideradas, pode tornar-se veículo de diversos microrganismos patogênicos, que, dependendo do tipo, são capazes de causar infecções ou intoxicações alimentares.

A indústria de equipamentos e de utensílios tem evoluído para a produção de máquinas com a visão de segurança alimentar. Assim, o risco de contaminação dos alimentos pode ser reduzido de forma considerável, quanto mais bem higienizados e limpos forem todos os ambientes de produção, e quanto menores forem os tempos de parada das linhas de produção. A produção precisa ser organizada de modo que os procedimentos de limpeza e de higienização possam ser realizados com um mínimo de interrupção (CHAVES, 2006).

Nos últimos anos, o crescimento na atividade econômica, a livre concorrência e a exigência dos mercados consumidores levaram as indústrias a desenvolver novos produtos, conscientizadas, porém, de que devem investir em programas de controle e avaliação da qualidade microbiológica de seus produtos, garantindo, assim, a sua inocuidade.

Dessa forma, para que as indústrias busquem uma maior qualificação, a portaria 326/97, da Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA – estabelece regulamentos de Boas Práticas de Fabricação (B.P.F.), que são um conjunto de princípios e normas de procedimentos para atingir um determinado padrão de identidade e qualidade de um produto e/ou serviço na área de alimentos, de forma a garantir a segurança e a integridade do consumidor (ANVISA, 1997).

Dentro desse contexto, muitos produtos foram desenvolvidos, como os complementos e suplementos alimentares; mais recentemente, foi conhecida uma nova

categoria: os ALIMENTOS E/OU NOVOS INGREDIENTES, sendo estes definidos como alimentos ou substâncias sem histórico de consumo no país, ou alimentos com substâncias já consumidas, e que, entretanto, venham a ser adicionadas ou utilizadas em níveis muito superiores aos atualmente observados nos alimentos utilizados na dieta regular (ANVISA, 1999).

A quitosana, um alimento não convencional, pode ser registrada como Novo Alimento, se for apresentada em cápsula (forma de apresentação não convencional para alimentos), desde que não apresente alegação de propriedade funcional. Ademais, pode ser registrada como Alimento com Alegação de Propriedade Funcional, se apresentar alegação permitida pela Anvisa (ANVISA, 2005).

De acordo com a Comissão Técnico-científica de Assessoramento em Alimentos Funcionais e Novos Alimentos (CTCAF), a alegação funcional permitida para a quitosana é “A quitosana auxilia na redução da absorção de gordura e colesterol. Seu consumo deve ser associado a uma dieta equilibrada e a hábitos de vida saudáveis” (ANVISA, 2005).

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Quitosana

A quitosana é um copolímero biodegradável constituído de unidades β (1 \rightarrow 4)-2-amino-2-desoxi-D-glicopiranosose e β (1 \rightarrow 4)-2-acetamido-2-desoxi-D-glicopiranosose. Pode ser definida como uma poliamina linear de alta massa molar com grupos amino e hidroxilas reativos, conforme a seguinte estrutura química: (QUITINA..., 2004).

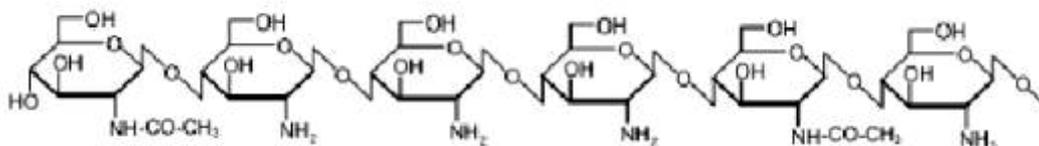


Figura 1: Estrutura molecular da quitosana (THARANATHAN, 2003)

A quitosana é um composto obtido através da desacetilação parcial da quitina, um polissacarídeo inerte e insolúvel, extraído do exoesqueleto dos crustáceos (caranguejo, camarão, lagosta e siri), sendo também encontrada em insetos, moluscos e na parede celular de fungos. A Tabela 1 mostra as principais fontes naturais de quitina e quitosana existentes.

Tabela 1: Principais fontes naturais de quitina e quitosana.

Animais Marinhos	Insetos	Microrganismos
Anelídeos	Escorpiões	Algas verdes
Moluscos	Aranhas	Leveduras
Celenterados	Formigas	Fungos
Lagosta	Besouros	Esporos
Camarão		Algas marrons
Caranguejo		
Krill		

Fonte: CRAVEIRO, (1999).

Segundo Craveiro (1999), quitina e quitosana são biologicamente sintetizadas em um total de, aproximadamente, um bilhão de toneladas anualmente, sendo biodegradadas sem acúmulo excessivo na natureza, através do “ciclo da quitina”. As enzimas hidrolíticas envolvidas nesse processo (lisoenzima, quitinase, quitina desacetilase e quitosanase) estão largamente distribuídas nos tecidos e fluidos corporais dos animais e plantas, bem como no solo.

Durante a reação de desacetilação, os grupamentos acetamido ($-\text{NHCOCH}_3$), da quitina, são transformados, em graus variados, em grupos amina ($-\text{NH}_2$), dando origem a quitosana (PROCESSO..., 2004). A Figura 2 mostra o fluxograma simplificado de obtenção da quitosana.

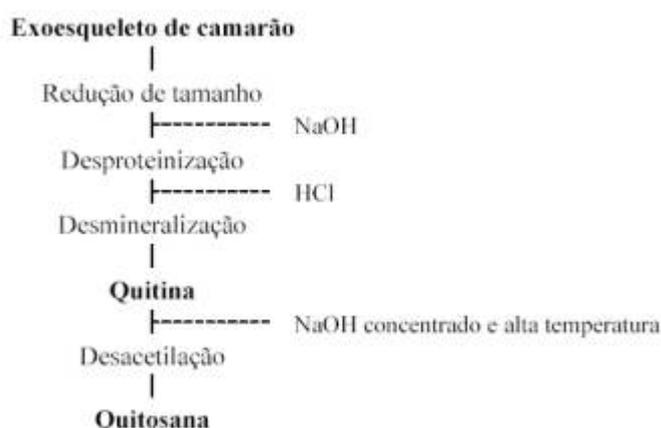


Figura 2: Fluxograma simplificado do processo de obtenção da quitosana (KNORR, 1991).

A primeira etapa do processo consiste na redução de tamanho do material e posterior tratamento para remoção de proteínas, realizado com hidróxido de sódio ou mesmo pela digestão do material com enzimas proteolíticas (papaína, pepsina, tripsina). Em seguida, é feita a desmineralização do material, com ácido clorídrico, para extração do carbonato de cálcio e do fosfato de cálcio, presentes em quantidades significativas nos resíduos marinhos (30 – 50%) (SYNOWIECKI e AL-KHATEEB, 1997). O material também pode passar por uma extração com permanganato de potássio 0,02% a 60°C, visando a remover pigmentos, como melaninas e carotenóides. Ao final desse processo, obtém-se a quitina. Nesta etapa, a quitina é tratada com hidróxido de sódio concentrado (50%), a altas temperaturas (100° C), por um período que varia de duas a cinco horas, para que ocorra a reação de desacetilação, dando origem a quitosana (MATHUR e NARANG, 1990; KNORR, 1991; KUMAR, 2000; THARANATHAN e

KITTUR, 2003). Em alguns casos, a reação de desacetilação é realizada na presença de tiofenol ou borohidreto de sódio ou sob atmosfera de nitrogênio, para prevenir a degradação da cadeia do polímero durante a reação sob fortes condições alcalinas (KIMURA, 2001; THARANATHAN e KITTUR, 2003).

Este processo, por ser extremamente agressivo, pode causar degradação da cadeia polimérica da quitosana (MATHUR e NARANG, 1990; KIMURA, 2001). Outra característica está relacionada a problemas de contaminação com proteínas e níveis inconsistentes de desacetilação, dando origem a um produto com propriedades físico-químicas variáveis (RANE e HOOVER, 1993). A heterogeneidade das propriedades físico-químicas também está ligada ao suprimento sazonal e variável dos resíduos utilizados para extração da quitina (SUNTORNUSUK *et al.*, 2002). Tendo em vista que tais resíduos são altamente perecíveis, a recuperação da quitina deve ser feita logo após a sua geração.

2.1.1 Propriedades da Quitosana

As propriedades físicas e químicas da quitina e de seus derivados N-desacetilados (quitosana) são muito diferentes. O grau de desacetilação (GD) e a massa molecular são importantes características que podem influenciar o desempenho da quitosana em muitas de suas aplicações (DONADEL, 2004).

A quitosana é insolúvel em água, mas dissolve-se em soluções aquosas de ácidos orgânicos, como acético, fórmico, cítrico, além de ácidos inorgânicos, como ácido clorídrico diluído, resultando em soluções viscosas (SANTOS *et al.*, 2003).

A solubilidade da quitosana está relacionada com a quantidade de grupos amino protonados ($-\text{NH}_3^+$) na cadeia polimérica. Quanto maior a quantidade destes grupos, maior a repulsão eletrostática entre as cadeias e também maior a solvatação em água. O grau de protonação pode ser determinado pela variação da concentração de quitosana. Para uma dada concentração de ácido, o grau de protonação depende do pK do ácido usado para solubilizar a quitosana (SANTOS *et al.*, 2003).

A quitosana é um polímero hidrofílico, não tóxico (DL: dose letal em ratos 16g/Kg), biodegradável, biocompatível e bioativo, com propriedades bactericidas e físico-químicas, como fácil formação de géis, capacidade filmogênica e boas propriedades mecânicas. Além disso, é um excelente ligante (quelante) e essa importante propriedade pode ser aplicada nas áreas farmacêutica, de saúde, de purificação de água e alimentícia (DONADEL, 2004).

2.1.2 Principais aplicações da quitosana

Devido a suas características atóxicas e de fácil formação de géis, a quitosana tem sido considerada há décadas um composto de interesse industrial (CAMPANA FILHO e DESBRIÈRES, 2000).

A seguir, são enfocadas as principais aplicações desse polissacarídeo:

- **Absorção de gorduras e auxiliar na perda de peso**

Uma das aplicações mais conhecidas da quitosana está relacionada à sua capacidade de absorver gorduras, diminuindo os níveis de colesterol e triglicerídeos no sangue (CUÉLLAR, 2002). No sistema digestivo, a quitosana (ingerida por meio de cápsulas) é dissolvida e forma um gel, carregado positivamente. Ao mesmo tempo, as gorduras consumidas através da alimentação estão carregadas negativamente e, desta forma, ocorre a formação de um complexo de natureza iônica quitosana/gorduras. O ácido clorídrico do estômago não é capaz de hidrolisar este complexo, que vai ser eliminado intacto do organismo, reduzindo a absorção de gorduras (MUZZARELLI, 1996; KUMAR, 2000). De forma errônea, alguns fabricantes de produtos para emagrecimento procuram vincular o nome “quitosana” à garantia de emagrecimento. Entretanto, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), através da Resolução de Diretoria Colegiada – RDC nº 102/00 -, permite apenas o uso das seguintes expressões na rotulagem desses produtos: “Auxilia no controle do peso e na redução do colesterol” e “Reduz a absorção de gordura”. Segundo esta resolução, “emagrecimento” é propriedade exclusiva de medicamentos e esses produtos são, normalmente, registrados como alimentos com propriedades funcionais.

De forma simplificada, pode-se dizer que a quitosana é uma fibra natural com extraordinário poder de ligar-se e absorver gorduras. Quimicamente, é um polímero natural, um amino polissacarídeo que tem a habilidade de se ligar às gorduras, formando complexos no estômago, antes de elas serem absorvidas através do trato gastrointestinal, passando a seguir para o sistema sanguíneo. A capacidade da quitosana de se ligar às gorduras foi demonstrada por pesquisas realizadas em laboratório *in vitro*, e em animais. Um grupo de pesquisadores japoneses realizou experimentos em ratos e publicou, em destaque, a informação de que os resultados indicam que a quitosana possui potencial para interferir na digestão e na absorção das

gorduras, pelo trato intestinal, facilitando a excreção destas gorduras nas fezes (PRINCIPAIS..., 2004).

Nessa linha de aplicação, a casca do camarão, que normalmente é jogada fora no lixo ou em rios, poluindo a água e matando a fauna e a flora, agora é aproveitada para efeitos terapêuticos, sendo então, transformada em quitosana, uma fibra 100% natural que é capaz de reduzir o colesterol, diminuir a absorção de gorduras e controlar o peso do organismo.

Com base nisso, o Centro de Tecnologia de Alimentos (CTA), do Centro de Ciências Agrárias (CTA), da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), está desenvolvendo um produto cuja tecnologia de transformação de casca de camarão em quitosana, um aminopolissacarídido derivado da quitina, vem sendo utilizada no Japão e nos Estados Unidos há mais de três décadas. No Brasil, a quitosana já era utilizada pela indústria farmacêutica como antiácido cicatrizante de úlceras e redutor de ácido úrico. Há dois anos, a UFSC pesquisa sua utilização como suplemento alimentar (BEIRÃO, 1999).

Esse estudo é baseado na teoria de que os opostos se atraem. A redução dos níveis de colesterol e a perda de peso ocorrem devido à afinidade da quitosana em se ligar aos ácidos biliares, presentes no sistema digestivo. Como a quitina tem carga positiva, a fibra tem o poder de atrair a gordura que é ingerida e carregada negativamente. A vantagem é que a quitosana impede a metabolização da gordura. Juntas, elas formam uma massa que não é digerida pelo organismo, sendo completamente eliminada pelas fezes (BEIRÃO, 1999).

- **Indústria alimentícia**

Soluções preparadas utilizando a capacidade da quitosana em formar filmes em soluções ácidas diluídas podem ser empregadas na preservação e conservação de frutas e verduras frescas, através da formação de um invólucro protetor. Segundo estudo realizado no Departamento de Tecnologia de Alimentos e Horticultura, da Universidade Laval, no Canadá, a quitosana é considerada um conservante ideal de frutas frescas, em virtude da sua capacidade de formar filmes e das suas propriedades bioquímicas, principalmente por suas características antifúngicas. Nesse estudo, concluiu-se que o uso de quitosana na forma de envoltório protetor retardou o amadurecimento e reduziu a deterioração dos tomates, estendendo o tempo de armazenagem desses frutos. Outras propriedades importantes são: a indução da

produção de quitinase (enzima de defesa contra agentes agressores) e a segurança para uso humano, evidenciada por estudos toxicológicos (HIRANO *et al.*, 1990).

Segundo Pen e Jiang (2003), coberturas comestíveis, como é o caso da quitosana, formam uma barreira protetora na superfície do produto, reduzindo a disponibilidade de oxigênio, retardando o amadurecimento e a perda de líquido e, conseqüentemente, desaceleram o escurecimento de frutas e hortaliças.

Mais recentemente, um estudo realizado na Embrapa Instrumentação Agropecuária, de São Carlos, no Brasil, confirmou a aplicação da quitosana em frutos, agindo como antifúngico, sendo essa uma alternativa válida e de baixo custo (ASSIS; PESSOA, 2004).

Em outro trabalho, realizado por Assis *et al.*, (2004) confirma-se a habilidade da quitosana comercial na formação de soluções em concentrações variadas, apropriadas ao revestimento de frutas, e também sua ação antifúngica em condições ambientais não controladas.

O Centro de Tecnologia de Alimentos (CTA), do Centro de Ciências Agrárias, da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), desenvolverá uma pesquisa baseada na quitosana obtida a partir da casca de camarão, na qual será elaborada uma espécie de filme para cobrir frutas e evitar que murchem com o frio, ao serem congeladas ou resfriadas. Esse filme será parecido com os filmes transparentes de PVC, vendidos em rolos nos supermercados para proteger alimentos, mas com a vantagem de ser comestível. Ele será aplicado na fruta antes de ela ser colocada na câmara frigorífica e não irá apresentar alteração de suas propriedades sensoriais (BEIRÃO, 2005).

Recentemente, uma série de estudos tem sido publicada caracterizando o uso da quitosana como cobertura de alimentos ou revestimentos protetores em frutas e legumes processados (SHAHIDI *et al.*, 1999). Esses trabalhos enfocam, essencialmente, as propriedades antifúngicas e antibacterianas da quitosana, conforme demonstrado por No *et al.*, (2002), indicando, por conseguinte, o seu uso potencial sobre superfícies cortadas ou sobre frutos com alta taxa de maturação pós-colheita.

O mecanismo das atividades antifúngicas e antimicrobianas da quitosana ainda não está esclarecido, mas, acredita-se, que estas atividades são originadas da natureza catiônica da quitosana, que pode se ligar com os sítios aniônicos das proteínas, resultando assim em uma atividade seletiva sobre fungos e bactérias (OLIVEIRA, 2004).

Darmadji e Izumimoto (1994), avaliaram o efeito da quitosana na preservação da carne, examinando a qualidade microbiológica, química e sensorial do produto. Os resultados indicaram que, durante incubação a 30°C, por 48 horas, ou armazenamento a 4°C, por 10 dias, soluções com concentrações de 0,5 a 1,0 %, de quitosana, inibiram o crescimento de bactérias deteriorantes (*Staphylococcus*, Coliformes, Bactérias Gram-negativas, *Micrococcus* e *Pseudomonas*), reduziram a oxidação de lipídios e a putrefação, resultando em um produto com melhores atributos sensoriais. Também foi constatado que a quitosana apresenta um efeito positivo sobre o desenvolvimento da coloração vermelha da carne durante o armazenamento. Os resultados são atribuídos à alta capacidade de absorção de água da quitosana, à sua propriedade antioxidante e à sua capacidade de interagir com componentes da parede celular dos microrganismos, aumentando a sua permeabilidade e causando a liberação do material celular.

Como a quitosana constitui-se de fibras não digeríveis, não apresenta, portanto, valor calórico, independentemente da quantidade ingerida, o que é mais um atrativo para a indústria alimentar.

- **Tratamento de água e de efluentes**

Em áreas industriais, grandes volumes d'água processada, contendo contaminantes orgânicos e inorgânicos, são despejados em lagos aerados ou estações de tratamento de água e esgotos. Apesar do tratamento recebido, micropoluentes orgânicos, tais como hidrocarbonetos organoclorados, persistem fixados em sedimentos ou ficam em suspensão por longos períodos, em razão da sua resistência à degradação física, química e biológica (QUITOSANA, 2005).

Os métodos tradicionais de purificação de água se têm mostrado ineficientes para a remoção desses contaminantes. Entretanto, processos de adsorção podem ser uma excelente opção para remover esses poluentes orgânicos do meio aquático. Vários estudos foram realizados através da captura por adsorção de pesticidas, utilizando algumas resinas sintéticas, biopolímeros derivados da celulose e carvão ativo (CRAVEIRO, 1999).

Unidades industriais de purificação de água em todo o mundo já estão utilizando a quitosana para remover óleos, graxas, metais pesados e finas partículas de matéria, que causam turvação em águas correntes de rejeitos industriais. Vários tipos

de membranas de quitosana estão sendo desenvolvidos para clarificação e purificação de água com boas propriedades semipermeáveis (CRAVEIRO, 1999).

A utilização de microrganismos na biodegradação de produtos químicos tóxicos abriu novo campo de aplicação para a quitina e quitosana na área de purificação e tratamento de água. Esses biopolímeros são usados como matriz para imobilização das cepas de bactérias envolvidas na desintoxicação e biodegradação de vários micropoluentes orgânicos, como, por exemplo, os clorofenóis. De acordo com a Agência Americana de Proteção Ambiental, a quitosana foi aprovada para ser utilizada seguramente como componente de meio filtrante para água potável (QUITOSANA, 2005).

- **Membranas artificiais**

Em razão da quitosana formar facilmente filmes e membranas em soluções ácidas diluídas, várias aplicações estão sendo sugeridas nesse sentido. Essas membranas podem ser preparadas por evaporação de quitosana solúvel, por *crosslinking*, com reagentes bifuncionais, por quelação com íons ou por complexação com polímeros e proteínas. A evaporação de uma solução de quitosana espalhada sobre uma placa de vidro é a técnica mais simples para a preparação de filmes de polissacarídeo e, geralmente, produz um filme flexível e resistente (DONADEL, 2004).

Conforme Craveiro (1999), um exemplo específico desta aplicação reside na preparação de membranas para rins artificiais, onde as membranas feitas com quitosana apresentam alta resistência mecânica aliada a uma alta permeabilidade à uréia e à creatina que, sendo impermeáveis às proteínas séricas, apresentam a vantagem única de evitar a liberação de metais tóxicos na corrente sanguínea, ao contrário do que ocorre normalmente com outras membranas.

Como a quitosana pode ser misturada com outros polímeros de alto peso molecular, pesquisadores conseguiram preparar membranas de 30µm de espessura, utilizando quitosana + poli vinilalcool. Essas membranas, em meio aquoso, a 25 °C, absorveram 102% de água e exibiram resistência mecânica, elasticidade e permeabilidade à uréia (PRINCIPAIS..., 2004).

- **Manufatura de lentes de contato**

Algumas propriedades biológicas, tais como atividades antimicrobianas e cicatrizantes, têm sido atribuídas aos fragmentos (oligossacarídeos) resultantes da degradação enzimática da quitosana (QUITOSANA, 2005).

Para Donadel (2004), a enzima responsável pela degradação da quitosana, a lisozima, está presente em tecidos, órgãos e fluidos corporais de mamíferos, inclusive no fluido lacrimal, com teores acima de 1%. Os produtos da degradação enzimática da quitosana são oligômeros de n-acetil-D-glicosamina, que, além de apresentarem propriedades cicatrizantes e antimicrobianas, são totalmente absorvíveis pelo organismo. Essas importantes propriedades, associadas à excelente capacidade de formar filmes, fizeram da quitosana o biopolímero escolhido como substrato para o desenvolvimento de lentes de contato, para serem utilizadas como película ocular protetora na recuperação de tecidos submetidos a cirurgias intra-oculares ou em casos de comprometimentos crônicos da córnea. Essas películas devem ser suficientemente finas para proporcionar conforto ocular e permeabilidade ao oxigênio.

Um material que seja totalmente bioabsorbível na região ocular oferece a vantagem de não necessitar de remoção posterior das lentes. A quitosana se apresenta como um biomaterial excelente, pois, além desse benefício, oferece a vantagem de ter ação cicatrizante e antimicrobiana através de seus produtos de biodegradação. Testes pré-clínicos foram realizados com sucesso em coelhos. Os resultados mostraram que a quitosana apresenta as propriedades necessárias para a confecção de lentes de contato, embora sejam necessários estudos mais aprofundados antes que as lentes possam estar disponíveis comercialmente (CRAVEIRO,1999).

- **O uso em cosméticos**

A quitosana possui várias características que a tornam atraente para a utilização em cosméticos. Pertencente à classe dos biopolímeros chamados de hidrocolóides, ela se destaca por apresentar carga global positiva em pH biológico, ou seja, apresenta-se como um polímero policatiônico, enquanto a maioria dos hidrocolóides se apresenta negativamente carregada nas mesmas condições. As cargas positivas da quitosana interagem com tecidos negativamente carregados, tais como pele e cabelo. Essa capacidade bioadesiva da quitosana é o principal fator para o seu uso em cosméticos (CRAVEIRO, 1999).

Os benefícios de se adicionar a quitosana a produtos, como condicionadores, cremes e shampoos, são numerosos. Em produtos para cabelos, a habilidade da

quitosana para formar filmes com a queratina do cabelo é de crucial importância. Comparado com os filmes formados por polímeros sintéticos, os filmes de quitosana são muito mais estáveis em alta umidade, de modo que os cabelos tratados com este tipo de filme mostram menor tendência à adesão, menor carga estática e, conseqüentemente, mostram uma melhoria na escovação e penteado em relação aos cabelos tratados com fixadores convencionais, acrescentando-se a vantagem de proporcionar maior brilho aos fios capilares (QUITOSANA, 2005).

Nos produtos para a pele, a quitosana encontra aplicação, principalmente, por conta da sua capacidade de formar camadas protetoras transparentes, que apresentam a propriedade de reter a umidade sem causar reações alérgicas. A quitosana se apresenta, ainda, como uma matriz apropriada para outros ingredientes ativos, como pigmentos e fragrâncias em diversos tipos de cosméticos. O caráter hidrofílico e hidrofóbico da quitosana faz deste polímero um potente estabilizador de emulsões, o qual tem aplicação direta em produtos com baixo pH (PRINCIPAIS..., 2004).

- **Tratamentos de lesões na pele**

A pele humana é a barreira do corpo que está em contato direto com o ambiente e sempre exposta a infecções bacterianas. Cerca de 90% da carga imunológica do corpo está presente no tecido epitelial (DONADEL, 2004).

Para Craveiro (1999), a pele corre o risco não somente de invasão bacteriana, mas também de lesões, a todo instante. Quando a lesão não é regenerada rapidamente, constitui um fácil acesso a perigosos agentes externos.

A quitosana vem sendo utilizada por médicos japoneses na regeneração de tecidos epiteliais em razão das suas propriedades bactericida e fungicida, ativadora do sistema imunológico e cicatrizante, reparando e normalizando a condição do tecido epitelial (QUITOSANA, 2005).

Essas propriedades são fundamentais para determinar o elevado potencial da quitosana como principal constituinte na manufatura de “pele artificial” , a ser aplicada sobre ferimentos ou em intervenções cirúrgicas (QUITOSANA, 2005).

A equipe do médico Dr. Akira Matsunaga, da clínica Astar, em Nagoya, e diversos médicos japoneses da mesma área vêm utilizando a quitosana em regeneração de pele. O tratamento consiste na combinação de três procedimentos: aplicação de uma solução de quitosana sobre a lesão da pele, banhos de imersão em banheiras com

soluções diluídas da quitosana e ingestão oral de solução de quitosana (CRAVEIRO,1999).

Há ainda pesquisas na Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), onde um polímero natural biodegradável feito a partir de substância presente na carapaça de crustáceos - quitosana vem sendo testado para a fabricação de curativos especiais para queimaduras. A expectativa é a de que, a partir da quitosana, possam ser feitos curativos moldáveis a qualquer parte do corpo, com alta capacidade de absorção de secreção, melhor adesão à região lesada, propriedades mecânicas, porosidade e permeabilidade ao oxigênio e ao vapor de água na medida ideal, e alto poder anti-séptico e de cicatrização (FÁVARO, 2006).

2.2 Aspectos funcionais das fibras de mamão e abacaxi

As fibras são componentes das células vegetais e suas moléculas não são absorvidas pelo organismo. Elas têm como função colaborar para o bom funcionamento do sistema digestivo, pois ajudam na absorção de outros nutrientes pelo organismo e estimulam os movimentos peristálticos, contrações involuntárias que "empurram" os alimentos pelos intestinos delgado e grosso. As fibras alimentares se dividem em solúveis e insolúveis. As fibras solúveis são encontradas em frutas, como a maçã e o mamão, e em hortaliças e leguminosas. Já as fibras insolúveis estão presentes em hortaliças, verduras, leguminosas e cereais (FIBRAS..., 2004).

- **Mamão**

O mamão, fruto do mamoeiro (*Carica papaya, L*), é típico de regiões tropicais e subtropicais, sendo encontrado durante todo o ano e, dependendo da variedade a que pertence, varia o tamanho do fruto, peso, sabor e coloração. O fruto apresenta polpa macia, adocicada e bastante aromática, com cor variando entre o amarelo-pálido e o vermelho, além de diversos tons de laranja e salmão. A casca geralmente é fina, bastante resistente e aderida à polpa, lisa, de cor verde escura, que vai se tornando amarelada ou alaranjada à medida que o fruto vai amadurecendo. O formato do mamão também varia dependendo da espécie (ASSOCIAÇÃO..., 2005).

Esse fruto contém betacaroteno, vitaminas A, B, C, cálcio, magnésio, fósforo e potássio. É rico em sais minerais e em papaína, uma enzima digestiva, cuja função é transformar os alimentos ingeridos em nutrientes que serão absorvidos pelo organismo. A papaína do mamão age exatamente como a pepsina, enzima do estômago, transformando as proteínas dos alimentos em aminoácidos. A papaína e a pepsina vão

agir juntas para melhorar o funcionamento do estômago (CARACTERÍSTICAS..., 2005).

- **Abacaxi**

O abacaxi é o fruto do abacaxizeiro (*Ananas comosus* (L.) Merril.). Esse fruto é típico de países tropicais, sendo rico em potássio, magnésio, cálcio, vitaminas A, C, e D. Além disso, possui betacaroteno, ferro e celulose. Auxilia na digestão, devido à presença de bromelina em sua composição (uma mistura de enzimas que desdobram proteínas, facilitando a digestão).

A enzima bromelina presente no abacaxi é semelhante à dos mamões e dissolve as proteínas, sendo, portanto, um amaciador natural de carne vermelha ou aves (CARACTERÍSTICAS..., 2005).

Na indústria de alimentos, a bromelina pode ser utilizada no amaciamento de carnes vermelhas, na produção de pães e biscoitos a partir de farinhas de trigo de alto teor protéico, na produção de ovos desidratados, na preparação de leite de soja e isolados protéicos e em cervejarias, para hidrolizar certos complexos proteína-taninos, formados durante a fermentação, que, se presentes na cerveja, tornam-se insolúveis e formam turvações quando gelada (LENICE *et al.*, 1999).

A quitosana pode ser utilizada na absorção de gorduras, auxiliando na perda de peso. Em razão desta aplicação, uma indústria do nordeste do Brasil vem comercializando a quitosana associada com fibras naturais de mamão e abacaxi na forma de cápsulas. Essa união tem como objetivo potencializar a eliminação de gordura da dieta. Quando ingeridas com o produto, essas fibras facilitam uma melhor digestibilidade, devido à presença de enzimas naturais do mamão (as papaínas, que têm grande poder digestivo, auxiliando nos distúrbios de digestão lenta, na formação de gases e constipação) e do abacaxi (as bromelinas, enzimas proteolíticas, que auxiliam a digestão das proteínas e equilibram a flora intestinal) (INDÚSTRIA BENEFICIADORA... , 2003).

Visto que o consumo deste produto vem aumentando ano a ano, várias indústrias começaram a desenvolver produtos similares. Dessa forma, esse trabalho será conduzido no sentido de fornecer informações sobre a qualidade química e

microbiológica de um produto novo, o que permitirá uma avaliação da sua segurança alimentar.

3 OBJETIVOS

3.1 Geral

- Avaliação da segurança alimentar da quitosana com fibras de mamão e abacaxi.

3.2 Específicos

- Avaliação da qualidade físico – química (pH, umidade, cinzas e atividade de água) das matérias – primas (quitosana pura, fibras de mamão e fibras abacaxi), produto antes de encapsular (quitosana com fibras de mamão e abacaxi) e produto encapsulado;
- Avaliação da qualidade microbiológica (contagem de bactérias mesófilas, mofos e leveduras e coliformes totais) das matérias primas (quitosana pura e fibras de mamão e abacaxi) dos insumos (cápsulas e embalagens plásticas), produto antes de encapsular e produto encapsulado.
- Avaliação microbiológica de alguns equipamentos (misturador e encapsuladeira) utilizados na produção de quitosana com fibras de mamão e abacaxi;
- Avaliação microbiológica das luvas dos manipuladores antes e ao fim da produção de quitosana com fibras de mamão e abacaxi.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Obtenção das Amostras

As amostras de matérias-primas (quitosana, fibra de mamão e fibra de abacaxi), produto antes de encapsular (quitosana com fibras de mamão e abacaxi), produto encapsulado (quitosana com fibras de mamão e abacaxi encapsulada em cápsulas gelatinosas e acondicionadas em embalagens plásticas contendo 120 cápsulas), insumos (cápsulas e embalagens plásticas) e swab das luvas dos manipuladores - foram coletadas em indústria de beneficiamento de quitosana situada na região nordeste do Brasil.

As amostras procedentes dos equipamentos limpos e sanitizados foram coletadas antes de iniciar a produção, enquanto que as amostras das luvas dos manipuladores foram obtidas antes e ao fim da produção.

A pesquisa se fundamentou através da realização de oito amostragens e foram designadas de lote 1 a lote 8, considerando os meses de março a novembro do ano de 2005.

Em cada lote, foram selecionadas aleatoriamente e sob condições assépticas as amostras, a partir dos pontos do fluxograma de produção da quitosana com fibras de mamão e abacaxi (Figura 3).

- Matérias - primas: (ponto 1; Figura 3)
 - 200 gramas de quitosana pura;
 - 200 gramas de fibras de mamão;
 - 200 gramas de fibras de abacaxi.
- Produto antes de encapsular: (ponto 2; Figura 3)
 - 200 gramas de quitosana com fibras de mamão e abacaxi.
- Equipamentos:
 - Com o auxílio de swab estéril pré-umedecido em água peptonada 0,1%, foram coletadas quatro áreas de 25 cm² em cada equipamento: misturador (ponto 3; Figura 3) e encapsuladeira (ponto 4; Figura 3). Na

encapsuladeira, foram coletadas separadamente amostras do disco, funil e bandeja. O swab foi transferido para 10 mL de água peptonada 0,1%.

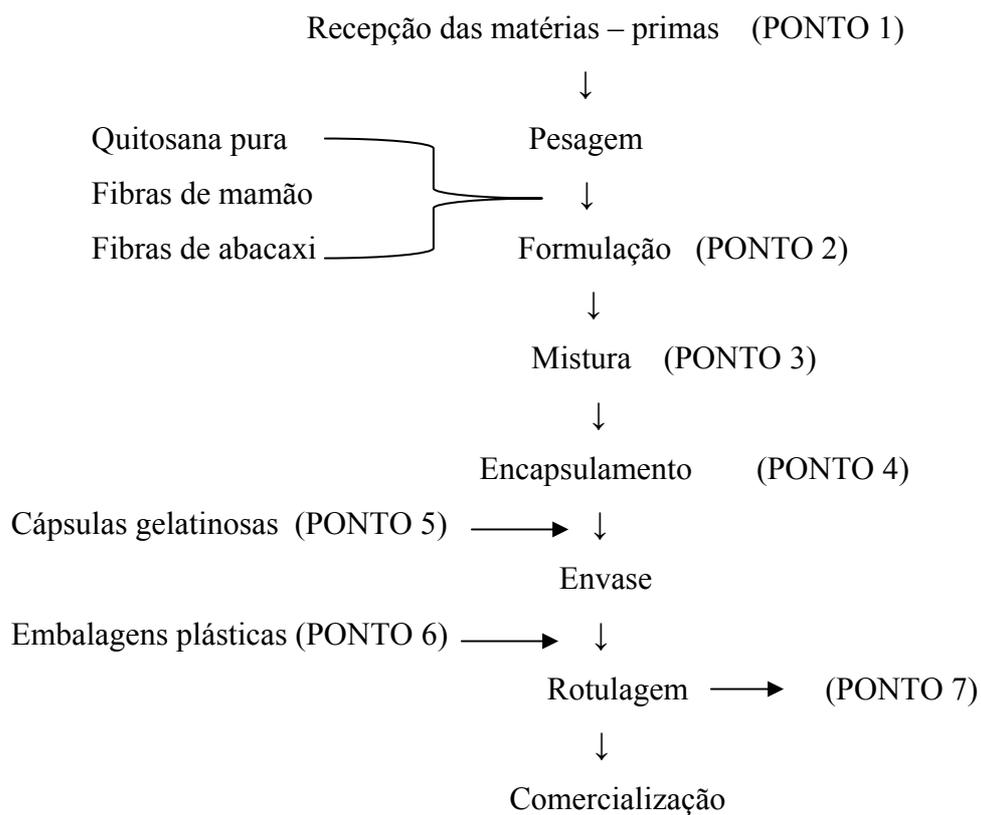


Figura 3 - Fluxograma de produção da quitosana com fibras de mamão e abacaxi.

Fonte: INDÚSTRIA BENEFICIADORA..., (2005).

- Luvas dos manipuladores:
 - Com o auxílio de swab estéril pré-umedecido em água peptonada 0,1%, coletou-se, das duas luvas, a palma das mãos e entre os dedos. O swab foi transferido para 10 mL de água peptonada 0,1%.
- Insumos:
 - 50 gramas de cápsulas gelatinosas vazias (ponto 5; Figura 3)
 - Cinco embalagens plásticas, com capacidade para 120 cápsulas (ponto 6; Figura3).
- Produto encapsulado: (ponto 7; Figura3)
 - Três embalagens plásticas, contendo 120 cápsulas de quitosana com fibras de mamão e abacaxi.

– **Equipamentos**

- Misturador



Figura 4: Misturador.

Fonte: INDÚSTRIA BENEFICIADORA..., (2005).

- Encapsuladeira (funil de alimentação, disco de cápsulas e bandeja de recepção de cápsulas)



Figura 5: Encapsuladeira.

Fonte: INDÚSTRIA BENEFICIADORA..., (2005).

4.2 Descrição da produção de quitosana com fibras de mamão e abacaxi.

- **Recepção das matérias-primas**

As matérias-primas foram recebidas e submetidas a uma análise visual, verificando-se se a embalagem estava isenta de violações. Realizou-se também a conferência do lote, data de fabricação e validade.

- **Pesagem**

A pesagem das matérias-primas foi realizada em balança digital, visando a confirmar o peso especificado nas embalagens dos produtos.

- **Formulação**

Nesta etapa, foram estabelecidas as proporções de quitosana e fibras de mamão e abacaxi, como também o cálculo da quantidade de matéria-prima que seria necessária pra uma determinada produção.

As fibras de mamão e abacaxi utilizadas na fabricação da quitosana foram processadas em uma empresa terceirizada de desidratação a vácuo.

- **Mistura**

Etapa na qual as matérias – primas envolvidas no processo foram homogeneizadas no misturador.

- **Encapsulamento**

Este processo ocorreu na sala de encapsulamento de alimentos, em máquinas denominadas encapsuladeiras semi-automáticas, onde a matéria-prima, misturada às fibras, foi prensada dentro das cápsulas gelatinosas.

- **Envase**

Esse processo consistiu no enchimento das embalagens plásticas com as cápsulas gelatinosas. O envase ocorreu com o auxílio de contadoras manuais ou pás apropriadas. Em seguida, o frasco foi fechado (com tampas de lacre inviolável) em máquina tipo prensa.

- **Rotulagem**

Nesta etapa, os frascos provenientes do envase, após aprovação microbiológica, foram rotulados manualmente e datados em uma máquina automática, chamada Datadora.

4.3 Análises físico – químicas

Foram efetuadas nas amostras das matérias-primas (quitosana, fibra de mamão e fibra de abacaxi), no produto antes de encapsular (quitosana com fibras de mamão e abacaxi) e no produto encapsulado (quitosana com fibras de mamão e abacaxi encapsulada em cápsulas gelatinosas).

a) pH

Foram pesados 10 gramas da amostra em vidro de relógio e transferidos para um erlenmeyer, de 250 mL. Foram adicionados 100 mL de água, a 25°C, recentemente fervida. O conteúdo do frasco foi agitado até que as partículas ficassem uniformemente suspensas. Decantou-se o líquido sobrenadante para um frasco e imediatamente determinou-se o pH, em pH – metro da marca Micronal, após ajuste do aparelho com solução tampão em pH 4 e pH 7 (ITAL, 1985).

b) Umidade

Foram pesados 3 gramas da amostra em cápsula de porcelana previamente tarada. Em seguida, a amostra foi levada à estufa à temperatura de 105°C, por 2 horas, onde o material foi dessecado até peso constante. Em seguida, relacionou-se a perda de peso para 100 g de amostra (HORWITZ, 2000).

c) Cinzas

Foram pesados 3 gramas de amostra. Em seguida, o material foi carbonizado em aquecedor elétrico e incinerado em mufla, a 550°C, por um período de aproximadamente 7 horas. Após isso, esse material foi dessecado e pesado até peso constante. Posteriormente,, relacionou-se a perda de peso para 100 g de amostra (HORWITZ, 2000).

d) Atividade de água

A determinação de atividade de água das amostras foi realizada em aparelho digital Pawkit de Decagon Desvies Inc. EUA.

4.4 Análises microbiológicas

4.4.1 – Matérias – primas, produto antes de encapsular e produto encapsulado

a) Preparo das amostras

De cada matéria – prima, produto antes de encapsular e produto final, foram transferidos 25 g de amostra para 225 mL de solução salina tamponada e realizadas diluições até 10^{-3} .

b) Contagem de bactérias mesófilas

A partir de cada diluição, foram transferidos 1 mL para placa estéril e adicionados 15 mL de Ágar Triptona Glicose Extrato de Levedura (ATGE). Após incubação a 35° C, por 48h, contaram-se as colônias e o resultado foi expresso em UFC/g (APHA, 2001).

c) Contagem de mofos e leveduras

A partir de cada diluição, foram transferidos 1 mL para placa estéril e adicionados 15 mL de ágar batata acidificado. Após incubação a 25° C, por 3 a 5 dias, contaram-se as colônias e o resultado foi expresso em UFC/g (APHA, 2001).

d) Contagem de coliformes totais

A partir de cada diluição, foram transferidos 1 mL para placa estéril e adicionados 15 mL de *Violet Red Bile Ágar* (VRB). Após incubação a 35° C, por 48h, contaram-se as colônias e o resultado foi expresso em UFC/g (APHA, 2001).

4.4.2 Insumos

- **Preparo das Amostras**

- a) **Cápsulas gelatinosas**

Foram pesados 10 gramas de cápsula e transferidas para 90 mL de água peptonada. Em seguida, foram efetuadas as contagens de bactérias mesófilas, de mofos e leveduras e de coliforme total, conforme descrito no item 4.4.1.

- b) **Embalagens plásticas**

Em cada embalagem plástica foram adicionados 20 mL de água peptonada. A embalagem foi fechada, agitada dez vezes em um arco de 20 cm e em uma angulação de 90°. Em seguida, efetuaram-se as contagens de bactérias mesófilas, de mofos e leveduras e de coliforme total, conforme descrito no item 4.4.1.

4.4.3 Equipamentos

Após agitação do tubo de ensaio contendo 10 mL de água peptonada 0,1%, com o auxílio do swab, foram realizadas as tomadas das amostras para as contagens de bactérias mesófilas, de mofos e leveduras e de coliforme total, conforme descrito no item 4.4.1.

4.4.4 Luvas dos manipuladores

Após agitação do tubo de ensaio contendo 10 mL de água peptonada 0,1%, com o auxílio do swab, foram realizadas as tomadas das amostras para as contagens de

bactérias mesófilas, de mofos e leveduras e de coliforme total, conforme descrito no item 4.4.1.

4.4.5 Análises estatísticas

Os testes estatísticos descritivos foram realizados de acordo com a natureza das variáveis estudadas, sendo calculadas as médias e os desvios padrões dos resultados das análises físico-químicas das repetições amostrais.

No caso dos dados de microbiologia, transformou-se em logaritmos na base dez antes da realização das médias e desvios padrões.

As análises foram feitas com utilização do programa estatístico SAEG (Sistema para Análises Estatísticas), da Universidade Federal de Viçosa.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Análises Físico-Químicas

5.1.1 Umidade

Os resultados dos percentuais de umidade, desvios padrões e média relacionadas às matérias-primas (quitosana, fibra de mamão e fibra de abacaxi), produto antes de encapsular (quitosana com fibras de mamão e abacaxi) e produto encapsulado (quitosana com fibras de mamão e abacaxi encapsulada em cápsulas gelatinosas e acondicionada em embalagens plásticas contendo 120 cápsulas) são apresentados, respectivamente, na Tabela 2, Figura 6 e Anexo 1.

De todas as amostras analisadas, a quitosana apresentou maior teor médio de umidade (4,55%) (Anexo 1) e maior desvio padrão (2,84) (Anexo 1). Esses resultados podem ser atribuídos ao elevado teor de umidade nos lotes 1 e 2 de quitosana (Tabela 2). Os referidos lotes, embora dentro da validade, se encontravam estocados há alguns meses, podendo ter absorvido umidade do ambiente industrial.

As fibras de mamão e abacaxi apresentaram teor médio de umidade e desvio padrão, respectivamente, de: 4,33; 0,76 e 4,15; 0,69 (Anexo 1).

Na Tabela 2, observa-se, no lote 1, um aumento do teor de umidade do produto antes de encapsular (quitosana com fibras de mamão e abacaxi), em relação ao produto encapsulado (quitosana com fibras de mamão e abacaxi encapsulada em cápsulas de gelatina e acondicionada em embalagens plásticas). Este aumento pode ser justificado pela absorção de umidade do ambiente, devido ao tempo decorrido para o processo de encapsulamento.

No produto encapsulado, verificou-se uma variação no percentual de umidade de 2,5 a 7,25 (Tabela 2), apresentando uma média de 4% e desvio padrão de 1,95 (Anexo 1).

O teor de umidade do produto encapsulado é função dos teores de umidade de cada matéria - prima utilizada na formulação do produto. Nos lotes 1 e 2, o elevado teor de umidade do produto encapsulado pode ser atribuído à umidade da quitosana.

Observando os valores de umidade obtidos nas matérias primas utilizadas na produção de quitosana com fibras de mamão e abacaxi, no produto antes de encapsular e no produto encapsulado, percebe-se que eles estão dentro das especificações pré – estabelecidas pela empresa (Anexo 10).

Tabela 2: Valores percentuais de umidade encontrados nas matérias-primas utilizadas na produção de quitosana com fibras de mamão, no produto antes de encapsular e no produto encapsulado, em oito lotes de produção.

Análise	UMIDADE (%)							
Lotes	1	2	3	4	5	6	7	8
Amostras								
Quitosana (matéria prima)	8,85	9,10	2,10	1,70	3,20	3,80	3,80	3,85
Fibra de mamão (matéria prima)	2,65	5,10	4,50	5,10	4,50	4,20	4,40	4,20
Fibra de abacaxi (matéria prima)	3,10	5,30	4,50	4,60	4,50	3,70	3,75	3,80
Produto antes de encapsular	6,95	6,85	2,95	2,70	1,90	2,00	1,10	1,20
Produto encapsulado	6,85	7,25	3,04	3,00	4,05	2,50	2,60	2,60

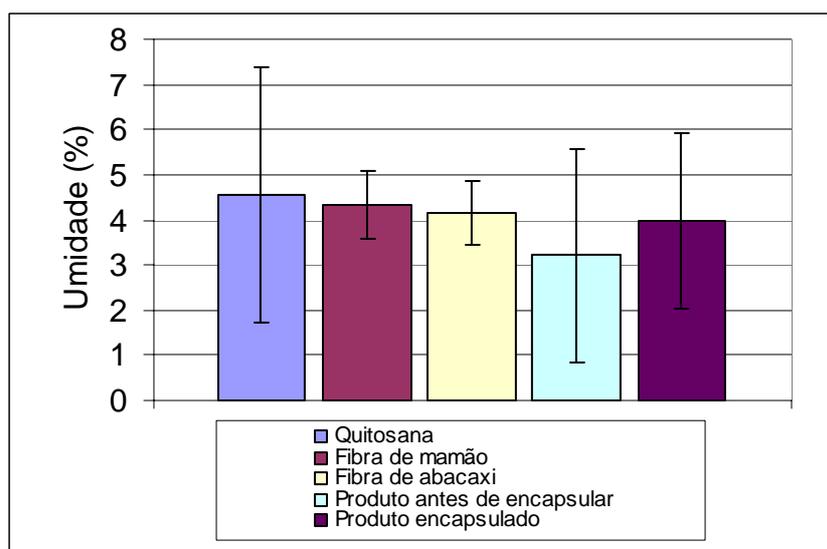


Figura 6: Valores de umidade média (%) e desvio padrão das matérias-primas utilizadas na produção de quitosana com fibras de mamão e abacaxi, produto antes de encapsular e produto encapsulado, em oito lotes de produção.

5.1.2 Atividade de Água

Os valores da atividade de água com seus valores médios e desvios padrões relacionados às matérias-primas (quitosana, fibra de mamão e fibra de abacaxi), produto antes de encapsular (quitosana com fibras de mamão e abacaxi) e produto encapsulado (quitosana com fibras de mamão e abacaxi encapsulada em cápsulas gelatinosas e acondicionadas em embalagens plásticas) são apresentados, respectivamente, na Tabela 3, Figura 7 e Anexo 2.

Semelhante ao observado na avaliação de umidade, a quitosana apresentou maior teor médio de atividade de água (0,41) (Figura 7; Anexo 2) e maior desvio padrão (0,44) (Figura 7; Anexo 2) do que as outras amostras analisadas. Contudo, os lotes 1 e 2 de quitosana (Tabela 3) apresentaram, respectivamente, atividade de água de 0,49 e 0,48.

Todas as amostras analisadas apresentaram baixo teor de atividade de água (Tabela 3; Figura 7), tendo o produto encapsulado apresentado uma variação de 0,31 a 0,42 (Tabela 3), apresentando uma média de (0,36) (Figura 7; Anexo 2) e desvio padrão de (0,37) (Figura 7; Anexo 2). Esses baixos teores de atividade de água garantem a sua estabilidade microbiológica e química.

Tabela 3: Valores de atividade de água encontrados nas matérias primas utilizadas na produção de quitosana com fibras de mamão e abacaxi, no produto antes de encapsular e no produto encapsulado, em oito lotes de produção.

Análise	ATIVIDADE DE ÁGUA							
Lotes	1	2	3	4	5	6	7	8
Amostra								
Quitosana (matéria prima)	0,49	0,48	0,36	0,39	0,39	0,41	0,41	0,41
Fibra de mamão (matéria prima)	0,21	0,26	0,32	0,25	0,25	0,27	0,27	0,27
Fibra de abacaxi (matéria prima)	0,24	0,31	0,31	0,26	0,21	0,25	0,25	0,25
Produto antes de encapsular	0,41	0,42	0,35	0,36	0,42	0,30	0,32	0,32
Produto encapsulado	0,42	0,42	0,31	0,36	0,38	0,35	0,36	0,35

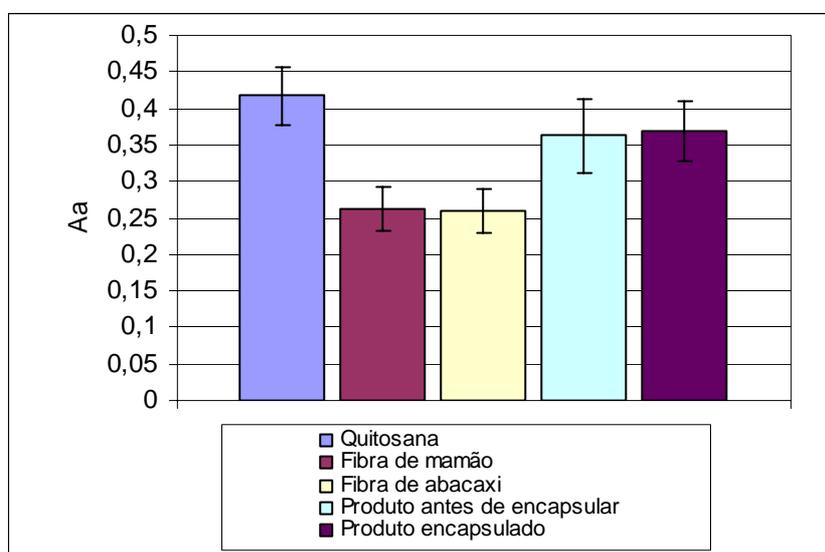


Figura 7: Valores médios e desvio padrão da atividade de água das matérias-primas utilizadas na produção de quitosana com fibras de mamão e abacaxi, produto antes de encapsular e produto encapsulado, em oito lotes de produção.

5.1.3 pH

Os valores de pH por lote de produção, as médias e os desvios padrões relacionados às matérias-primas (quitosana, fibra de mamão e fibra de abacaxi), produto antes de encapsular (quitosana com fibras de mamão e abacaxi) e produto encapsulado (quitosana com fibras de mamão e abacaxi encapsulada em cápsulas gelatinosas e acondicionada em embalagens plásticas) são apresentados, respectivamente, na Tabela 4, Figura 8 e Anexo 3.

O maior teor médio de pH das matérias primas foi da quitosana (8,83) (Figura 8; Anexo 3). As fibras de mamão e abacaxi apresentaram teores médios, respectivamente, pH 5,11 e pH 4,24. (Anexo 3). O produto antes de encapsular e produto encapsulado apresentaram valores médios de pH 7,64 e 7,62, respectivamente (Figura 8 e Anexo 3).

O alto pH da quitosana pode ser atribuído ao seu processo de obtenção através de exoesqueletos de crustáceos, no qual a quitina, que é a precursora da quitosana, é tratada com hidróxido de sódio concentrado (50%), para que ocorra a reação de desacetilação, dando origem assim à quitosana (PROCESSO..., 2004).

Observando os valores de pH obtidos nas matérias-primas utilizadas na produção de quitosana com fibras de mamão e abacaxi, no produto antes de encapsular e no produto encapsulado, percebe-se que eles estão dentro das especificações pré – estabelecidas pela empresa (Anexo 10).

Tabela 4: Valores de pH encontrados nas matérias primas utilizadas na produção de quitosana com fibras de mamão e abacaxi, no produto antes de encapsular e no produto encapsulado, em oito lotes de produção.

Análise	pH								
	Lotes	1	2	3	4	5	6	7	8
Quitosana (matéria prima)		8,34	8,20	8,50	8,75	8,50	9,47	9,50	9,44
Fibra de mamão (matéria prima)		5,01	5,20	5,23	4,85	5,23	5,14	5,11	5,15
Fibra de abacaxi (matéria prima)		4,32	4,51	4,52	3,84	4,52	4,07	4,10	4,10
Produto antes de encapsular		7,50	7,57	7,70	7,49	7,70	7,61	7,81	7,75

Produto encapsulado	7,40	7,59	7,69	7,51	7,69	7,74	7,67	7,70
---------------------	------	------	------	------	------	------	------	------

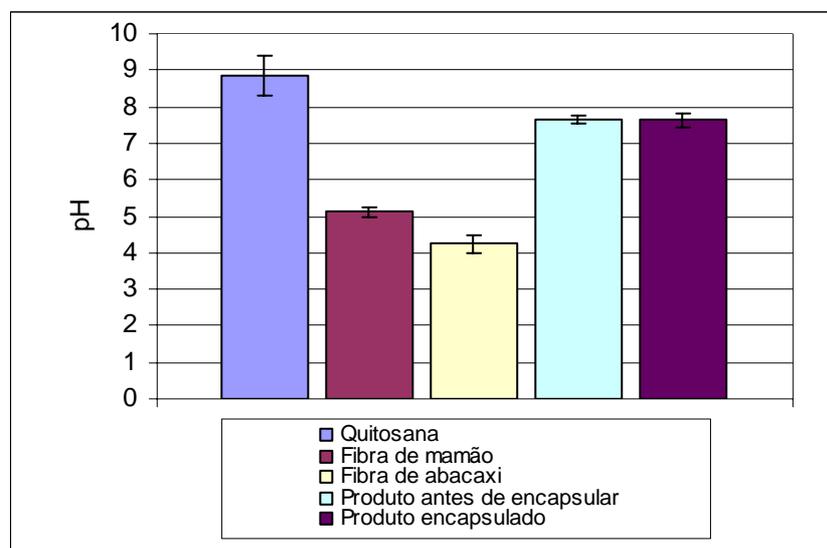


Figura 8: Valores médios e desvio padrão do pH das matérias-primas utilizadas na produção de quitosana com fibras de mamão e abacaxi, produto antes de encapsular e produto encapsulado, em oito lotes de produção.

5.1.4 Cinzas

Os resultados dos percentuais de cinzas, desvios padrões e médias, relacionados às matérias-primas (quitosana, fibra de mamão e fibra de abacaxi), produto antes de encapsular (quitosana com fibras de mamão e abacaxi) e produto encapsulado (quitosana com fibras de mamão e abacaxi encapsulada em cápsulas gelatinosas e acondicionada em embalagem plástica) estão, respectivamente, na Tabela 5, Figura 9 e Anexo 4.

As cinzas de um alimento representam o resíduo inorgânico que permanece após a queima da matéria orgânica, que é transformada em CO_2 , H_2O e NO_2 . Essa determinação é utilizada como indicativo de propriedades funcionais de alguns alimentos e é também um parâmetro útil para verificação do valor nutricional de alguns alimentos (CECCHI, 1999).

Dentre as matérias-primas, verificou-se um maior teor médio de cinzas na fibra do mamão (4,07%), do que na fibra do abacaxi (2,9%) e quitosana (1,10%) (Figura 9 e Anexo 4). Entretanto, o teor de cinzas do produto encapsulado variou de 1,20% a 1,70% (Tabela 6), com teor médio de cinzas de 1,4% (Figura 9 e Anexo 4).

Observando os valores de cinzas obtidos nas fibras de mamão e abacaxi, percebe-se que eles estão dentro das especificações pré – estabelecidas pela empresa (Anexo 10).

Tabela 5: Valores percentuais de cinzas encontrados nas matérias primas utilizadas na produção de quitosana com fibras de mamão e abacaxi, no produto antes de encapsular e no produto encapsulado, em oito lotes de produção.

Análise	CINZAS (%)							
Lotes Amostra	1	2	3	4	5	6	7	8
Quitosana (matéria prima)	1,00	1,10	1,00	1,20	1,00	1,10	1,10	1,30
Fibra de mamão (matéria prima)	4,20	4,10	3,30	4,45	3,50	4,40	4,30	4,35
Fibra de abacaxi (matéria prima)	3,10	2,80	2,70	3,50	2,70	2,80	2,75	2,85
Produto antes de encapsular	1,80	1,60	1,70	1,60	1,60	1,60	1,60	1,70
Produto encapsulado	1,70	1,20	1,30	1,40	1,30	1,50	1,40	1,40

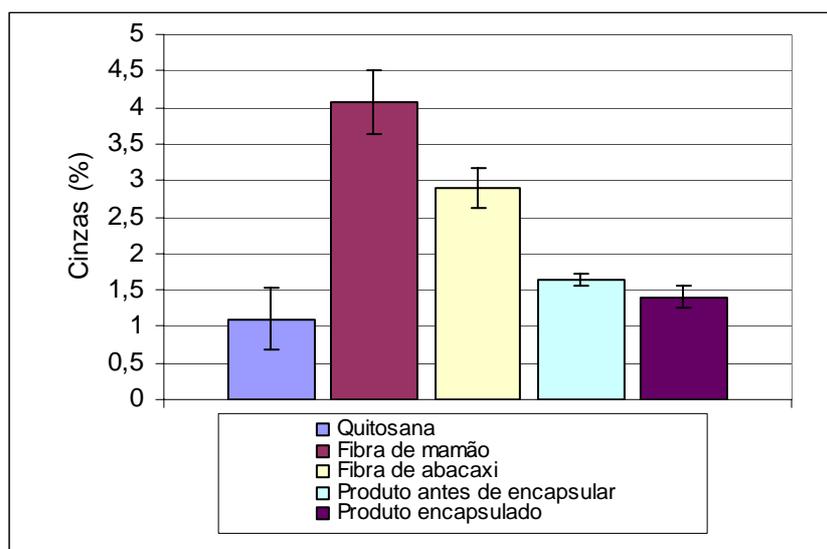


Figura 9: Valores de cinzas média (%) e desvio padrão das matérias-primas utilizadas na produção de quitosana com fibras de mamão e abacaxi, produto antes de encapsular e produto encapsulado, em oito lotes de produção.

5.2 Análises Microbiológicas

5.2.1 Contagem total de bactérias mesófilas

Os resultados da contagem de bactérias mesófilas nas matérias - primas, no produto antes de encapsular e no produto encapsulado são apresentado na Tabela 6 e Figura 10.

Não foi evidenciada contaminação bacteriana em nenhuma amostra de quitosana (Tabela 6 e Figura 10). Tal comportamento pode estar associado ao poder antimicrobiano atribuído à quitosana, bem como ao tratamento alcalino aplicado no seu processo de obtenção.

Darmadji & Izumimoto (1994) relatam que concentrações maiores que 0,1% de quitosana são necessárias para inibir o crescimento de *Escherichia coli* e SIMPSON *et al.*(1997) reportaram ser preciso somente 0,0075% de quitosana para inibir o crescimento deste mesmo microrganismo.

Vários fatores influenciam na atividade antimicrobiana da quitosana e de seus derivados, entretanto os autores são unânimes em relação ao seu potencial como agente antimicrobiano (OLIVEIRA, 2004).

As matérias-primas, o produto antes de encapsular e o produto encapsulado apresentaram atividade de água inferior a 0,49 (Tabela 3; Figura 7). Segundo Jay (2005), não ocorre crescimento bacteriano em limites de atividade de água inferiores a 0,60.

As fibras de mamão e abacaxi apresentaram, respectivamente, atividade de água e pH médio de 0,26, 5,11 e 0,26, 4,24 (Figuras 7 e 8; Anexos 2 e 3). A contagem de microrganismos observada no produto antes de encapsular e no produto encapsulado pode ser atribuída às contaminações originadas das luvas dos manipuladores, dos equipamentos e/ou das fibras de mamão e abacaxi.

Observando os resultados obtidos na contagem total de bactérias mesófilas na matéria prima quitosana e no produto encapsulado, percebe-se que eles estão dentro das especificações pré – estabelecidas pela empresa (Anexo 11).

Tabela 6: Resultados da contagem de bactérias mesófilas das matérias primas utilizadas na produção de quitosana com fibras de mamão e abacaxi, no produto antes de encapsular e no produto encapsulado, em oito lotes de produção.

Análise	BACTÉRIAS MESÓFILAS (UFC/g)							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Quitosana (matéria prima)	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10
Fibra de mamão (matéria prima)	$1,2 \times 10^2$	$1,3 \times 10^2$	$9,6 \times 10^2$	$2,6 \times 10^2$	$2,3 \times 10^2$	$5,4 \times 10^2$	$5,0 \times 10^2$	$5,5 \times 10^2$
Fibra de abacaxi (matéria prima)	$2,1 \times 10^2$	$1,6 \times 10^2$	$1,1 \times 10^2$	$7,4 \times 10^2$	$4,4 \times 10^2$	$2,9 \times 10^2$	$2,2 \times 10^2$	$2,7 \times 10^2$
Produto antes de encapsular	$1,8 \times 10^2$	$2,0 \times 10$	$1,9 \times 10^2$	$4,0 \times 10^2$	$2,8 \times 10$	$5,0 \times 10$	$7,5 \times 10$	$3,0 \times 10$

Produto encapsulado	$2,0 \times 10$	< 10	$1,5 \times 10^2$	$1,2 \times 10^2$	$2,8 \times 10^2$	$1,8 \times 10^2$	$2,0 \times 10$	< 10
---------------------	-----------------	------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-----------------	------

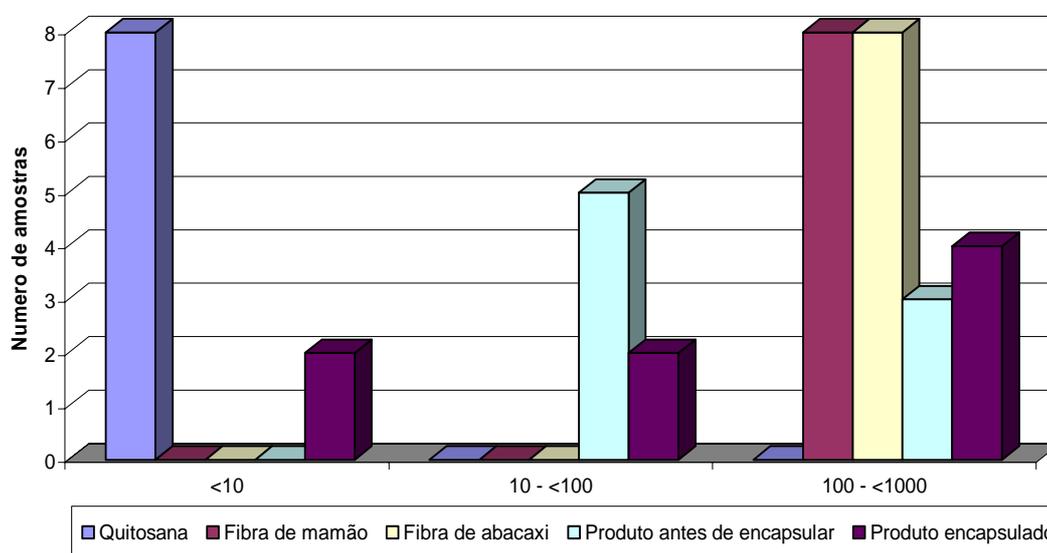


Figura 10: Contagem de bactérias mesófilas das matérias primas utilizadas na produção de quitosana com fibras de mamão e abacaxi, no produto antes de encapsular e no produto encapsulado, em oito lotes de produção.

Os resultados da contagem de bactérias mesófilas dos equipamentos e das luvas dos manipuladores durante a produção de quitosana com fibras de mamão e abacaxi são apresentados, respectivamente, nas Tabelas 7 e 8 e na Figura 11.

Em todas as amostras de insumos (cápsulas gelatinosas e embalagens plásticas), a contagem padrão de bactérias mesófilas foi sempre inferior a 10 UFC/ g de cápsulas e inferior a 10 UFC/ embalagem analisada.

Tabela 7: Resultados da contagem de bactérias mesófilas dos equipamentos utilizados na produção de quitosana de fibras de mamão e abacaxi, em oito lotes de produção.

Análise	BACTÉRIAS MESÓFILAS (UFC/cm ²)							
Lotes	1	2	3	4	5	6	7	8
Disco da Amostragem	$4,3 \times 10$	$1,3 \times 10$	< 10	< 10	< 10	$1,6 \times 10^2$	< 10	< 10

encapsuladeira								
Funil da encapsuladeira	4,0 x 10	3,8 x 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10
Bandeja da encapsuladeira	6,7 x 10	5,0 x 10	< 10	1,4 x 10	2,3 x 10	4,9 x 10	< 10	< 10
Misturador	3,7 x 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	7,5 x 10

Tabela 8: Resultados da contagem de bactérias mesófilas das luvas dos manipuladores envolvidos na produção de quitosana com fibras de mamão e abacaxi, em oito lotes de produção.

Análise	BACTÉRIAS MESÓFILAS (UFC/luva)								
	Lotes	1	2	3	4	5	6	7	8
Amostras									
Luvas dos manipuladores (início da produção)	—	—	< 10	2,3 x 10 ²	7,7 x 10 ²	2,0 x 10 ²	1,5 x 10	< 10	
Luvas dos manipuladores (fim da produção)	—	—	8,1 x 10 ²	1,5 x 10 ²	2,1 x 10 ³	3,2 x 10 ²	6,0 x 10	< 10	

— As análises das luvas só iniciaram a partir do lote 3.

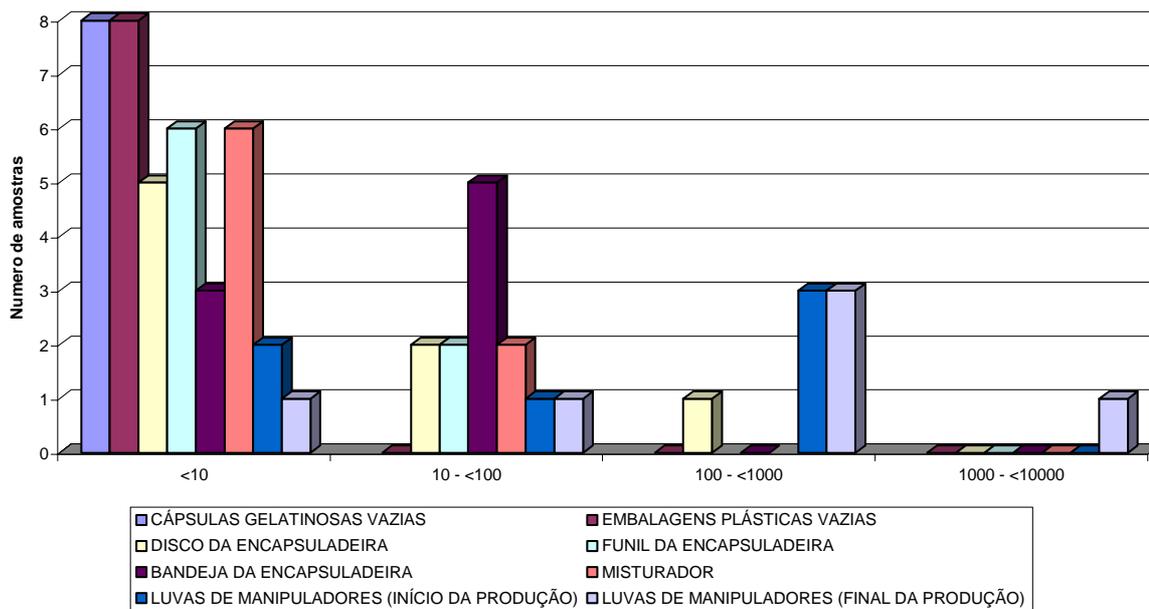


Figura 11: Contagem de bactérias mesófilas dos insumos (cápsula gelatinosas e embalagens plásticas), dos equipamentos e das luvas dos manipuladores durante a produção de quitosana com fibras de mamão e abacaxi, em oito lotes de produção.

A contagem de bactérias mesófilas dos equipamentos analisados é mostrada na Tabela 7. De acordo com Andrade e Macedo (1996), o processo de higienização se divide em duas etapas muito bem definidas: a limpeza e a sanitização. A limpeza consiste na remoção de resíduos orgânicos e sais minerais aderidos às superfícies. A sanitização objetiva eliminar os microrganismos patogênicos e reduzir o número de saprófitas ou alteradores a níveis considerados seguros. De forma mais simplificada, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA (2004) -, reporta que a higienização é uma operação que compreende duas etapas, a limpeza e a desinfecção.

Como a higienização não é um processo de esterilização, a presença de microrganismos é verificada. A legislação brasileira não estabelece limites para equipamentos e utensílios.

O serviço de saúde dos Estados Unidos – APHA (2001) -, recomenda que os equipamentos limpos e sanitizados, em serviços de alimentação, não devem apresentar mais que 2 UFC / cm². Tendo em vista que essa recomendação é muito rígida para os estabelecimentos brasileiros, alguns pesquisadores e algumas instituições admitem contagens de até 50 UFC/cm² de superfície (ANDRADE *et. al*, 2003).

Na maioria dos lotes analisados, o misturador e os três pontos da encapsuladeira apresentaram ausência de bactérias mesófilas. Contudo, a contaminação foi evidenciada

nos lotes 1, 2 e 6, na encapsuladeira (exceto no funil no lote 6), e nos lotes 1 e 8, do misturador (Tabela 7).

Entre os equipamentos analisados, a bandeja da encapsuladeira apresentou o maior índice de contaminação com bactérias mesófilas, provavelmente em função de sua estrutura de contaminação. Contudo, é importante ressaltar que, somente o lote 6, do disco da encapsuladeira, o lote 1, da bandeja da encapsuladeira, e o lote 8, do misturador, apresentaram contagens de bactérias mesófilas superiores a 50 UFC/cm²

As luvas utilizadas pelos manipuladores durante a produção não são estéreis. Todos os lotes apresentaram bactérias mesófilas nas luvas antes do início da produção (exceto os lotes 3 e 8) e no fim da produção (exceto lote 8) (Tabela 18; Figura 11).

Não há especificações pré – estabelecidas pela empresa para a contagem de bactérias mesófilas referentes às luvas de manipuladores utilizadas na produção de quitosana com fibras de mamão e abacaxi, e nem mesmo pela legislação de alimentos vigente.

5.2.2 Mofos e Leveduras

Os resultados de contagem de mofos e leveduras nas matérias-primas, no produto antes de encapsular e no produto encapsulado são apresentados na Tabela 9 e na Figura 12.

Não houve contaminação com fungos em nenhuma amostra de quitosana (Tabela 9 e Figura 12). A ausência de microrganismos pode ser justificada pelo fato desse substrato apresentar um pH bem alcalino. Frazier e Westhoff (1985) reportam que a maioria dos mofos e leveduras se desenvolvem melhor em pH ácido e também devido ao poder antimicrobiano atribuído à quitosana.

As matérias - primas, o produto antes de encapsular e o produto encapsulado apresentaram atividade de água inferior a 0,49 (Tabela 3). De acordo com Franco e Landgraf (1996), a atividade de água mínima requerida para multiplicação de mofos e leveduras é 0,60.

A contagem de bolores e leveduras observada nas fibras de mamão e abacaxi, conforme Tabela 9, pode estar associada às condições de processamento dessas fibras, enquanto que, no produto antes de encapsular e no produto encapsulado, pode estar associada às luvas dos manipuladores, aos equipamentos ou, ainda, às próprias fibras de mamão e abacaxi.

Observando os resultados obtidos na contagem de mofos e levedura na matéria-prima quitosana, percebe-se que ela está dentro das especificações pré – estabelecidas pela empresa (Anexo 11). Quanto às fibras de mamão e abacaxi utilizadas no processamento e ao produto encapsulado, não há especificações determinadas pela empresa e nem mesmo pela legislação de alimentos vigente.

Tabela 9: Resultados da contagem de mofos e leveduras das matérias primas utilizadas na produção de quitosana com fibras de mamão e abacaxi, no produto antes de encapsular e no produto encapsulado, em oito lotes de produção.

Análise	MOFOS E LEVEDURAS (UFC/g)								
	Lotes	1	2	3	4	5	6	7	8
Amostras									
Quitosana (matéria prima)	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10
Fibra de mamão (matéria prima)	$1,1 \times 10^2$	$1,3 \times 10^2$	$1,1 \times 10^2$	$2,6 \times 10^2$	$1,4 \times 10^2$	$2,5 \times 10$	$2,8 \times 10$	$2,3 \times 10$	
Fibra de abacaxi (matéria prima)	< 10	$1,6 \times 10^2$	$6,5 \times 10$	< 10	$5,7 \times 10^2$	$4,8 \times 10^2$	$4,7 \times 10^2$	$4,4 \times 10^2$	
Produto antes de encapsular	< 10	$2,0 \times 10$	$3,5 \times 10$	< 10	$2,5 \times 10$	$1,5 \times 10$	< 10	< 10	
Produto encapsulado	< 10	< 10	$1,5 \times 10$	< 10	$2,0 \times 10$	< 10	$1,0 \times 10$	< 10	

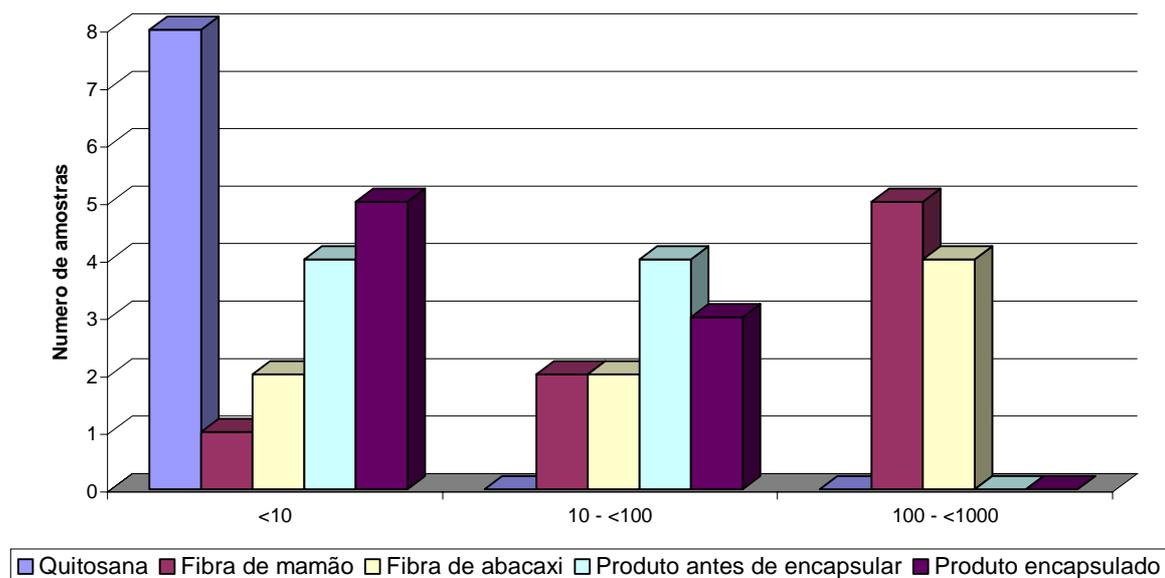


Figura 12: Contagem de mofo e leveduras nas matérias primas utilizadas na produção de quitosana com fibras de mamão e abacaxi, no produto antes de encapsular e no produto encapsulado, em oito lotes de produção.

Os resultados da contagem de mofo e leveduras dos equipamentos utilizados durante a produção de quitosana com fibras de mamão e abacaxi são apresentados na Tabela 10 e Figura 13. Os índices de contaminação foram sempre baixos com variações de < 10 UFC/g a $6,7 \times 10$ UFC/cm² (Tabela 10).

Em relação à presença de mofo e leveduras nos insumos (cápsulas gelatinosas e embalagens plásticas), todas as amostras analisadas tiveram crescimento sempre inferior a 10 UFC/g, de cápsulas, e inferior a 10 UFC/embalagem plástica analisada.

Não há especificações pré – estabelecidas pela empresa para a contagem de mofo e leveduras referente aos insumos e equipamentos utilizados na produção de quitosana com fibras de mamão e abacaxi, e nem mesmo pela legislação de alimentos vigente.

Tabela 10: Resultados da contagem de mofos e leveduras nos equipamentos utilizados na produção de quitosana com fibras de mamão e abacaxi, em oito lotes de produção.

Análise	MOFOS E LEVEDURAS (UFC/cm ²)								
	Lotes	1	2	3	4	5	6	7	8
Disco da encapsuladeira		2,3 x 10	< 10	< 10	< 10	< 10	6,7 x 10	< 10	< 10
Funil da encapsuladeira		2,6 x 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10
Bandeja da encapsuladeira		< 10	< 10	< 10	< 10	2,3 x 10	4,3 x 10	< 10	< 10
Misturador		< 10	< 10	< 10	< 10	1,3 x 10	< 10	< 10	< 10

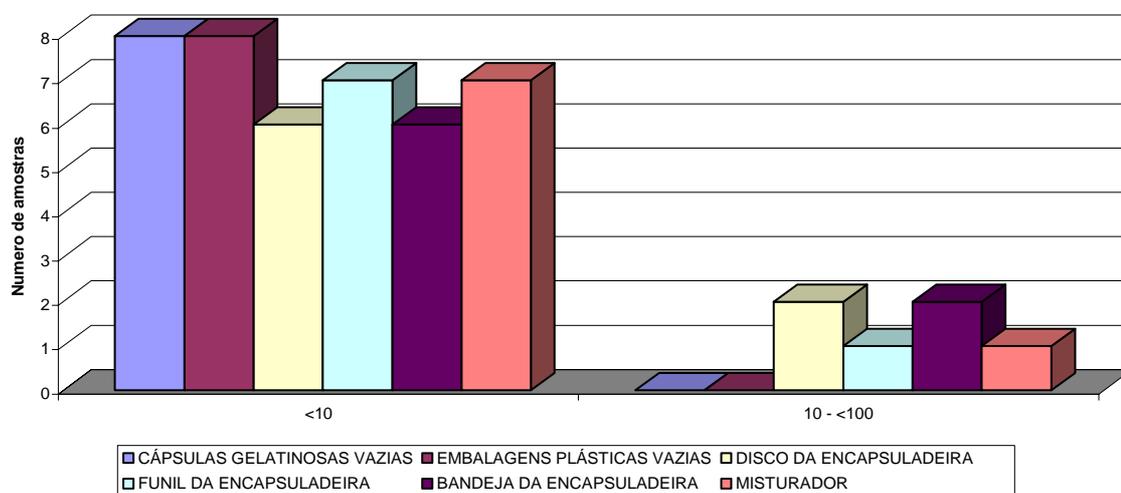


Figura 13: Contagem de mofos e leveduras nos insumos (cápsulas e embalagens plásticas) e equipamentos utilizados na produção de quitosana com fibras de mamão e abacaxi, em oito lotes de produção.

5.2.3 Coliformes Totais

Em todas as amostras analisadas de todos os lotes, o crescimento foi sempre inferior a 10 UFC, não tendo sido verificada a contaminação com coliformes totais, indicando um padrão sanitário satisfatório.

A Resolução de Diretoria Colegiada - RDC nº 12, de 02 de janeiro de 2001 (ANVISA, 2001) -, no item 27 (c) estabelece para outros produtos em pó, cápsulas, drágeas e similares um nível máximo de contaminação de 10 UFC ou NMP de coliformes, a 45°C/g ; 10² UFC de estafilococos coagulase positiva/g e ausência de *Salmonella sp* / 25g. Para frutas secas liofilizadas, como o abacaxi e o mamão, a citada legislação determina, no item 1 (c), uma tolerância máxima de 10² UFC ou NMP de coliformes, a 45°C /g e ausência de *Salmonella sp* / 25g.

Observando os resultados obtidos na contagem de coliformes totais na matéria- prima quitosana e no produto encapsulado, percebe-se que eles estão dentro das especificações pré – estabelecidas pela empresa (Anexo 11) e também de acordo com a RDC nº 12 (ANVISA, 2001).

6 CONCLUSÕES

- O pH, com baixa acidez, a baixa atividade de água e a própria natureza antifúngica e antimicrobiana da quitosana foram fatores limitantes ao desenvolvimento microbiano na matéria – prima quitosana.
- Foi verificada uma variação considerável no teor de umidade da quitosana, nos lotes analisados, indicando a necessidade de um controle das condições de processamento e estocagem. Embora duas amostras da matéria - prima quitosana tenham apresentado umidades de 8,85 e 9,10%, as atividades de água foram inferiores a 0,50, garantindo a sua estabilidade química e microbiológica.
- A quitosana pura e os insumos (cápsulas e embalagens plásticas) não foram fontes de contaminação para o produto encapsulado.
- A contaminação com bactérias mesófilas, mofos e leveduras nas fibras de mamão e abacaxi, no produto antes de encapsular e no produto encapsulado foram decorrentes da microbiota presente na própria fibra, dos equipamentos e das luvas dos manipuladores, mas não coloca em risco a segurança do produto.
- Embora o produto encapsulado tenha apresentado pH próximo ao ideal, para o crescimento microbiano, a reduzida atividade de água, as condições de embalagem e natureza antifúngica e antimicrobiana da quitosana impediram o desenvolvimento de microrganismos.
- Embora a fibra de mamão tenha um elevado teor de cinzas, quando comparado à fibra de abacaxi e quitosana, o produto analisado não pode ser considerado uma boa fonte de minerais, tendo em vista que os valores obtidos nas análises de cinzas foram baixos.
- O produto encapsulado quitosana com fibras de mamão e abacaxi, analisado no presente trabalho e designado pela atual legislação como alimento novo, pode ser considerado um alimento seguro.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA – ANVISA. RDC nº 326 – SVS / MS, de 30 de julho de 1997. Regulamento técnico sobre as condições higiênico – sanitárias e de boas práticas de fabricação para estabelecimentos produtores / industrializadores de alimentos. Anexo I. Disponível em: < http://www.anvisa.gov.br/legis/portarias/326_97.htm>. Acesso em: 13 de janeiro de 2004.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA – ANVISA. Resolução nº 16, de 30 de julho de 1999 (republicada em 03/12/99). Regulamento técnico de procedimentos para registro de alimentos e/ou novos ingredientes. Anexo .Disponível em: < http://www.anvisa.gov.br/legis/resl/17_99.htm>. Acesso em: 27 de janeiro de 2004.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA – ANVISA. Resolução n. 102/00, de 01 de junho de 2001. Disponível em: <http://e-legis.bvs.br/leisref/public/showAct.php?id=11079>. Acesso realizado em 09 de maio de 2006.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA – ANVISA. Resolução - RDC nº 12, de 2 de janeiro de 2001. Regulamento técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos. Disponível em http://www.anvisa.gov.br/legis/resol/12_01rdc.htm. Acesso realizado em 06 de agosto de 2006.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA – ANVISA. Resolução RDC nº 216, de 15 de setembro de 2004. Regulamento Técnico de Boas Práticas para Serviços de Alimentação. Disponível em: <http://e-legis.anvisa.gov.br/leisref/public/showAct.php?id=12546>. Acesso em 09 de maio de 2006.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA – ANVISA. Comissão Técnica – GPESP. 2005

APHA - AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. **Compendium of methods for the microbiological examination of foods**. 4th ed. Washington, 2001.

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION– APHA. **Compendium of methods for the microbiological examination of foods**. 4th ed. Washington, 2002.

ANDRADE, N. J. de; MACEDO, J. A. B. de. **Higienização na Indústria de Alimentos**. São Paulo: Varela, 1996.

ANDRADE, N. J.de. SILVA, R. M. M. da. BRABES, K. C. S. Avaliação das condições microbiológicas em unidades de alimentação e nutrição. **Ciência Agrotécnica**, Lavras. V.27, n.3, p.590-596, maio/jun., 2003

ASSIS, O. B. G.; PESSOA, J.D.C. **Preparation of Thin Films of Chitosan for use as Edible Coatings to Inhibit Fungal Growth on Sliced Fruits**. Journal Food Technollogy., v.7, n.1, p.17-22, jan./jun. Brasil, 2004. Disponível em: <http://www.ital.org.br/brazilianjournal/free/p04157.pdf>. Acesso em: 13 de março de 2005.

ASSIS, O. B. G.; ALVES, H. C.; PESSOA, J.D.C. **Avaliação Preliminar do Uso de Quitosana como Revestimento Protetor em Maças Cortadas**. Ano: 2004. Disponível em: <http://www.ufpel.tche.br/sbfruti/anais-xvii-cbf/poscolheita/696.htm>. Acesso em: 08 de setembro de 2004.

ASSOCIAÇÃO DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL DO ESTADO DE RONDÔNIA. Disponível em: <http://www.emater-rondonia.com.br/Mamao.htm>. Acesso realizado em: 08 de novembro de 2005.

BEIRÃO, L. H. CASCA DE CAMARÃO COMBATE COLESTEROL. Disponível em: <http://an.uol.com.br/ancapital/1999/mai/03/>. Acesso realizado em: 05 de junho de 2005.

CAMPANA FILHO, S.P., DESBRIÈRES, J. Chitin, chitosan and derivatives. In: FROLLINI, E.; LEÃO, A.L.; MATTOSO, L.H.C. (Ed.). **Natural polymers and agrofibers composites**. São Carlos: Embrapa Instrumentação Agropecuária: USP-Instituto de Química de São Carlos: UNESP-Faculdade de Ciências Agrônômicas, 2000.

CARACTERÍSTICAS E VALOR NUTRICIONAL DAS FRUTAS – MAMÃO. Disponível em: http://www.todafruta.com.br/todafruta/mostra_conteudo.asp?conteudo=7905. Acesso realizado em: 08 de novembro de 2005.

CECCHI, H. M. Fundamentos teóricos e práticos em análises de alimentos. Campinas, SP. Editora: Unicamp. 1999.

CHAVES, J.B.P. **Contaminação de alimentos: o melhor é preveni-la**. Disponível em: <http://www.dta.ufv.br/artigos/contal.htm>. Acesso em: 01 de fevereiro de 2006.

CRAVEIRO, A. A; Craveiro, A. C; Queiroz, D. C. **Quitosana: A Fibra do Futuro**. Fortaleza, 1999.

CRUZ, R. S., SOARES, F.F. de. Efeito da adição de CO₂ sobre o crescimento microbiano em macarrão tipo massa fresca. **Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Vol.22 no.2 - Campinas Maio/Agosto. 2002. Disponível em http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-20612002000200008. Acesso realizado em 31 de janeiro de 2006.

CUÉLLAR, M.A.B. **Quitina-quitosana: los polímeros del futuro**. Santiago de Cali: SENA, 2002. 113p.

DARMADJI, P. & IZUMIMOTO, M. Effect of chitosan in meat preservation. **Meat Science**, v.38. 1994.

DONADEL, K. **Biomateriais estruturas, propriedade e aplicações da quitina e quitosana**. Florianópolis, 2004. Disponível em:

http://www.materiais.ufsc.br/Disciplinas/BIOMAT/Trabalhos/trabalho_quitosana.pdf.

Acesso em 13 de março de 2005.

FÁVARO, T. Cientistas testam curativo para queimaduras. Cenário XXI. Disponível em http://www.cpopular.com.br/cenarioxxi/conteudo/mostra_noticia.asp?noticia=1343781&area=2259&authent=A824519360DCFBAFEF56586717FC64. Acesso em: 24 de janeiro de 2006

FIBRAS ALIMENTARES PROTEGEM O ESTÔMAGO DA FORMAÇÃO DE ÚLCERAS. Revista Eletrônica de Jornalismo Científico. Disponível em: <http://www.comciencia.br/200404/noticias/3/fibras.htm>. Acesso em 24 de janeiro de 2004.

FORSYTHE, S. J. **Microbiologia da Segurança Alimentar**. Porto Alegre: Artmed, 2002.

FRANCO, B. D. G. de M.; LANDGRAF, M. **Microbiologia de alimentos**. São Paulo: Atheneu, 1996. 182 p.

FRAZIER, W.C.; WESTHOFF, D.C. **Microbiologia de los alimentos**. Zaragoza. Ed: Acribia. 1985

GAVA, A. J. **Princípios de Tecnologia de Alimentos**. 1º edição. São Paulo: Nobel, 1998.

HIRANO, S. *et al.* – **Chitin and Chitosan: Ecollogically Bioactive Polymers - Biotechnollogy and Bioactive Polymers**, Plenum Press. New York, 1990).

HORWITZ, W. (ed). **Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists**. 17th ed. Gaithersburg, Maryland: AOAC, 2000. vol. 2, chapter 50.

INDÚSTRIA BENEFICIADORA DE QUITOSANA. **Quitosana**: informação técnica. Fortaleza, 2003.

INDÚSTRIA BENEFICIADORA DE QUITOSANA. Disponível em: <http://www.selachii.com.br>. Acesso disponível em: 14 de março de 2005.

INGREDIENTES E ADITIVOS PARA CARNES: SEGURANÇA E INOVAÇÃO. Disponível em http://dipemar.com.br/317/materia_aditivos3_carne.htm. Acesso em : 28 de janeiro de 2004.

IAL - INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz. 3.ed. São Paulo: 1985.

JAY, M. J. **Microbiologia de Alimentos**. Porto Alegre: Artmed, 2005.

KIMURA, I.Y. **Remoção de corantes reativos contendo grupos vinilsulfona e triazina por adsorção e coagulação/floculação com quitosana**. Florianópolis: USFC, 2001. Tese (Doutorado em Química), Departamento de Química, Universidade Federal de Santa Catarina, 2001.

KNORR, D. Recovery and utilization of chitin and chitosan in food processing waste management. **Food Technology**, p.114-122. 1991.

KUMAR, M.N.V.R. A review of chitin and chitosan applications. **Reactive and Functional Polymers**, v.46, n.1, p.1-27. 2000.

LENICE, O., FREIMAN, A. U. O., SABAA, S. Determinação de proteína total e escore de aminoácidos de bromelinas extraídas dos resíduos do abacaxizeiro (*Ananas comosus*, (L.) Merrill). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Vol.19 n.2 Campinas. 1999. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-20611999000200002. Acesso em: 08 de novembro de 2005.

MATHUR, N.K. e NARANG, C.K. Chitin and chitosan, versatile polysaccharides from marine animals. **Journal of Chemical Education**, v.67, n.11, p.938-942. 1990.

MOURA, M. R. L. Alimentos Funcionais: os benefícios e legislação. Disponível em : <http://acd.ufrj.br/consumo/leituras/ld_mirian_alimfunc.pdf>. Acesso em: 28 de janeiro de 2004.

MUZZARELLI, R.A.A. Chitosan-based dietary foods. **Carbohydrate Polymers**, v.29, n.4, p.309-316. 1996.

NO, H. K., PARJ, N. Y., LEE, S. H., MEYERS, S. P. Antibacterial activity of chitosan and chitosan oligomers with different molecular weights. **International Journal Food Microbiology**, **74** p. 65-72. 2002

OLIVEIRA, R. P. de. **Avaliação do efeito antimicrobiano *in vitro* de quitosana e da associação quitosana/clorexidina sobre a saliva e *Streptococcus mutans***. São Carlos. 2004.

PEN, L.T. e JIANG, Y.M. Effects of chitosan on shelf life and quality of fresh-cut Chinese water chestnut. **Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie/FST**, v.36, p.359-364. 2003.

PRINCIPAIS APLICAÇÕES DA QUITOSANA. Disponível em: http://www.enq.ufsc.br/labs/probio/disc_eng_bioq/trabalhos_pos2004/biopolimeros/quitinaequitosana2.htm. Acesso em 13 de março de 2005 .

PROCESSO TRADICIONAL PARA OBTENÇÃO DA QUITOSANA. Disponível em: http://www.enq.ufsc.br/labs/probio/disc_eng_bioq/trabalhos_pos2004/biopolimeros/quitinaequitosana1.htm. Acesso em 13 de março de 2005.

QUITINA E QUITOSANA. Disponível em: http://www.enq.ufsc.br/labs/probio/disc_eng_bioq/trabalhos_pos2004/biopolimeros/quitinaequitosana1.htm. Acesso em 13 de março de 2005.

QUITOSANA. Aplicações. Disponível em: http://www.polymar.com.br/quitosana/quito_apli.htm. Acesso realizado em 05 de junho de 2005.

RANE, K.D. e HOOVER, D.G. An evaluation of alkali and acid treatments for chitosan extraction from fungi. **Process Biochemistry**, v.28, n.2, p.115-118. 1993.

SANTOS, J. E. dos; SOARES, J. P. da; DOCKAL, E. R.; FILHO, S. P. C.; CAVALHEIRO, É. T.G. Caracterização de quitosanas comerciais de diferentes origens. **Polímeros**, vol.13 no.4 São Carlos Oct./Dec. 2003. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-14282003000400009. Acesso em 24 de janeiro de 2006.

SHAHIDI, F., ARACHCHI, J. K. V., JEON, Y. J. Food applications of chitin and chitosans. **Trends in Food Sci. Tech.**, 10 p. 37-51. 1999.

SIMPSON, B.K., GAGNE, N., ASHIE, I. N. A., NOROOZI, E. Utilization of chitosan for preservation of raw shrimp (*Pandalus Boreali*). **Food biotechnology**, v.11,1997.

SUNTORNUSUK, W.; POCHANAVANICH, P. e SUNTORNUSUK, L. Fungal chitosan production on food processing by-products. **Process Biochemistry**, v.37, n.7, p.727-729. 2002.

SYNOWIECKI, J. e AL-KHATEEB, N.A.A.Q. Mycelia of *Mucor rouxii* as a source of chitin and chitosan. **Food Chemistry**, v.60, n.4, p.605-610. 1997.

THARANATHAN, R.N. Biodegradable films and composite coatings: past, present and future. **Food Science and Technology**, v.14, p.71-78. 2003.

THARANATHAN, R.N. e KITTUR, F.S. Chitin - the undisputed biomolecule of great potential. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v.43, n.1, p.61-87. 2003.

ANEXOS

Anexo 1: Parâmetros estatísticos dos desvios padrões e dos percentuais médios de umidade das matérias - primas utilizadas na produção de quitosana com fibras de mamão e abacaxi, produto antes de encapsular e no produto encapsulado.

Análise	Amostras	Desvios Padrões	Médias (%)
Umidade	Quitosana (matéria prima)	2,847430	4,550000
	Fibras de mamão	0,7657571	4,331250
	Fibras de abacaxi	0,6925303	4,156250
	Produto antes de encapsular	2,367554	3,206250
	Produto encapsulado	1,955855	3,986250

Anexo 2: Parâmetros estatísticos dos desvios padrões e médias da atividade de água das matérias - primas utilizadas na produção de quitosana com fibras de mamão e abacaxi, produto antes de encapsular e no produto encapsulado.

Análise	Amostras	Desvios Padrões	Médias
Atividade de água	Quitosana (matéria prima)	0,4496030	0,4175000
	Fibras de mamão	0,3058945	0,2625000
	Fibras de abacaxi	0,3422614	0,2600000
	Produto antes de encapsular	0,4862392	0,3625000
	Produto encapsulado	0,3720119	0,3687500

Anexo 3: Parâmetros estatísticos dos desvios padrões e das médias de pH das matérias - primas utilizadas na produção de quitosana com fibras de mamão e abacaxi, produto antes de encapsular e no produto encapsulado.

Análise	Amostras	Desvios Padrões	Médias
pH	Quitosana (matéria prima)	0,5465933	8,837500
	Fibras de mamão	0,1291732	5,115000
	Fibras de abacaxi	0,2573908	4,247500
	Produto antes de encapsular	0,1171614	7,641250
	Produto encapsulado	0,1161203	7,623750

Anexo 4: Parâmetros estatísticos dos desvios padrões e das médias de cinzas das matérias - primas utilizadas na produção de quitosana com fibras de mamão e abacaxi, produto antes de encapsular e no produto encapsulado.

Análise	Amostras	Desvios Padrões	Médias
Cinzas	Quitosana (matéria prima)	0,1069045	1,100000
	Fibras de mamão	0,4342481	4,075000
	Fibras de abacaxi	0,2738613	2,900000
	Produto antes de encapsular	0,7559289	1,650000
	Produto encapsulado	0,1511858	1,400000

Anexo 5: Parâmetros estatísticos dos desvios padrões e das médias de contagem total de bactérias mesófilas das matérias - primas utilizadas na produção de quitosana com fibras de mamão e abacaxi, produto antes de encapsular e no produto encapsulado.

Análise	Amostras	Desvios Padrões	Médias
Contagem total de bactérias mesófilas	Quitosana (matéria prima)	—	—
	Fibras de mamão	0,3239305	2,515478
	Fibras de abacaxi	0,2560577	2,414575
	Produto antes de encapsular	0,4686614	1,866928
	Produto encapsulado	0,4994415	1,926627

Anexo 6: Parâmetros estatísticos dos desvios padrões e das médias de contagem total de bactérias mesófilas dos equipamentos utilizados na produção de quitosana com fibras de mamão e abacaxi.

Análise	Equipamentos	Desvios Padrões	Médias
Contagem total de bactérias mesófilas	Disco da encapsuladeira	0,5452883	1,650510
	Funil da encapsuladeira	0,1575151	1,590922
	Bandeja da encapsuladeira	0,2812821	1,544619
	Misturador	0,2169821	1,721631

Anexo 7: Parâmetros estatísticos dos desvios padrões e das médias de contagem total de bactérias mesófilas das luvas de manipuladores utilizados no início e ao final da produção de quitosana com fibras de mamão e abacaxi.

Análise	Amostras	Desvios Padrões	Médias
Contagem total de bactérias mesófilas	Luvas das mãos de manipuladores (início da produção)	0,7198678	2,181335
	Luvas das mãos de manipuladores (final da produção)	0,5178808	2,542288

Anexo 8: Parâmetros estatísticos dos desvios padrões e das médias de mofos e leveduras das matérias - primas utilizadas na produção de quitosana com fibras de mamão e abacaxi, produto antes de encapsular e no produto encapsulado.

Análise	Amostras	Desvios Padrões	Médias
Mofos e Leveduras	Quitosana (matéria prima)	—	—
	Fibras de mamão	0,4055817	1,870582
	Fibras de abacaxi	0,4345404	2,294950
	Produto antes de encapsular	0,1554686	1,354782
	Produto encapsulado	0,1512376	1,159040

Anexo 9: Parâmetros estatísticos dos desvios padrões e das médias de mofos e leveduras equipamentos utilizados na produção de quitosana com fibras de mamão e abacaxi.

Análise	Equipamentos	Desvios Padrões	Médias
Mofos e Leveduras	Disco da encapsuladeira	0,3283429	1,593901
	Funil da encapsuladeira	0,000000	1,414973
	Bandeja da encapsuladeira	0,1921496	1,497598
	Misturador	0,000000	1,113943

Anexo 10: Especificações físico - químicas da empresa responsável pela produção de quitosana com fibras de mamão e abacaxi.

Amostras Análises	pH	Umidade	Cinzas
Quitosana (matéria- prima)	7,0 a 9,5	Máximo 10%	—
Fibra de mamão	3,0 a 5,0	Máximo 6%	Máximo 6%
Fibra de abacaxi	3,0 a 5,0	Máximo 4%	Máximo 6%
Produto encapsulado	7,0 a 8,5	Máximo 10%	—

(—) Não é realizado.

Anexo 11: Especificações microbiológicas da empresa responsável pela produção de quitosana com fibras de mamão e abacaxi.

Amostras Análises	Contagem Total (UFC/g)	Mofos e Leveduras (UFC/g)	Coliformes Totais (UFC/g)
Quitosana (matéria- prima)	Máximo 10^3	Máximo 10^2	< 10
Fibra de mamão	—	—	—
Fibra de abacaxi	—	—	—
Produto encapsulado	Máximo 10^3	—	< 10

(—) Não há especificações.