

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO



ESCOLA DE QUÍMICA



ANÁLISE PRELIMINAR DA VIABILIDADE ECONÔMICA DA PRODUÇÃO DE QUITOSANA

Orientadores:

Daniel Weingart Barreto

Carlos Augusto G. Perlingeiro

Alunos:

Fabiana da Silva Simões

Bruno Balisa Santana

Martha Maria Smilgat Leal Brandão

ÍNDICE

1 – OBJETIVO	5
2 – INTRODUÇÃO	5
3 – MATÉRIA-PRIMA	6
3.1 – O CAMARÃO NO BRASIL	6
3.2 – DISPONIBILIDADE DE CASCA DE CAMARÃO NO BRASIL	8
3.3 – COMPOSIÇÃO QUÍMICA DA CASCA DO CAMARÃO	9
4 – QUITOSANA	9
4.1 – PROPRIEDADES	11
4.2 – USOS DA QUITOSANA	11
4.2.1 – TRATAMENTO DE ÁGUAS E EFLUENTES	12
4.2.2 – MANUFATURA DE LENTES DE CONTATO	12
4.2.3 – COSMÉTICOS	13
4.2.4 – MEMBRANAS ARTIFICIAIS	14
4.2.5 – PRESERVAÇÃO DE FRUTAS E LEGUMES	14
4.2.6 – TRATAMENTO DE LESÕES NA PELE	15
5 – REAPROVEITAMENTO DE RESÍDUOS	15
5.1 – RESÍDUOS DA CARCINICULTURA	15
6 – PLANO DE NEGÓCIOS	19
6.1 - A EMPRESA	19
6.2 – FORÇAS COMPETITIVAS CINA CAMARÃO	20
6.2.1 - ANÁLISE MICROAMBIENTE	20
6.3 – OPORTUNIDADES E RISCOS SETORIAIS CINA CAMARÃO	21
6.3.1 - ANÁLISE MACROAMBIENTE	21
6.4 – A EMPRESA CINA QUITOSANA	22
6.5 – FORÇAS COMPETITIVAS CINA QUITOSANA	22
6.5.1 - ANÁLISE MICROAMBIENTE	22
6.6 – OPORTUNIDADES E RISCOS SETORIAIS CINA QUITOSANA	23
6.6.1 ANÁLISE MACROAMBIENTE	23
6.7 – DISPONIBILIDADE DE REAGENTES	26
6.7.1 - HIDRÓXIDO DE SÓDIO/SODA CÁUSTICA (NaOH)	26
6.7.2 ÁCIDO CLORÍDRICO (HCl)	26
6.7.3 NEUTRASE	27
6.7.4 BROMELINA	27
6.7.5 HIPOCLORITO DE SÓDIO	27
7 – METODOLOGIA EXPERIMENTAL	28
7.1 – PREPARAÇÃO DA QUITOSANA	28
7.2 DETERMINAÇÃO DAS MELHORES CONDIÇÕES REACIONAIS	31
7.2.2 – DESPROTEINIZAÇÃO SEGUNDO PATENTE PI 9800375-5 A	32

7.2.3 – ESCOLHA DO DESPIGMENTADOR MAIS EFICIENTE.....	33
7.2.4 – DESACETILAÇÃO.....	33
7.3 – DESPROTEINIZAÇÃO VIA TRADICIONAL E ENZIMÁTICA.....	34
7.3.1 - <i>Desproteíntização pela rota tradicional</i>	34
7.3.2 - <i>Desproteíntização usando bromelina</i>	34
7.3.3 - <i>Desproteíntização usando alcalase</i>	35
7.3.4 - <i>Desproteíntização neutrase</i>	35
7.3.5 - DESMINERALIZAÇÃO.....	36
7.3.6 - DESPIGMENTAÇÃO.....	36
7.3.7 - DESACETILAÇÃO.....	37
8 – ANÁLISE DE GASTOS COM REAGENTES (NEUTRASE X TRADICIONAL)	38
8.1.1 – ANÁLISE DE INVESTIMENTO MENSAL, DE REAGENTE, DA DESPROTEINIZAÇÃO PELA ROTA TRADICIONAL.....	39
8.1.2 - ANÁLISE DE INVESTIMENTO MENSAL, DE REAGENTES E DA DESPROTEINIZAÇÃO PELA ROTA DA NEUTRASE.....	39
8.2 – DEFINIÇÃO DA MELHOR ROTA.....	40
9 –ANÁLISE DO EMPREENDIMENTO EM ESCALA INDUSTRIAL.....	41
9.1 – LOGÍSTICA DE PRODUÇÃO.....	41
9.2 - ESPECIFICAÇÃO E CUSTO DOS EQUIPAMENTOS.....	41
9.3 – ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA.....	42
10 – ESTUDOS FUTUROS.....	42
11 – CONCLUSÕES.....	43
12 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	43
14 - ANEXOS.....	45

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 – <i>Crescimento do cultivo de camarão ao longo dos anos (7)</i>	7
Figura 2 – <i>Evolução da produção de camarão cultivado (7)</i>	7
Figura 3 – <i>Volume das exportações de camarão no Brasil (7)</i>	8
Figura 4 – <i>Estrutura da Quitosana</i>	10
Figura 5 – <i>Estrutura da Quitina</i>	10
Figura 6 – <i>Fluxograma representativo da produção de quitosana.</i>	30
Figura 7 – <i>Fluxograma da rota tradicional de quitosana em escala industrial</i>	39
Figura 8 – <i>Fluxograma da rota da neutrase em escala industrial</i>	40

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - <i>Composição química da casca de camarão</i>	9
Tabela 2 – <i>Principais Aplicações da Quitina e Quitosana (14)</i>	11
Tabela 3 – <i>Influência das etapas da produção de camarão no meio ambiente (7)</i>	17
Tabela 4 – <i>Avaliação da intensidade entre concorrentes (15)</i>	20
Tabela 5 – <i>Comparação de itens estratégicos entre empresas</i>	23
Tabela 8 – <i>Estimativa do gasto mensal dos reagentes</i>	39
Tabela 9 – <i>Estimativa do gasto mensal dos reagentes</i>	40

1 – OBJETIVO

Esse trabalho visa à produção do polissacarídeo quitosana a partir da casca e da cabeça de camarão, implementando uma rota já utilizada industrialmente a fim de reduzir custos e danos ambientais, com o objetivo final de mostrar que o tratamento do rejeito da indústria do camarão poderá gerar lucros para a empresa que o descarta.

Para tornar o projeto diretamente aplicável, escolhemos a empresa **CINA** - Cia. nordeste de Aquicultura e Alimentação - para analisarmos a implantação de uma planta geradora de quitosana.

Para avaliarmos se é ou não um bom negócio implantar uma unidade geradora de quitosana na empresa CINA, iniciamos uma série de estudos, tais como análise de mercado, disponibilidade de matéria prima, disponibilidade de reagentes e trabalhos experimentais.

2 – INTRODUÇÃO

O descarte da cabeça e da casca de camarão pelas indústrias representa grande desperdício, pois além dessas partes serem extremamente nutritivas, pode-se agregar valor a esses rejeitos, através da extração da quitina, que pode ser convertida em quitosana.

Em 2004 foram produzidas no Brasil 90,2 mil toneladas de camarão marinho cultivado. Cerca de 31,0 mil toneladas de rejeitos foram gerados. Considerando as perdas durante o processo de extração, cerca de 7,0 mil toneladas de quitosana poderiam ser geradas. Porém, menos da metade desse rejeito são reaproveitados. (7)

A quitosana é um polissacarídeo com muitas aplicações, daí o interesse em extraí-la. Abaixo, encontram-se algumas aplicações desse polissacarídeo: (6)

- Purificação de água residual de indústrias;
- Estabilizantes de gorduras em preparações de alimentos;
- Estabilizante de aromas;
- Meio de troca iônica;
- Aditivos de cosméticos e Shampoos;
- Absorvente na remoção de metais pesados;
- Proteção bactericida de sementes;
- Estabilizante de frutas e verduras perecíveis;
- Agente imobilizante de microrganismos;
- Agente absorvedor de gorduras;
- Redução de colesterol LDL;
- Regeneração de ferimentos;
- Auxiliar no controle da pressão arterial;
- Regenerador de estrutura óssea;
- Redução do nível de ácido úrico;
- Promoção da perda de peso;

- Auxilia o colesterol HDL;
- Bactericida /antiviral;
- Inibe a formação de placas dentárias;
- Aumenta a absorção de cálcio;
- Membranas artificiais.

3 – MATÉRIA-PRIMA

3.1 – O CAMARÃO NO BRASIL

O camarão de cultivo brasileiro é um dos melhores do mundo, consolidando-se como um produto altamente competitivo no mercado internacional. O meio ambiente favorável e a tecnologia utilizada destacam esse produto no mercado internacional. (7)

O camarão é produzido sem o uso de antibióticos, o que garante um produto seguro e saudável. As empresas utilizam técnicas e procedimentos de controle criteriosos na seleção de matrizes, na produção de pós-larvas, no acompanhamento do período de engorda, nas operações de despesca, e no processamento final do camarão. (7)

O destaque na produção do camarão é a região nordeste, a qual segundo dados da Associação Brasileira dos Criadores de Camarão - ABCC, é responsável por 97% de todo o camarão produzido no Brasil. As principais fazendas de produção estão no próprio Ceará, Pernambuco, Sergipe, Rio Grande do Norte, São Paulo e Santa Catarina. (7)

A produção brasileira de camarão, de todos os tipos, voltados para atender à demanda do mercado externo, irá totalizar 160 mil toneladas, com 20 mil hectares de áreas de produção. Haverá um incremento de 33,33% na produção, comparando com as 120 mil toneladas produzidas até o final de 2004; e aumento de 17,64% na área para 17 mil hectares este ano (ver gráfico abaixo). (7)

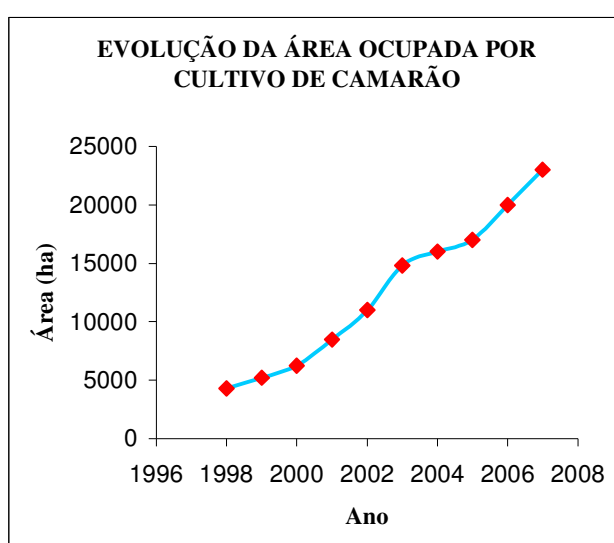


Figura 1 – Crescimento do cultivo de camarão ao longo dos anos (7)

O Brasil hoje é o sexto produtor mundial e a expectativa é ser líder até 2010. De todos os países que cultivam o camarão, o Brasil é o único a cultivar de janeiro a dezembro sem diferenciação, diferente da Ásia que tem um ciclo longo, mas que depois tem que parar por causa da diversidade de clima. (7)

Nos últimos quatro anos, a partir de 2001, a produção de camarão saltou de 8,5 mil hectares e 40 mil toneladas de produção para 17 mil hectares e 120 mil toneladas produzidas, performance a ser confirmada ao final deste ano. Em termos de hectares, o aumento será em torno de 100%. O aumento da produção deverá atingir 200% - de 40 mil, em 2001, para 120 mil este ano.(7)

O Brasil tem um potencial de 350 mil hectares de áreas disponíveis para a produção de camarão, mas a tendência é a intensificação dos processos produtivos por conta das restrições territoriais. As atividades de carcinicultura e aquicultura provocam impactos no meio ambiente, daí ser necessário o uso de áreas livres de conflitos. (7)

A capacidade de produção atual varia entre 900 a 1000 toneladas/mês em 42 unidades e a capacidade de estocagem das empresas é de 22 mil toneladas por ano. No gráfico a seguir, vemos a evolução da produção do camarão de cativeiro, assim como as estatísticas para os próximos 2 anos. (7)

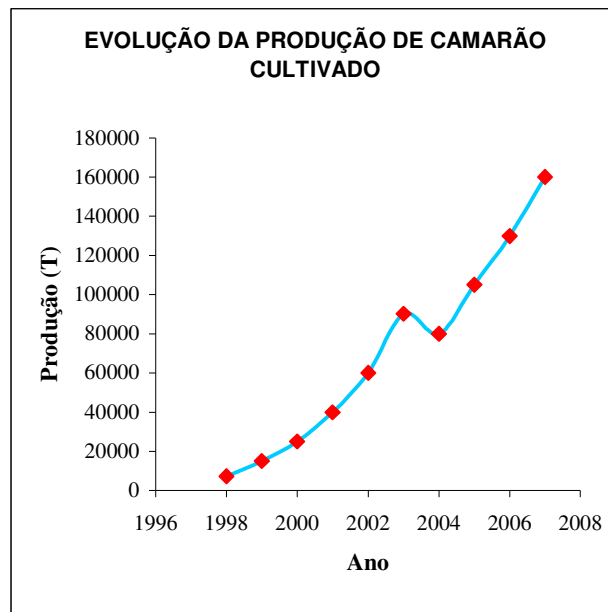


Figura 2 – Evolução da produção de camarão cultivado (7)

O gráfico mostra que 2004 foi um ano atípico, o que é justificado pelo processo *antidumping* movido pelos Estados Unidos contra nosso camarão. (7)

As divisas geradas com a exportação de camarão saltaram de US\$ 106.942, com 21.274 toneladas, em 2001, para US\$ 155.007 e 37.800 toneladas, em 2002, atingindo US\$

256.944 e 58.455 toneladas ao final do ano passado. Entre os anos 2002 e 2003, as divisas geradas cresceram 65,76% e as exportações aumentaram 54,64% no mesmo intervalo. (7)

3.2 – DISPONIBILIDADE DE CASCA DE CAMARÃO NO BRASIL

Segundo dados da ABCC, as exportações para os Estados Unidos e Europa são praticamente 100% sem cabeça e casca. Quanto ao mercado interno, a distribuição do camarão com/sem casca/cabeça é muito variável. Já para a Ásia, o camarão é exportado inteiro. Dessa forma, iremos considerar como matéria prima disponível a parte correspondente as exportações. (7)

No gráfico abaixo, verificamos que cerca de 97% das exportações são para os EUA e Europa, o que corresponde a 52793 toneladas de camarão. (7)



Figura 3 – Volume das exportações de camarão no Brasil (7)

Em média, 35% do peso do camarão corresponde a casca e cabeça. Isso significa, que geramos em 2004, no mínimo 18500 toneladas de casca de camarão. Como visto no item anterior, a tendência desse número é aumentar. (7)

3.3 – COMPOSIÇÃO QUÍMICA DA CASCA DO CAMARÃO

O exoesqueleto do camarão tem uma composição bastante interessante, como ilustra a tabela a seguir:

Tabela 1 - Composição química da casca de camarão

Composição química de resíduos de camarão de várias espécies na base matéria seca			
Parâmetros	Unidade	Resíduo de camarão	Silagem de cefalotorax ³
Matéria seca	%	89 ²	89,4
Proteína Bruta	%	47.1 ¹	58,9
Extrato Etéreo	%	12 ¹	3,6
Matéria Mineral ²	%	38.4 ¹	21,9
Fibra	%		3,4
Cálcio	%	2,4 a 5,2 ²	8,7
Fósforo	%	1.0-1.3 ²	1,7
Quitina	%	10,6 a 17,6 ²	.
Lisina	%	1.98-3.41 ²	2,4
Metionina	%	0.77-1.56 ²	1,1
Threonina	%	.	2,4
Triptofano	%	.	0,5
Acidez - (máximo)	mg NaOH/g	5	5
Índice de Peróxido (máximo)	meq/1000g	10	10
Salmonela	ausência em 25g	ausente	ausente
Retenção em peneira 2mm (máximo)	%	5	5

¹ Tuan et al. 2001; ² FAO 2004; ³ Nwana L.C. 2003

4 – QUITOSANA

A quitosana (Figura 4) é um aminopolissacarídeo formado por unidades repetidas de β -(1→4) 2-amino-2-deoxi-D-glucose (ou D-glucosamina) derivado da quitina (Figura 5), um polímero de ocorrência natural encontrado nas paredes celulares dos fungos, leveduras, insetos e principalmente nas carapaças dos crustáceos, notadamente camarão, lagosta e caranguejo, constituindo cerca de 30% do exoesqueleto destes últimos. Quimicamente, a quitina é formada por unidades repetidas de β -(1→4) 2-acetoamido-2-deoxi-D-glucose (ou N-acetilglucosamina). (3)

A quitosana é derivada da quitina somente pela retirada do grupo acetila. Durante o curso da desacetilação, parte das ligações N-acetil do polímero são rompidas com formação de unidades que contém um grupo amínico livre. Entretanto, a quitosana não é uma entidade química uniforme e sim um grupo de polímeros parcialmente desacetilados, dos quais os que

apresentam grau de desacetilação acima de 30% já podem ser considerados como quitosana, sendo que as aplicações, características do polímero e qualidade do produto final (cor, claridade, consistência e uniformidade) dependem fundamentalmente do grau de desacetilação e do tamanho da cadeia do polímero. Um problema relacionado à recuperação a partir de crustáceos é a dificuldade na obtenção de quitosana uniforme, de alta qualidade; esses problemas ocorrem em parte porque os crustáceos geralmente são de formas, idades e espécies variadas; crescem sob condições ambientais diferentes; e são provenientes de locais diferentes. A quitosana tem três tipos de grupos funcionais reativos, um grupo amino como ambos grupos hidroxila primário e secundário nas posições C-2, C-3 e C-6, respectivamente. A quitosana se apresenta na forma de sólido amorfo, insolúvel em água e solúvel em ácidos orgânicos aquosos, tais como o ácido fórmico e ácido acético. Industrialmente, é importante um rígido controle das condições reacionais para se obter um polímero de cadeia longa e com grau de desacetilação na faixa desejada. (5)

A quitina é encontrada em maior abundância, na natureza, do que a quitosana e tem como principais fontes naturais as carapaças de crustáceos (notadamente caranguejo, camarão e lagosta), sendo também encontrada em insetos (constitui cerca de 1,4 % do peso), moluscos e na parede celular de fungos. As cascas de crustáceos contêm: 15 – 20 % de quitina; 25 – 40 % de proteínas e 40 – 55 % de carbonato de cálcio. Nos crustáceos, a quitina encontra-se firmemente associada aos demais constituintes do exoesqueleto, por isso são exigidas algumas etapas para sua remoção. A quitina também se apresenta na forma de sólido amorfo que é totalmente insolúvel na água, ácidos diluídos e álcalis. Embora a quitina apresente várias aplicações comerciais, a maior utilidade comercial é obtida convertendo a quitina no produto desacetilado, a quitosana. (5)

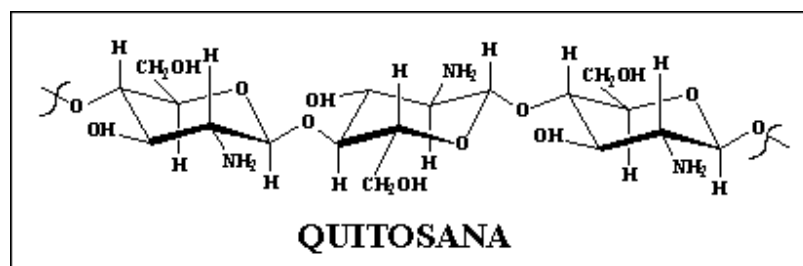


Figura 4 – Estrutura da Quitosana

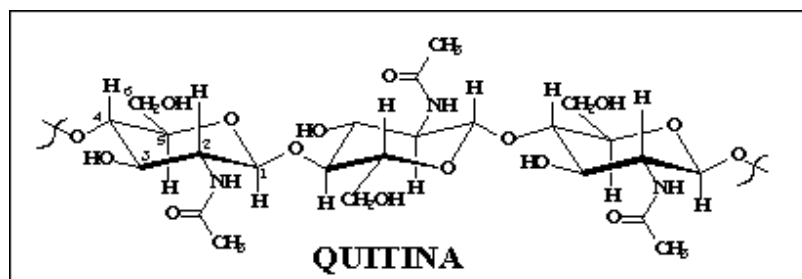


Figura 5 – Estrutura da Quitina

4.1 – PROPRIEDADES

As propriedades físicas e químicas da quitina e quitosana são muito diferentes. O grau de desacetilação (GD) e a massa molecular são importantes características desses biopolímeros. A quitina é praticamente insolúvel em água, ácidos diluídos, álcalis concentrados e na maioria dos solventes orgânicos. A quitosana é insolúvel em água. Solúvel na maior parte dos ácidos orgânicos, como ácido acético, fórmico, cítrico, além de ácidos inorgânicos como ácido clorídrico. A quitosana é um polímero:

- Hidrofílico;
- Não tóxico (DL: dose letal em ratos 16g/Kg);
- Biodegradável (lisozima);
- Biocompatível (não apresenta efeitos adversos ao organismo);
- Bioativo (possui ação biológica);
- Possui propriedades bactericidas, cicatrizantes;
- Fácil formação de géis;
- Capacidade filmogênica;
- Boas propriedades mecânicas;

Para caracterizar a quitina e a quitosana podem ser feitas várias análises como: Morfologia (microscopia eletrônica de varredura, microscopia de força atômica e microscopia eletrônica de transmissão) Cristalinidade (difração de raios-x) grau de umidade (termogravimetria) Grau médio de acetilação (ressonância magnética nuclear de carbono 13, titulações: potenciométricas linear, condutométrica, cromatografia líquida de alta eficiência, análise térmica) Determinação da massa molar (espalhamento de luz, cromatografia, pressão osmótica e por medidas de viscosidade) A técnica do infravermelho é muito importante para obter informações estruturais dos polímeros, bem como suas modificações. (14)

4.2 – USOS DA QUITOSANA

Tabela 2 – Principais Aplicações da Quitina e Quitosana (14)

INDUSTRIAL	SAÚDE/NUTRICIONAL
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Purificação de água residual de indústrias; ➤ Estabilizantes de gorduras em preparações de alimentos; ➤ Estabilizante de aromas; ➤ Meio de troca iônica; ➤ Aditivos de cosméticos e <i>Shampoos</i>; ➤ Absorvente na remoção de metais pesados; ➤ Proteção bactericida de sementes; ➤ Estabilizante de frutas e verduras perecíveis; ➤ Agente imobilizante de microrganismos. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Agente absorvedor de gorduras ➤ Redução de colesterol LDL ➤ Regeneração de ferimentos ➤ Auxiliar no controle da pressão arterial ➤ Regenerador de estrutura óssea ➤ Redução do nível de ácido úrico ➤ Promoção da perda de peso ➤ Auxilia o colesterol HDL ➤ Bactericida/antiviral ➤ Inibe a formação de placas dentárias ➤ Aumenta a absorção de cálcio ➤ Membranas artificiais

4.2.1 – TRATAMENTO DE ÁGUAS E 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. (14)

Os métodos tradicionais de purificação de água têm se 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, bio-polímeros derivados da celulose e carvão ativo. (14)

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. Muitos tipos de membranas de quitosana estão sendo desenvolvidos para clarificação e purificação de água com boas propriedades semi-permeáveis. (14)

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. (14)

4.2.2 – MANUFATURA DE LENTES DE CONTATO

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

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%, e os produtos da degradação enzimática da quitosana são oligômeros de n-acetil-D-glicosamina, que, além de apresentarem propriedades cicatrizantes, 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 remoção posterior das lentes. A quitosana apresenta-se como um biomaterial excelente, pois, além desse benefício oferece a vantagem de ter ação cicatrizante e anti-microbiana 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.

4.2.3 – COSMÉTICOS

A quitosana possui várias características que a tornam atraente para a utilização em cosméticos. Pertencente à classe dos biopolímeros chamados de hidrocolóides, a quitosana se destaca por apresentar carga global positiva em pH biológico, ou seja, apresenta-se como um polímero policatiónico, enquanto a maioria dos hidrocolóides apresentam-se negativamente carregados 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.

Os benefícios de 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 a adesão, menor carga estática e, conseqüentemente, mostram uma melhoria na escovação e penteado em relação aos cabelos tratados com fixadores convencionais, Acrescendo-se a vantagem de proporcionar maior brilho dos fios capilares.

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 apresenta-se 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. A seguir dispõem-se as principais aplicações da quitosana em cosméticos.

- Encapsulamento de fragrâncias, pigmentos e ingredientes ativos.
- Loções e cremes protetores
- Umectantes
- Produtos dentários
- Agentes cicatrizantes

- Shampoos e condicionadores

4.2.4 – MEMBRANAS ARTIFICIAIS

Em razão das propriedades da quitosana formarem 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 quitosana e, geralmente, produz um filme flexível e resistente.

Um exemplo específico desta aplicação reside na preparação de membranas para rins artificiais, onde as membranas feitas com quitosana apresentaram 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 30 μ m 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.

4.2.5 – PRESERVAÇÃO DE FRUTAS E LEGUMES

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 anti-fúngicas. Outras propriedades importantes são: a indução da produção de quitinase (enzima de defesa contra agentes agressores) e a segurança para uso humano evidenciado por estudos toxicológicos.

A quitosana forma um filme semi-permeável sobre o fruto protegendo-o contra agressões externas e modificando a atmosfera interna do tecido, de modo a retardar o amadurecimento. No estudo realizado com tomates no Canadá, 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 estocagem desses frutos.

4.2.6 – TRATAMENTO 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.

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.

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

A equipe do Dr. Akira Matsunaga da clínica Astar, em Nagoya, e diversos médicos japoneses da mesma área, vêm utilizando a quitosana diariamente 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 de uma quitosana e ingestão oral de solução de quitosana.

5 – REAPROVEITAMENTO DE RESÍDUOS

5.1 – RESÍDUOS DA CARCINICULTURA

O acelerado desenvolvimento da carcinicultura nacional, em especial na região Nordeste, apoiado por vultosos e crescentes investimentos, coloca em pauta, com destaque, a questão da sustentabilidade ambiental da atividade nos próximos anos e a correta avaliação dos riscos aos quais nossos ecossistemas estão sendo submetidos. (7)

A grande preocupação relativa à sustentabilidade ambiental da atividade é derivada, fundamentalmente, da negativa experiência vivenciada, em passado recente, por países com tradição na produção industrial de camarões em cativeiro. Produtores com relevante participação no mercado mundial, como Taiwan, Indonésia, Índia, México, Honduras, China e Equador, sofreram graves crises ambientais associadas ao rápido crescimento da carcinicultura. Nesses países, a degradação dos ecossistemas estuarinos contribuiu para a proliferação de doenças que determinaram uma dramática queda na produção. Assim sendo, as discussões sobre a questão ambiental vêm assumindo importante dimensão no contexto da carcinicultura nacional, desenvolvendo-se em duas vertentes distintas: o impacto dos problemas ambientais na produtividade e no controle de doenças (sustentabilidade) e a degradação do meio ambiente propriamente dita. (7)

O surgimento e a rápida disseminação de doenças estão diretamente relacionados com a questão da degradação ambiental, na medida em que o camarão de cativeiro, submetido a altas densidades de estocagem, solos de viveiros degradados e redução crescente da qualidade das águas dos estuários, apresenta elevado nível de estresse que o predispõe a um variado conjunto de doenças. Dessa forma, torna-se imperativo para a garantia da sustentabilidade da carcinicultura nacional o conhecimento e o monitoramento dos impactos ambientais da atividade nos ecossistemas brasileiros, o estabelecimento da capacidade de suporte das bacias destinadas à cultura do camarão e investimentos em pesquisas voltadas para o desenvolvimento de tecnologias que neutralizem ou reduzam substancialmente esses impactos. (7)

O nível de complexidade do impacto ambiental da atividade é elevado, na medida em que em cada elo da cadeia produtiva da carcinicultura (produção de insumos, larviculturas, fazendas de engorda, empresas de beneficiamento e indústrias químicas que utilizam como matérias-primas os resíduos do camarão) são utilizados recursos específicos e diferenciados, gerando múltiplos efeitos no meio ambiente. (7)

O quadro a seguir apresenta a síntese dos impactos ambientais referentes às atividades de larvicultura, fazendas de engorda e beneficiamento, a intensidade de tais impactos de acordo com as tecnologias adotadas, as características hidrológicas e de qualidade da água dos estuários onde a atividade se estabelece, além da concentração de empresas em determinada região. Embora os integrantes da cadeia produtiva em questão, em seus diversos níveis, já apresentem um elevado grau de consciência ambiental, condição básica para a viabilização econômica da atividade, o desafio de se estabelecer no Brasil uma carcinicultura efetivamente sustentável vem demandando esforços crescentes, inclusive pesados investimentos realizados pelo setor produtivo. Nesse sentido, destaca-se a ação ora desenvolvida pela ABCC, a qual, através de um amplo diálogo com seus associados, vem definindo e estruturando um código de práticas responsáveis, sob o ponto de vista ambiental e social, para o cultivo do camarão. A simples existência dessa sistemática, a ser aprovada pelos produtores e amplamente divulgada em todos os elos da cadeia produtiva, contribuirá, de forma importante, para a conscientização e motivação dos atores envolvidos no processo em relação à necessidade absoluta da convivência harmônica da carcinicultura com o meio ambiente. No que tange ao enfoque mais abrangente de defesa do meio ambiente, exercida pelo poder público nos âmbitos federal e estadual, verificam-se dificuldades de diversas naturezas. Um dos grandes complicadores ambientais consiste na questão da localização das unidades produtoras, especialmente as de menor porte (até 10 ha), cuja incidência é expressiva (75%). Embora haja clara definição legal das áreas onde a cultura do camarão em cativeiro esteja autorizada, como, por exemplo, salinas abandonadas, áreas de mangue não regeneradas e áreas anteriormente destinadas à piscicultura ou à pecuária, a atividade continua se expandindo em locais proibidos, tais como áreas de proteção ambiental, de mangues naturais ou regenerados e de florestas. (7)

Tabela 3 – Influência das etapas da produção de camarão no meio ambiente (7)

ETAPAS	ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO AMBIENTAL
Larvicultura	Desmatamento de áreas de mangue	<ul style="list-style-type: none"> • Mudança na paisagem, erosão, perda de biodiversidade, aumento da temperatura e evaporação.
	Ocupação de faixa de praia	<ul style="list-style-type: none"> • Mudança na paisagem com impacto visual; • Conflito com outros usos como turismo.
	Lançamento de efluentes nos cursos d'água	<ul style="list-style-type: none"> • Contaminação dos corpos hídricos pelo aumento da carga orgânica, substâncias químicas e geração de sedimentos; • Redução da biodiversidade, assoreamento
	Tratamentos biológicos	<ul style="list-style-type: none"> • Possíveis alterações nas características físico-químicas e bacteriológicas da água
	Acasalamento contínuo entre parentes	<ul style="list-style-type: none"> • Maior predisposição do camarão à doenças.
Engorda	Desmatamento de áreas de mangue	<ul style="list-style-type: none"> • Mudança na paisagem, erosão, perda de biodiversidade, aumento da temperatura e evaporação
	Ocupação de faixa de praia	<ul style="list-style-type: none"> • Mudança na paisagem com impacto visual; • Conflito com outros usos como turismo.

	<p> Lançamento de efluentes dos viveiros ricos em sedimentos</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Contaminação dos corpos hídricos pelo aumento da carga orgânica, substâncias químicas e geração de sedimentos; • Redução da biodiversidade, assoreamento.
	<p> Percolação da água salina e rica em nutrientes dos viveiros</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Salinização do solo e de águas subterrâneas; • Contaminação das águas subterrâneas pela liberação de nutrientes.
	<p> Lançamento de efluentes salinos em áreas impróprias</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Salinização do solo e/ou de corpos hídricos.
	<p> Escape de espécie alcoólica</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Alterações na cadeia alimentar; • Risco de doenças.
	<p> Consumo de grandes volumes de água</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Conflito entre usuários; • Alteração de regime de águas;
<p> Beneficiamento</p>	<p> Retirada da casca do camarão</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Geração de resíduos sólidos orgânicos.
	<p> Lançamento de efluentes</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Poluição dos cursos d'água.

As instituições governamentais, nos níveis federal (Ibama) e estadual (institutos de preservação do meio ambiente), responsáveis pela regulamentação, controle e fiscalização das empresas do setor, vêm, de maneira geral, atuando com estrutura deficiente e baixo grau de sincronização. A ação do governo ocorre de forma desorganizada e confusa, gerando desentendimento geral em relação às regras que norteiam a questão ambiental da carcinicultura, principalmente entre os pequenos produtores. Em última análise, as regras de licenciamento e fiscalização do exercício da atividade não são claras. O processo de licenciamento é extremamente complexo e moroso, assim como os critérios de multa e as respectivas regras de fixação de valor são desconhecidos pelos empresários. De maneira geral, a ação do governo voltada para o monitoramento ambiental dos ecossistemas utilizados na carcinicultura vem se constituindo em barreira ao desenvolvimento da atividade, na medida em que não estão sistematizados os processos de licenciamento. (7)

e fiscalização, incluída a penalização, da atividade de criação de camarões marinhos em ambientes costeiros. Concluindo, julga-se fundamental que as pesquisas voltadas para a identificação das dinâmicas ecológicas e sociais da carcinicultura sejam incrementadas de forma a se estruturar uma base de dados consistente, capaz de permitir a identificação do conjunto e a intensidade das alterações causadas no meio ambiente pela atividade. O domínio desse conhecimento é fundamental para a redução do impacto ambiental da carcinicultura para níveis compatíveis com a capacidade de sustentação dos ecossistemas utilizados e, assim, defender adequadamente o setor das tradicionais pressões sociopolíticas contra a expansão de suas atividades. (7)

6 – PLANO DE NEGÓCIOS

6.1 - A EMPRESA

A CINA - Cia. Nordeste de Aquicultura e Alimentação, fundada em 18 de novembro de 1982, é uma sociedade anônima de capital fechado, até hoje controlada pelo grupo que, nas palavras de seu idealizador, "desde aquela época, vislumbrou as potencialidades e o futuro da aquicultura, particularmente a criação de camarão em cativeiro". (15)

Como uma das pioneiras da carcinicultura no Brasil adquiriu e desenvolveu, ao longo destes anos, uma valiosa experiência em todas as diversas etapas do processo produtivo e de comercialização. Tornou-se referência mundial em termos de excelência e qualidade de seus produtos e hoje é a maior empresa exportadora de camarão do País. (15)

Atualmente, a empresa possui 300 hectares de área própria para cultivo, em regime intensivo, no município de Fortim-Ceará, denominada Fazenda Pirangi, com ampliação programada para 1.000 hectares nos próximos 10 anos (áreas parcialmente adquiridas). (15)

Com base na produção própria e de seus parceiros, a meta de exportação da CINA para o ano 2002 foi de 5.000 toneladas. Este volume cresceu para 7.000 toneladas em 2003, **9.000 toneladas em 2004** e 20.000 toneladas nos próximos 5 (cinco) anos, sendo a maior parte, cerca de 70%, para os EUA e Europa. (15)

Para possibilitar a contínua expansão de suas áreas de produção próprias e em parcerias, a CINA está implantando um moderno laboratório de produção de post-larvas (PL's), com capacidade para produzir até 200 milhões de PL's/mês. (15)

A CINA mantém na cidade de Fortaleza, capital do estado do Ceará uma moderna unidade industrial. Sua capacidade de processamento de produtos é de 750 toneladas/mês, o que lhe permite não apenas atender à sua própria necessidade, mas prestar serviços também a terceiros, no mesmo padrão de qualidade. A CINA possui uma segunda unidade industrial em Luiz Correia, no Piauí, com capacidade para processar 600 toneladas/mês. (15)

Para implantação de uma unidade geradora de quitosana na CINA, além de avaliar o concorrente direto que é a Polymar (empresa que fabrica quitosana e derivados), é preciso

analisar também a estabilidade da CINA produtora de camarão, já que a matéria prima é proveniente desse negócio. Por isso, uma análise dos macro e microambientes da CINA produtora de camarão serão feitas antes das análises da CINA QUITOSANA.

6.2 – FORÇAS COMPETITIVAS CINA CAMARÃO

6.2.1 - ANÁLISE MICROAMBIENTE

A grande concorrente da CINA CAMARÃO é o grupo MPE. A MPE Participações em Agronegócios possui três fazendas localizadas em Valença - Bahia Maricultura e Salinas Maricultura.- que formam o complexo Mariculturas Reunidas onde faz a geração de larvas, criação e engorda de camarão marinho em cativeiro, processamento e industrialização do pescado. (15)

Abaixo, uma avaliação da intensidade de rivalidade entre os concorrentes. Além da MPE, confrontamos os dados também com a Atlantis, que é a terceira produtora de camarão de cativeiro no Brasil.

O quadro foi preparado tendo por base informações contidas nos sites das empresas em questão e também em sites relativos a carcinicultura, dessa forma distribuímos os pontos de cada uma; o peso, atribuído conforme grau de importância dos itens estratégicos para com a empresa.

Tabela 4 – Avaliação da intensidade entre concorrentes (15)

ITENS ESTRATEGICOS	Peso (%)	ATLANTIS	MPE	CINA
Grau Tecnológico	10	4	5	5
Qualidade	25	5	5	5
RH	10	4	3	4
Faturamento	15	3	4,5	5
Parcerias Estratégicas	20	4	5	5
Foco no mercado externo	10	3	4	5
Incentivos Governamentais	10	3	5	3
TOTAL DE PONTOS	100	39	46,25	47

A empresa **CINA** apresenta uma leve vantagem frente a MPE. Porém, quando focamos a produção de quitosana, o fato de todo o processamento do camarão ocorrer em um só lugar facilita muito a implantação dessa unidade geradora, tendo em vista que problemas e gastos com logística serão reduzidos. Como já informado no item 6.1, todo o processamento da CINA ocorre em Fortaleza, ao passo que a MPE possui 3 unidades.

Dessa forma, tendo em vista o Microambiente, a CINA QUITOSANA não enfrentará dificuldades com fornecimento de matéria-prima.

6.3 – OPORTUNIDADES E RISCOS SETORIAIS CINA CAMARÃO

6.3.1 - ANÁLISE MACROAMBIENTE

A – Quantidade exportada em 2004 (15)

80.000 toneladas.

B – Quantidade exportada em 2001, 2002 e 2003 (15)

40.000, 60.000 e 90.000 toneladas respectivamente. O fato de 2004 ter tido menor exportação, justifica-se pelo processo Antidumping dos EUA para com nosso camarão, como já explicado no item 3.

C – Quantidade estimada para exportação nos anos de 2005, 2006 e 2007 (15)

110.000, 130.000 e 160.000 toneladas respectivamente.

D – Evolução da área disponível para cultivo do camarão (15)

Como pode ser visto no gráfico do item 3, as áreas disponíveis para criação de camarão só aumentaram, mostrando que temos potencial para acompanhar a demanda do mercado.

E – Sazonalidade de produção (15)

Não há, tendo em vista que o clima brasileiro é propício a criação do camarão o ano inteiro, o que dá uma vantagem única ao Brasil, já que nenhum outro país tem essa capacidade.

F – Existência de bons produtos substitutos (15)

Há os camarões chineses; porém, a sazonalidade presente na China implica diretamente nesse fator.

G – Meio ambiente (15)

As atividades de carcinicultura e aquicultura são muito provocam impactos no meio ambiente, o que pode restringir sua expansão. Daí, a necessidade de estudos na área, como o de aproveitamento de resíduos para produção de quitosana.

Como observado, apenas os itens F e G são forças negativas a carcinicultura. Porém, tais forças podem ser neutralizadas, conforme já explicado. Assim, dizemos que o risco da carcinicultura no Brasil para os próximos 10 anos é pequeno.

6.4 – A EMPRESA CINA QUITOSANA

A missão da CINA QUITOSANA será atender às expectativas do mercado e garantir a preservação do meio ambiente.

A unidade geradora de quitosana deverá instalada nas dependências da unidade industrial da CINA CAMARÃO, em Fortaleza, visando a redução de custos com transporte de matéria prima e problemas logísticos, já que nessa unidade todo o camarão da CINA é processado.

Caso as análises econômicas e técnicas sejam favoráveis, a CINA QUITOSANA produzirá matéria prima quitosana voltada para a indústria farmacêutica, a qual irá agregar valor ao material e distribuí-lo ao mercado. A escolha por tal mercado justifica-se pelas análises feitas nos itens subsequentes.

O maior obstáculo a ser enfrentado pela nova empresa será a concorrência com a Polymar, atualmente a única produtora de quitosana matéria prima no Brasil e que se encontra há quase 10 anos no mercado. Que além de possuir produtos próprios a base de quitosana, ainda fornece matéria prima para diversos laboratórios brasileiros.

6.5 – FORÇAS COMPETITIVAS CINA QUITOSANA

6.5.1 - ANÁLISE MICROAMBIENTE

Atualmente, só há no Brasil uma empresa que produz quitosana matéria prima, a Polymar Ciência e Nutrição S/A. Além de fornecer diretamente ao mercado consumidor produtos a base de quitosana (cápsulas emagrecedoras e curativos), ela também fornece quitosana bruta laboratórios como Brasmed e Luciomed. (6)

A Polymar é uma empresa de base tecnológica criada e incubada no Parque de Desenvolvimento Tecnológico da Universidade Federal do Ceará - O PADETEC em janeiro de 1997. A empresa é especializada na produção de biopolímeros obtidos a partir de carapaças de crustáceos (camarão, lagosta e caranguejo) com tecnologia patenteada no INPI. Os dois principais biopolímeros produzidos são a Quitina e a Quitosana. (6)

No início de 1998, com objetivo de agregar novas tecnologias e produtos, bem como expandir seu mercado consumidor, a Polymar criou sua sede no exterior, instalada em Miami-Florida nos estados unidos, denominada Polymar Marine Inc. (6)

A Polymar Ind. e Com. Imp Exp. Ltda conta com 30 funcionários no setor de produção e vendas e 12 na área de pesquisa e desenvolvimento. (6)

A partir desses biopolímeros, a empresa desenvolveu uma linha de derivados de alto valor agregado e importantes aplicações. Dentre os derivados desenvolvidos destacam-se: O sulfato de glicosamina, o cloridrato de glicosamina, oligossacarídeos da quitosana, assim

como diversos tipos de géis e membranas de quitosana pura ou com componentes incorporados. (6)

Tabela 5 – Comparação de itens estratégicos entre empresas

ITENS ESTRATEGICOS	Peso (%)	POLYMAR	CINA
Grau Tecnológico	25	5	3
Qualidade	25	5	5
RH	15	4	3
Preço	35	4	-
TOTAL DE PONTOS	100	4.5	2.45

Para que a empresa CINA seja competitiva frente a Polymar, é importante que o preço de seu produto seja melhor que da Polymar. Isso será identificado na análise técnico-econômica.

6.6 – OPORTUNIDADES E RISCOS SETORIAIS CINA QUITOSANA

6.6.1 ANÁLISE MACROAMBIENTE

A – Mercado Consumidor

Atualmente, o maior mercado para quitosana é o de emagrecimento. A "febre" quitosana iniciou no início do ano 2000. Só no ano de seu lançamento, o consumo mensal no Brasil foi de 2 toneladas, o que corresponde a 27,5 mil unidades de frasco contendo 120 cápsulas e a 5,5% dos produtos de emagrecimento. Acredita-se que hoje são consumidos no Brasil 6 toneladas de quitosana, quase 90 mil unidades de frasco contendo 120 cápsulas.

O consumo mundial mensal, voltado para o mercado de emagrecimento, é de 166 toneladas.

O uso de quitosana na elaboração de cosméticos vem sendo cada vez mais explorado.

Os laboratórios que não produzem quitosana (apenas encapsulam) são listados abaixo. A fonte de sua matéria prima é a Polynar ou do mercado externo. (6)

- 1 – Herbarium - Bioslim
- 2 - UNIVERSAL NUTRITION
- 3 – Luciomed
- 5 – Brasmed – Bioredux
- 6- Selachii
- 7 – Native
- 8 – Phytomare

B – Pesquisas

No Brasil e no mundo há vários grupos de pesquisas voltados para novas aplicações da quitosana.

Estudos para redução do custo de produção e aproveitamento de resíduos também são feitos.

C – Incentivos

Empresas como a Petrobrás vêm incentivando pesquisas para utilização de quitosana em tratamento de águas residuárias.

O descarte da casca e cabeça do camarão geram problemas ambientais, como pod ser visto no item 7 desse trabalho.

D – Mecanismo de ação da Quitosana e Opiniões médicas

D.1 - Mecanismo de ação da Quitosana

Quando ingerida antes das refeições, a **Quitosana** é solubilizada, transformando-se em gel ao entrar em contato com as condições estomacais. Nesse gel formado, a **Quitosana** apresenta-se com uma carga positiva em cada unidade que possui um grupo amino, ou seja, apresenta uma carga global positiva distribuída por todo o polímero, em solução, tornando-a apta a atrair e ligar-se a moléculas carregadas negativamente. Quando as gorduras entram em contato com o gel, são logo capturadas pelas moléculas do polímero (**Quitosana**) e arrastadas para o intestino, onde, em contato com um pH mais elevado (básico), a **Quitosana** é solidificada permanecendo como um envoltório (na forma de complexo) sobre a gordura, excretando-a do organismo juntamente com as fezes.

A perda de peso é consequência do recurso que o organismo utiliza para compensar essa perda calórica diária, proporcionada pela excreção de gorduras dietéticas, ou seja, o nosso organismo faz a compensação do déficit calórico criado pela ingestão da **Quitosana** através da queima da reserva energética corporal (gorduras).

De forma simplificada, pode dizer-se que a **Quitosana** é uma fibra natural com extraordinário poder de ligar-se e absorver gorduras. Quimicamente falando, a **Quitosana** é um polímero natural (amino polissacarídeo) que tem a habilidade de se ligar às gorduras (formando complexos) no estômago, antes de elas serem absorvidas através do trato gastrointestinal

Benefícios do uso de Quitosana

- Liga-se diretamente s gorduras da dieta alimentar;
- Auxilia em dietas de emagrecimento;
- Elimina o colesterol LDL nocivo;
- Absorve de 4 a 8 vezes o seu peso em gorduras;
- Fonte natural de fibra que regula o intestino;
- Mantém o balanço ácido natural do sistema digestivo;
- Elimina o excesso de apetite.

Contra-indicações do uso de Quitosana

A **Quitosana** por ser derivado de carapaças de crustáceos não pode ser usado por pessoas com alergia a crustáceos.

D.2 – Opiniões Médicas

Em um ensaio clínico recente, utilizando quitosana em indivíduos obesos, Sciutto e Colombo, examinaram como a quitosana pode auxiliar na perda de peso. Durante um período de quatro semanas, 90 indivíduos obesos foram selecionados de forma aleatória e controlada por placebo, consistindo de uma dieta hipocalórica mais quatro comprimidos de quitosana ou placebo. Os pesquisadores relataram que uma redução significativa do peso corporal, pressão sanguínea (sistólica e diastólica), colesterol total e LDL, triglicérides e um aumento do colesterol HDL nos dois grupos. Entretanto, no grupo que ingeriu a quitosana mostrou resultados estatisticamente melhores do que o do grupo placebo. O grupo da quitosana perdeu em média 7,19Kg enquanto que o grupo placebo perdeu em média apenas 3,36Kg. O colesterol total foi reduzido em 23,3% no grupo da quitosana, enquanto que no grupo placebo a redução foi de apenas 11,1%, com resultados similares para o colesterol LDL e triglicérides. Um segundo estudo conduzido por Colombo e colaboradores apresentou resultados similares aos descritos no primeiro estudo.

Outro estudo clínico foi conduzido com 100 pessoas com sobrepeso de 10 a 25%. Ao final do estudo (4 semanas), as pessoas que receberam quitosana demonstraram perda de peso significativa (7,3kg contra 3,0Kg nos grupos controle). As pessoas que tomaram quitosana também demonstraram redução na pressão sanguínea sistólica (de 145 para 135mm Hg) e diastólica (92.6 para 84.2 mm Hg), assim como uma redução na taxa respiratória (27.6/min a 21.2/min).

E – População Obesa no Brasil

Uma das maneiras de avaliar a saúde da população é através do índice de massa corporal (IMC) das pessoas com 20 anos de idade ou mais.

Para calcular o IMC é preciso dividir o peso (em quilos) pela altura ao quadrado (em metros). De acordo com especialistas, o IMC ideal para um adulto deve ser entre 18,5 e 25. Pessoas com IMC abaixo de 18,5 são consideradas desnutridas. De 25 a 30, está acima do peso ideal e, acima de 30, obesa. Por exemplo, se você pesa 52 quilos e mede 1m69, seu IMC será 18,2.

A segunda etapa de divulgação da Pesquisa de Orçamentos Familiares (POF), do IBGE, mostrou que os brasileiros não estão se alimentando corretamente. Segundo a pesquisa, são 38,8 milhões de pessoas com 20 anos ou mais de idade que estão acima do peso, o que significa 40,6% da população total do país. E, dentro deste grupo, 10,5 milhões são obesos. A pesquisa também revelou que o problema se agrava com a idade. No entanto, os homens tendem a ganhar peso de forma mais rápida e as mulheres de forma mais lenta e em um

espaço maior de tempo. A faixa etária que vai dos 20 aos 44 anos concentra o maior número de homens com excesso de peso, e as mulheres predominam nas faixas posteriores.

Em termos regionais, o total de homens com excesso de peso é maior nas regiões Sudeste, Sul e Centro-Oeste do que no Norte e Nordeste. E ainda, o problema afeta mais os homens das áreas urbanas do que das rurais.

Entre mulheres, o excesso de peso difere menos entre as regiões, exceto no Nordeste. Ao contrário dos homens, há mais mulheres com esse problema nas áreas rurais do que nas urbanas.

Outra informação importante é em relação às pessoas obesas, problema caracterizado por IMC igual ou superior a 30. Assim, segundo a pesquisa, a obesidade afeta 8,9% dos homens adultos e 13,1% das mulheres adultas do País. E mais: os obesos representam cerca de 20% do total de homens e um terço do total de mulheres com excesso de peso.

Pelos itens avaliados, vemos que o cenário da Quitosana no Brasil é positivo para fins de emagrecimento.

Para essa aplicação, o grau de desacetilação desejado é de acima de 85%. Dessa forma, nossa pesquisa pela melhor rota irá objetivar esse índice de desacetilação.

6.7 – DISPONIBILIDADE DE REAGENTES

6.7.1 - HIDRÓXIDO DE SÓDIO/SODA CÁUSTICA (NaOH)

A Soda Cáustica é obtida por meio de eletrólise da salmoura tratada (solução de Cloreto de Sódio e Água). Quando é utilizado o processo por células de diafragma, obtêm-se a Soda Cáustica Líquida Grau Comercial; quando é utilizado o processo por células de mercúrio, obtêm-se a Soda Cáustica Líquida Grau Rayon. Ambas apresentam-se sob a forma de uma solução aquosa, límpida, contendo cerca de 50 % de Hidróxido de Sódio (NaOH) em peso. (16)

O custo estimado para este produto é de R\$ 1.22 por litro de produto. Os principais fornecedores no Brasil são Amonex, Carbocloro, Cia. Agro Industrial Igarassu, Cargoquímica e Braskem.

A produção de NaOH não é concentrada, o que é um excelente fator para sua utilização no processo.

6.7.2 ÁCIDO CLORÍDRICO (HCl)

O Ácido Clorídrico é obtido pela queima de Cloro e Hidrogênio, formando o gás Cloreto de Hidrogênio, que depois é absorvido em água. Apresenta-se como um líquido fumegante claro e ligeiramente amarelado, com odor pungente e irritante. Contém cerca de 33% de Cloreto de Hidrogênio em peso e é comercializado nesta forma, a granel. (16)

O custo médio deste reagente é de R\$ 1.23 por Litro de produto. No Brasil, pode ser fornecido por fabricantes como Amonex, Carbocloro, Cia. Agro Industrial Igarassu, Cargoquímica, dentre outros.

Assim como a soda cáustica, sua fabricação não é concentrada, o que é um fator positivo para sua utilização.

6.7.3 NEUTRASE

A Neutrase é uma protease bacteriana produzida pelo *Bacillus amyloliquefaciens*. É utilizada comercialmente para proporcionar um “*upgrade*” de proteínas de origem animal e vegetal. Como descrito por seu nome, a Neutrase é uma protease neutral com atividade ótima em pH's na faixa de 5,5-7,5 e temperaturas entre 45-55 °C. Sua estabilidade a uma certa temperatura é influenciada pelo tipo e concentração das proteínas presentes. (17)

O custo médio desta proteína é de R\$ 75 por Kg e o principal fornecedor no Brasil é a Novozymes. Há um certo risco mercadológico quanto a utilização desse produto pelo fato de sua produção e fornecimento estar concentrado em uma única empresa. (17)

6.7.4 BROMELINA

Bromelina é uma mistura que contém enxofre, proteína da enzima digestiva (enzima proteolítica ou protease), obtida no caule da planta do abacaxi. Bromélia foi reconhecida como agente medicinal em 1957 e, desde então, mais de 200 documentos integraram a literatura medicinal.

A Bromelina tem sido muito bem documentada pelos seus efeitos em todas condições inflamatórias, além de ter sua eficácia provada em vários outros problemas de saúde tais como: angina, indigestão e problemas respiratórios. Papaína é uma enzima digestiva isolada da fruta do mamão verde e tem seus efeitos similares ao da bromelina.

Pela obtenção natural, considera-se que o custo do produto é zero, já que o custo de casca de abacaxi pode ser considerado desprezível para tal.

No Rio Grande do Sul planta-se cerca de 350 hectares de abacaxi, sendo que destes, 320 estão localizados em Terra de Areia sendo as demais na região do alto uruguaí. A planta leva cerca de 24 meses para dar frutos no estado, devido às condições climáticas diferentes de outras áreas onde cultiva-se abacaxi.

Verificamos então que, caso optemos pelo uso da bromelina, não teremos problemas quanto a sua escassez. Um ponto positivo é que há uma grande concentração de produção de abacaxi no nordeste.

6.7.5 HIPOCLORITO DE SÓDIO

O Hipoclorito de Sódio é obtido pelo borbulhamento de Cloro em solução de Hidróxido de Sódio. O produto apresenta-se como solução aquosa alcalina, contendo cerca de 13% de Hipoclorito de Sódio (NaClO), com coloração amarelada e odor característico. Hipoclorito de Sódio tem propriedades oxidantes, branqueantes e desinfetantes, servindo para inúmeras aplicações, tais como: branqueamento de celulose e têxteis, desinfecção de água potável, tratamento de efluentes industriais, tratamento de piscinas, desinfecção hospitalar, produção de água sanitária, lavagem de frutas e legumes, além de agir como intermediário na produção de diversos produtos químicos. (16)

O custo estimado deste reagente é de aproximadamente R\$ 1,50 por litro do produto e pode ser fornecido pelas seguintes empresas: Amonex, Carbocloro, Cia. Agro Industrial Igarassu, Cargoquimica, dentre outras. (16)

Assim como a soda cáustica e o ácido clorídrico, sua fabricação não é concentrada, o que é um fator positivo para sua utilização.

7 – METODOLOGIA EXPERIMENTAL

Realizamos diversos ensaios com o fim de obter as melhores condições de processo, avaliar possíveis desvios nas rotas tradicionais e colher dados suficientes para otimização dos processos.

O item 7.2 é referente a experimentos realizados conforme a rota tradicional, porém invertendo a ordem das etapas de desmineralização e desproteíntização. Nesse experimento, não fizemos balanço de massa; estávamos interessados em conhecer as reações e determinar suas condições ótimas.

No item 7.3, inicia-se a fase em que analisamos quantitativamente as reações, além de comparar 3 rotas enzimáticas (usando neutrase, alcalase e bromelina) com a tradicional. Objetivamos também analisar se a ordem em que a desmineralização e a desproteíntização são processadas alterariam significativamente o resultado.

Em todos os experimentos, a casca do camarão utilizada passou por um processo de eliminação de umidade (estufa a 60°C) e posteriormente por um processo de moagem através de um mini-processador de uso doméstico.

7.1 – PREPARAÇÃO DA QUITOSANA

Os métodos de preparação da quitosana dependem da matéria-prima empregada e da quantidade de impurezas presentes. Normalmente, as principais impurezas encontradas são: carbonato de cálcio e proteínas. Em alguns casos, é necessário remover pequenas quantidades de pigmentos. As proteínas podem ser removidas por hidrólise a quente, com solução alcalina de hidróxido de sódio diluída, tendo como principal função a redução do teor de nitrogênio protéico dos resíduos de camarão. Para remoção do carbonato de cálcio

podem ser utilizados ácido clorídrico ou nítrico, dentre outros. Os pigmentos podem ser removidos por tratamentos com hidróxido de sódio, agentes clarificantes (água oxigenada ou hipoclorito de sódio) ou solventes. O procedimento para produção de quitosana pode ser representado pelo fluxograma apresentado na **fig. 6**.

Usualmente, a quitosana é preparada utilizando-se soluções extremamente concentradas de hidróxido de sódio (30 – 50 %), o que costuma promover reações de degradação do polímero. Esta reação de hidrólise pode remover alguns ou todos os grupos acetila da quitina, liberando grupos amino que impõem a natureza catiônica da quitosana resultante, que consiste de uma mistura de polímeros de diferentes tamanhos. A distribuição de massa molar, ou seja, a polidispersão, é influenciada por vários parâmetros, tais como: tempo, temperatura, concentração e condições atmosféricas empregadas na reação de desacetilação. Assim, amostras de quitosana podem ter características diferentes quanto ao grau de desacetilação, viscosidade e distribuição de massa molar, que irão influenciar na performance final do polímero.

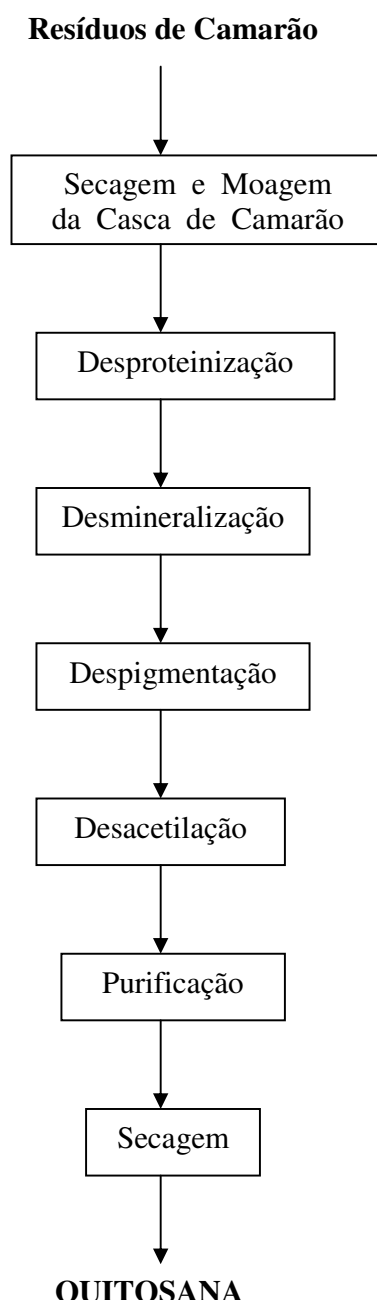


Figura 6 – Fluxograma representativo da produção de quitosana.

De modo a realizar o controle no grau de desacetilação e assim estabelecer algumas características desejadas para o produto final, foram realizadas análises de espectroscopia de Infravermelho. O grau de desacetilação das amostras de quitosana foi determinado pelo método proposto por Moore e Roberts (conforme artigo Canella et al.) que envolve o uso da banda de amida I, a 1655 cm^{-1} , e da banda de hidroxila a 3450 cm^{-1} . A porcentagem dos grupos amino-acetilados (% N Acetil.) foi determinada pela equação abaixo:

$$\% \text{ N Acetil.} = \frac{A_{1655}}{A_{3450}} * \frac{100}{1,33}$$

Onde:

A_{1655} = corresponde a Absorbância a 1655 cm^{-1} ;

A_{3450} = corresponde a Absorbância a 3450 cm^{-1} ;

O fator 1,33 é a constante que representa a razão das absorbâncias acima para amostras de quitina completamente N Acetiladas.

O presente trabalho apresenta alguns estudos conduzidos na modificação da preparação da quitosana, tendo a utilização de enzimas para realizar a etapa de desproteíntização. A rota utilizada normalmente faz uso de soluções alcalinas concentradas, conforme descrito anteriormente, tendo alguns inconvenientes associados, como a geração de efluentes, a questão da segurança e saúde dos trabalhadores. A utilização das enzimas surge como alternativa limpa e eficaz para minimizá-los.

7.2 DETERMINAÇÃO DAS MELHORES CONDIÇÕES REACIONAIS

7.2.1 -DETERMINAÇÃO DA CONCENTRAÇÃO ÓTIMA DE HCl PARA DESMINERALIZAÇÃO

Antes de realizar esse experimento, o do teor de cálcio em uma amostra de casca de camarão foi feito. Com auxílio de uma mufla, chegamos ao resultado de 27% de CaCO_3 .

Assim, pela estequiometria da reação, definimos que o número de moles de HCl que deveria estar presente na reação era de 0,15 .

Com o resultado da calcinação, a etapa seguinte foi identificar a melhor concentração de ácido clorídrico para a etapa de desmineralização (o objetivo é retirar a maior parte do cálcio presente na casca). Para tal estudo, seguimos o procedimento a seguir:



- Separação de 3 amostras de 25 gramas de casca de camarão.
- Preparo de 300ml de solução 0,5 M de HCl, 150ml de solução 1 M de HCl, e 75 ml de solução 2 M de HCl.
- Adição da metade do conteúdo de solução ácida a cada recipiente. Em seguida, as cascas foram adicionadas nos “reatores” (25 gramas em cada). Em seguida, os restos das soluções foram adicionados a cada recipiente.

- d) As soluções foram colocadas em agitação com auxílio de uma placa e agitadores magnéticos.
- e) Deixamos o meio sob agitação por duas horas.
- f) As suspensões obtidas passaram por um processo de filtração, sendo a parte sólida colocada na estufa a 60° C e a parte líquida guardada para posterior análise.
- g) Foram retiradas amostras dos 3 sólidos para calcinação e obtivemos o resultado a seguir:

0,5M HCl – 1,52% de cinzas

1M HCl - 6,23% de cinzas

2M HCl - 2,33% de cinzas

Com o resultado desse experimento, adotamos a concentração de **0,5M** como ótima para a realização de experimentos ulteriores. Apesar do resultado da concentração 2M não ter sido muito ruim, o mesmo apresenta dificuldades de agitação devido à grande quantidade de sólidos e pouco líquido; além disso, a perda de massa é consideravelmente maior do que nas demais concentrações.

7.2.2 – DESPROTEINIZAÇÃO SEGUNDO PATENTE PI 9800375-5 A

Com o material desmineralizado da etapa anterior, proveniente da solução 0,5M, procedemos a desproteínização do mesmo conforme o roteiro abaixo.

- a) Preparação de soluções de NaOH 2,5%, 5% e 10%.
- b) Separação de 3 amostras de 3 gramas.
- c) Adição da casca desmineralizada às soluções.
- d) Reação, sob agitação, por 2 horas.
- e) Filtração da solução, separando assim a quitina da solução protéica. Filtro de café foi usado em tal procedimento.

Resultados:

Concentração	Peso inicial do sólido	Peso final do sólido
10%	3g	1.5g
5%	3g	1.8g

2.5%	3g	2.1g
------	----	------

Com o resultado desse experimento, adotamos a concentração de 10% como ótima para a realização de experimentos ulteriores.

7.2.3 – ESCOLHA DO DESPIGMENTADOR MAIS EFICIENTE

Analisamos a despigmentação usando água oxigenada 3% e 6% e hipoclorito de sódio com nas concentrações 1,25% de cloro ativo, 0,63% de cloro ativo, 0,31% de cloro ativo e 0,16% de cloro ativo . Procedemos conforme descrito a seguir:

- 1) Quitina oriunda da etapa anterior foi coberta com solução de água oxigenada 3%. Após 2 horas de reação, o experimento foi repetido, na mesma amostra, usando água oxigenada a 6%.

Resultado: A despigmentação foi muito baixa.

- 2) Quitina da etapa anterior foi dividida em 4 amostras e imesas em soluções de hipoclorito de sódio com diferentes concentrações. No quadro abaixo, vemos as condições de reação com seus respectivos resultados.

Concentração	Resultado	Tempo de Contato
1.25%	Retirada total do corante	7 minutos
0.63%	Retirada total do corante	7 minutos
0.31%	Retirada total do corante	10 minutos
0.16%	Baixa retirada de corante	-

Conclusão: a concentração de 0,31% é mais atrativa por demandar menos reagente e ser menos concentrada que as duas primeiras.

7.2.4 – DESACETILAÇÃO

Nessa etapa, realizamos experimentos para as quitinas provenientes da neutrase, bromelina e rota tradicional. Abaixo, a descrição do experimento.:

- a) Inserir a quitina a 60 ml de solução 30% de NaOH e colocar o meio sob agitação.
- b) A cada 1 hora, retirar uma pequena amostra do material e lavar conforme procedimento descrito a seguir. [Foram retiradas 3 amostras (1 e 3 horas de reação e ao fim de 24 horas.)]
- c) Secar na estufa, a 60° C, as amostras.
- d) Cada amostra foi enviada para teste de infra vermelho.

As amostras retiradas foram lavadas conforme procedimento abaixo:

- Lavar com água;
- Lavar com 100ml de solução de HCl 3,5% para neutralização do material;
- Lavar novamente com água;
- Lavar a quitosana com etanol.

Resultados

O grau de desacetilação foi calculado usando o método proposto por Moore e Roberts. A tabela abaixo mostra o grau de desacetilação obtido em função do tempo e da rota.

ROTA	Grau de desacetilação em t=1	Grau de desacetilação em t=3	Grau de desacetilação em t=24
Tradicional	0	45%	21%
Neutrase	20%	14%	0%
Bromelina	0%	0%	10%

Conclusão: O esperado era que quanto maior o tempo de reação, mais desacetilado fosse o produto. Porém, como observado, os resultados encontrados estão fora do previsto. Podemos observar apenas que a rota tradicional produziu uma quitosana com maior índice de desacetilação; mas, em virtude dos resultados, não podemos confiar muito nessa comparação. Certamente, houve problemas na retirada dos espectros de I.V. Nos experimentos subsequentes, onde tais espectros são necessários, a varredura dos espectros deverá ser feita com mais cautela.

7.3 – DESPROTEINIZAÇÃO VIA TRADICIONAL E ENZIMÁTICA

Nessa etapa, usamos como agentes desproteinizantes as enzimas neutrase, alcalase e bromelina e a base NaOH.

Reiniciamos a geração de quitosana a partir da casca bruta, utilizando as melhores condições de reação, conforme visto nos itens acima, modificando apenas as condições de reação da desproteinação e desacetilação.

7.3.1 - Desproteinação pela rota tradicional

- a) Pesar 25 gramas de casca;
- b) Preparar 200ml de solução 5% de NaOH (10g de NaOH e 200ml de água destilada);
- c) Deixar reagir sob agitação por 2,5 horas;
- d) Após 2,5 horas, trocar a solução de NaOH e repetir o procedimento acima;
- e) Colocar material na estufa para posterior pesagem, e comparar com a massa inicial.

7.3.2 - Desproteinação usando bromelina

- a) Pesar 25 gramas de casca;
- b) Adicionar 200ml de suco de abacaxi proveniente de sua casca;

- c) Deixar reagir sob agitação por 2,5 horas;
- d) Filtrar e lavar o material particulado com água;
- e) Colocar material na estufa (60° C) para posterior pesagem, e comparar com a massa inicial.

7.3.3 - Desproteíntização usando alcalase

- a) Pesar 25 gramas de casca;
- b) Adicionar solução contendo 0,25% de alcalase (200ml de sol.);
- c) Deixar reagir sob agitação por 2,5 horas;
- d) Filtrar e lavar o material particulado com água;
- e) Colocar material na estufa (60° C) para posterior pesagem, e comparar com a massa inicial.

7.3.4 - Desproteíntização neutrase

- a) Pesar 25 gramas de casca;
 - b) Adicionar solução contendo 0,25% de neutrase (200ml de sol.);
 - c) Deixar reagir sob agitação por 2,5 horas;
 - d) Filtrar e lavar o material particulado com água;
 - e) Colocar material na estufa (60° C) para posterior pesagem, e comparar com a massa inicial;
 - f) Enviar solução obtida para análise do teor de proteína
- Após a secagem do material na estufa, as massas de sólidos obtidas em cada rota são mostradas na tabela a seguir:

Rota	Peso inicial do sólido	Peso final do sólido
Tradicional	25g	8,1g
Bromelina	25g	13,0g
Alcalase	25g	12,7g
Neutrase	25g	11,4g

Com esse resultado, notamos que a rota tradicional foi a que melhor removeu as proteínas; porém, esse resultado não é suficiente para concluir qual enzima mostrou-se mais eficaz na remoção das proteínas, já que perdas no processo podem ter ocorrido.

Para sanar esta dúvida, determinamos o teor de material particulado presente nas soluções usadas nos procedimentos acima, já que essas soluções, além de conter as enzimas adicionadas antes da reação, contêm as proteínas retiradas da casca. Com esse procedimento, obtivemos a tabela abaixo:

Rota	Teor de Particulado
Tradicional	10%
Bromelina	5%
Alcalase	5,7%
Neutrase	7%

Com a tabela acima, vemos que a neutrase foi a enzima de maior destaque na remoção das proteínas da casca do camarão.

7.3.5 - Desmineralização

Os materiais particulados obtidos na etapa anterior passaram pela desmineralização com HCl 0,5M. O procedimento foi o mesmo do item 8.2.1.

Após a secagem dos materiais, obtivemos as massas mostradas na tabela seguinte. A fim de avaliar o desempenho do processo, calcinamos uma amostra de cada material; o resultado encontra-se na terceira coluna.

Rota	Massa após desmineralização	Teor de Cinzas
Tradicional	5,5g	7.01%
Bromelina	8,1g	4.48%
Alcalase	6,8g	9.62%
Neutrase	7.5g	5.89%

Com esses resultados, tiramos as conclusões a seguir:

- Tendo em vista os resultados da calcinação do item 8.2.1, verificamos que, se processarmos a desmineralização antes da desproteínização obtivemos uma retirada de minerais mais favorável.
- Nessa etapa, a bromelina e a neutrase mostraram-se mais eficientes que o NaOH, o contrário da desproteínização.

7.3.6 - Despigmentação

Os produtos obtidos após o experimento 8.3.5 já podem ser considerados quitina. Como a alcalase não produziu resultados positivos na desmineralização e desproteínização, a mesma foi descartada para experimentos subsequentes.

A despigmentação foi feita utilizando água sanitária com 0,31% de cloro ativo.

7.3.7 - Desacetilação

As 3 amostras de quitina foram submetidas simultaneamente ao procedimento a seguir:

- a) Inserir a quitina a 60 ml de solução 50% de NaOH.
- b) A cada 1 hora, retirar uma pequena amostra do material e lavar conforme procedimento descrito a seguir.
 - Lavar com água;
 - Lavar com 100ml de solução de HCl 3,5% para neutralização do material;
 - Lavar novamente com água.;
 - Lavar a quitosana com etanol.
- c) Secar na estufa, a 60° C, as amostras.
- d) Cada amostra foi enviada para teste de infra vermelho.

Resultados

O grau de desacetilação foi calculado usando o método proposto por Moore e Roberts, discutido no item 8.1 desse trabalho, a partir da análise dos espectros de Infra Vermelho (documentos anexos).

A tabela abaixo mostra o grau de desacetilação obtido em função do tempo e da rota.

ROTA	Grau de desacetilação em t=24
Tradicional	12%
Neutraxe	25%

Conclusão: Podemos observar que a rota tradicional produziu uma quitosana com menor índice de desacetilação, ao contrário do resultado exposto no item anterior. Porém, como a análise de I.V foi mais rigorosa, podemos confiar mais no resultado acima.

Segundo várias literaturas, desacetilando o material nas condições e no tempo dos experimentos realizados nesse item, atingiríamos um índice de desacetilação em torno de 85%. Sendo assim, toda a rota deve ser revista a fim de localizar o problema do baixo índice de desacetilação.

7.4 –ANÁLISES E CONCLUSÕES EXPERIMENTAIS

Com os experimentos realizados, conseguimos obter as melhores condições para cada etapa do processo, assim como estudar novas rotas de produção. O quadro abaixo mostra sinteticamente a melhor condição para cada etapa.

Ordem de realização das 2 primeiras etapas	Desmineralização antes da desproteíntização
Desmineralização	HCl 0,5M
Desproteíntização	Tradicional - Neutrase
Concentração de NaOH na desproteíntização	10%
Despigmentação	0,31% de Cloro ativo
Tempo de desacetilação	Não concluído através dos experimentos

Como não foi possível concluir através de experimentos qual rota e tempo produziria uma quitosana com maior grau de desacetilação, iremos adotar 24 horas de reação e NaOH 50%, tendo por base a patente PI 9800375-5 A.

O nível de desacetilação está relacionado com a qualidade da desproteíntização ocorrida. Verificamos que tanto a neutrase quanto a soda cáustica produziram bons efeitos na retirada da proteína. Dessa forma, as 2 rotas nos levarão a bons resultados de desacetilação. A opção da rota será feita após a análise de gastos de reagentes das mesmas.

8 – ANÁLISE DE GASTOS COM REAGENTES (NEUTRASE X TRADICIONAL)

Já que observamos no item 8 que a rota tradicional e da neutrase apresentam resultados semelhantes, nesse tópico iremos verificar qual das rotas representa um negócio mais lucrativo.

Para a análise econômica das rotas, iremos considerar a produção mensal da unidade de Fortaleza, 750 ton/mes de camarão, o correspondente a 263 ton. de casca de camarão. Como há cerca de 30% de umidade, serão processadas 184 ton./mês.

O custo dos reagentes a serem utilizados no estudo são os mostrados abaixo.

- NaOH 50% - R\$ 1,22 / Kg
- HCl 33% - R\$ 1,23/ Kg
- Neutrase – R\$ 75,00 / Kg
- Hipoclorio de Sódio - R\$ 0.75 / Kg

8.1.1 – ANÁLISE DE INVESTIMENTO MENSAL, DE REAGENTE, DA DESPROTEINIZAÇÃO PELA ROTA TRADICIONAL

Abaixo, o fluxograma para rota tradicional extrapolado para escala industrial:

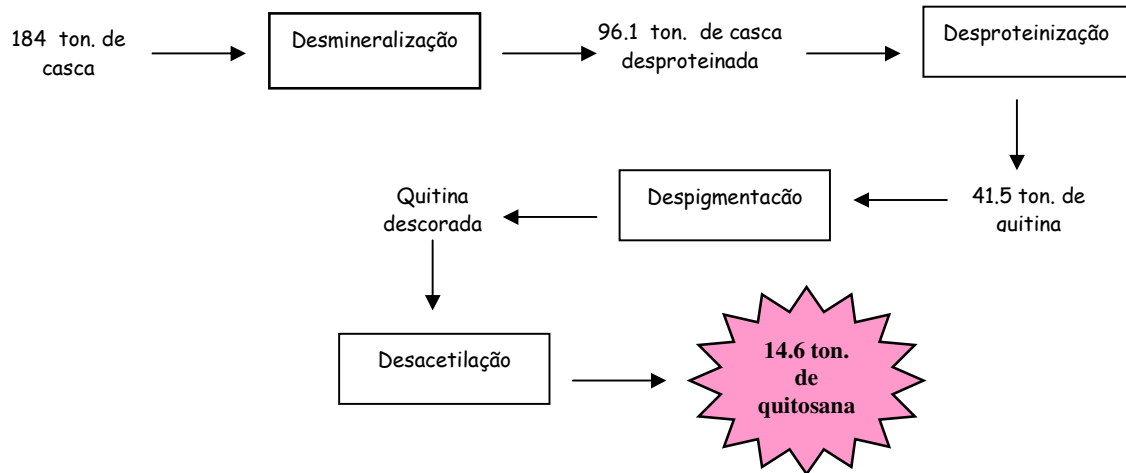


Figura 7 – Fluxograma da rota tradicional de quitosana em escala industrial

Tendo por base os gastos com reagentes em escala laboratorial, a estimativa para o gasto mensal com reagentes foi feita. Abaixo, uma tabela que mostra os valores.

Tabela 6 – Estimativa do gasto mensal dos reagentes

Reagente	Custo mensal
HCl	R\$ 143.500
NaOH	R\$ 552.327
NaClO	R\$ 1.455

Assim, o gasto mensal total com reagente utilizando a rota tradicional será de **R\$ 697.282**.

Além do gasto com reagentes para as reações, há a necessidade de neutralizar os resíduos ácidos e básicos. Fazendo cálculo estequiométrico, conseguiremos neutralizar todo rejeito básico utilizando o resíduo ácido da desmineralização. Porém, haverá necessidade de gastar **R\$ 96.000** com NaOH 50% para neutralizar o resto do resíduo de HCl não neutralizado pelos resíduos da desacetilação e desproteïnização.

8.1.2 - ANÁLISE DE INVESTIMENTO MENSAL, DE REAGENTES E DA DESPROTEINIZAÇÃO PELA ROTA DA NEUTRASE

Abaixo, o fluxograma para rota da neutrase extrapolado para escala industrial:

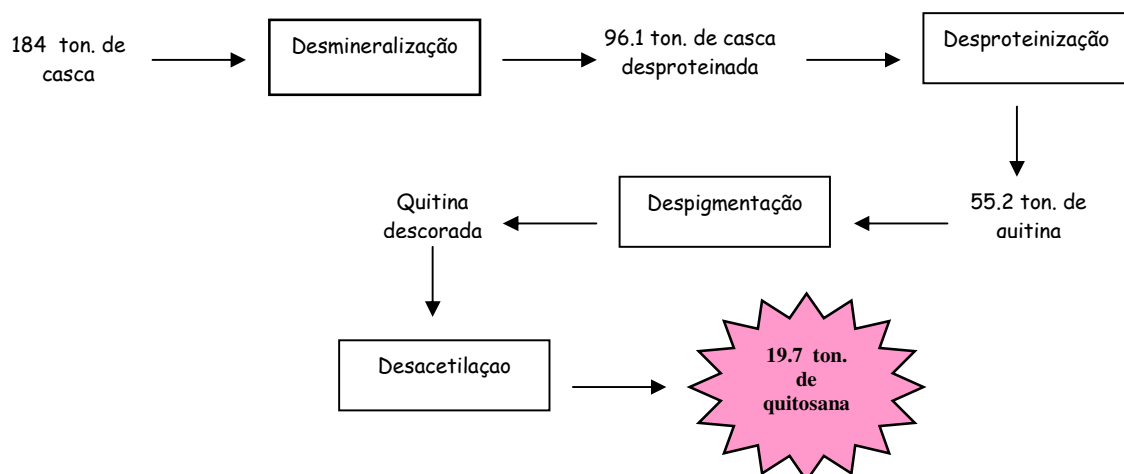


Figura 8 – Fluxograma da rota da neutrase em escala industrial

Tabela 7 – Estimativa do gasto mensal dos reagentes

Reagente	Custo mensal
HCl	R\$ 143.500
NaOH	R\$ 497.094
Neutrase	R\$ 18.034
NaClO	R\$ 1455

Assim, o gasto mensal total com reagente utilizando a rota tradicional será de **R\$ 660.083**.

Além do gasto com reagentes para as reações, há a necessidade de neutralizar os resíduos ácidos e básicos. Fazendo cálculo estequiométrico, conseguiremos neutralizar todo rejeito básico utilizando o resíduo ácido da desmineralização. Porém, haverá necessidade de gastar **R\$ 96.000** com NaOH 50% para neutralizar o resto do resíduo de HCl não neutralizado pelos resíduos da desacetilação.

8.2 – DEFINIÇÃO DA MELHOR ROTA

As duas rotas apresentam custos de reagentes próximos. Porém, a utilização da enzima Neutrase na desproteínação, permite um processo “mais limpo”, não havendo geração de resíduo alcalino nesta etapa, o que se apresenta como uma grande vantagem sobre a tradicional. Além disso, a proteína extraída pela neutrase poderá ser reaproveitada na indústria de alimentos, podendo ser futuramente uma nova fonte de renda para unidade geradora de quitosana.

Nos próximos itens, além do custo mensal dos reagentes, serão levados em consideração o custo com equipamentos e a demanda do mercado para a análise de viabilidade econômica de implantação da unidade.

9 –ANÁLISE DO EMPREENDIMENTO EM ESCALA INDUSTRIAL

9.1 – LOGÍSTICA DE PRODUÇÃO

Considerando a produção mensal da unidade de Fortaleza, 750 ton/mês de camarão, o correspondente a 263 ton/mês de casca e cabeça de camarão, foi definido que a melhor forma da unidade CINA QUITOSANA operar seria de maneira contínua, em série com a geração de rejeitos, ou seja, funcionamento “24 / 7” (24 horas, 7 dias por semana) em regime de turnos, podendo haver 4 turnos de 6 horas ou 3 turnos de 8 horas. A Tabela abaixo apresenta a projeção da quantidade de rejeito sendo tratada por hora de operação.

Casca Úmida (Ton/mês)	Casca Úmida (Kg/h)	Umidade (%)	Casca Seca (Ton/mês)	Casca Seca (Kg/h)
263	366	~30	184	255

O fato de todo o processamento do camarão ser feito na unidade de Fortaleza trás alguns benefícios para a implantação da unidade CINA QUITOSANA, em série com esta unidade:

- Eliminação de gastos com o transporte de rejeitos;
- Eliminação de problemas ambientais gerados com o descarte da casca e cabeça do camarão;
- Aproveitamento da infra-estrutura da Unidade em funcionamento (água, luz, etc)
- Tratamento contínuo de rejeitos, evitando necessidade de armazenamento para posterior tratamento.

Com a implantação da unidade CINA QUITOSANA, a unidade CINA em Fortaleza irá se tornar um “Complexo de Beneficiamento Total de Camarão”, visto que não haverá rejeito de camarão sendo eliminado, todas as partes do camarão produzido nas fazendas serão beneficiadas. A carne do camarão, como já vem acontecendo, e o que antes era um problema, a casca e cabeça do camarão, será transformada em mais uma fonte de renda através da produção e venda da Quitosana.

9.2 - ESPECIFICAÇÃO E CUSTO DOS EQUIPAMENTOS

Na tabela abaixo, os equipamentos necessários para cada etapa da produção de quitosana. Os mesmos foram especificados tendo por base a quantidade de matéria prima disponível diariamente, assim como os reagentes que entrarão no processo.

Etapa do Processo	Equipamento	Capacidade Requerida	Capacidade Real do Equipamento	Custo
Secagem	Secador rotativo	Retirada de 110 Kg/h de umidade	Retirada de 300 Kg/h de umidade	R\$ 50.000,00
Moagem	Moedor	250 Kg/h	2000 Kg/h	R\$ 20.000,00
Desmineralização	Tanques Polietileno	4 x 30 m ³	4 x 33 m ³	R\$ 20.000,00
Desproteïnização	Tanques Polietileno	2 x 30 m ³	2 x 33 m ³	R\$ 10.000,00
Despigmentação	Tanques Polietileno	1 x 30 m ³	1 x 33 m ³	R\$ 5.000,00
Desacetilação	Tanques Polietileno	1 x 30 m ³	1 x 33 m ³	R\$ 5.000,00
Entre etapas	Tanques de sedimentação	4 x 30 m ³	4 x 33 m ³	R\$ 20.000,00
			Total:	R\$ 150.000,00

Uma área de 200m² é capaz de alocar a unidade geradora de quitosana.

9.3 – ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA

Pela análise mercadológica, vimos que a capacidade da nossa empresa corresponde a 11% do consumo mundial de quitosana para fins de emagrecimento. Porém, é maior que o dobro do consumo nacional. Dessa forma, iremos considerar para os cálculos de tempo de retorno de investimento, a planta com 100, 50, 25 e 15% de sua capacidade operacional.

O preço do produto será de R\$ 50,00/Kg, que está dentro da cotação internacional da quitosana voltada para o mercado farmacêutico (que varia de R\$ 50,00 – R\$ 70,00). Consideraremos também que haverá um gasto mensal fixo de R\$ 55.000,00. Assim, o lucro mensal em cada situação operacional é mostrado no quadro abaixo.

Capacidade	Custo Fixo	Custo Variável	Receita	Lucro
100%	R\$ 55.000,00	R\$ 756.083,00	R\$ 985.000,00	R\$ 173.917,00
50%	R\$ 55.000,00	R\$ 378.804,00	R\$ 492.500,00	R\$ 58.696
25%	R\$ 55.000,00	R\$ 189.020,00	R\$ 246.250,00	R\$ 2.230,00
15%	R\$ 55.000,00	R\$ 94.510,00	R\$ 123.125,00	R\$ -26.385,00

Com a tabela acima, verificamos que não é viável trabalharmos abaixo de 50% da capacidade. Dessa forma, o tempo de retorno será calculado apenas para 100 e 50% da produção.

O retorno do capital investido dar-se-á em 1 mês, considerando 100% da capacidade de produção. Já com 50%, ocorrerá em 3 meses.

Quanto a uma possível queda no preço da quitosana grau farmacêutico, a empresa operando com 100% da capacidade suporta uma queda para até R\$ 40,00/Kg, ao passo que com 50% a queda pode ser no máximo até R\$ 44,00).

10 – ESTUDOS FUTUROS

Para aprimorar o trabalho desenvolvido, acreditamos ser de suma importância o estudo dos tópicos abaixo mencionados.

- 1- Otimizar o processo a fim de encontrar o lucro máximo gerado pelas plantas sugeridas.
- 2- A bromelina e a neutrase atuam em diferentes sítios protéicos; dessa forma, é interessante avaliar o uso das duas enzimas em série a fim de aumentar o grau de desproteínização.
- 3- Melhorar a análise do grau de desacetilação e quantificação de proteínas.
- 4- Avaliar técnico e economicamente a possibilidade de se produzir sulfato de cálcio para emprego na indústria de fertilizantes, a partir do resíduo da etapa de desmineralização.
- 5- Estudar rotas enzimáticas capazes substituir o NaOH na etapa de desacetilação.
- 6- Estudar a recuperação das proteínas extraídas na etapa de desproteínização da rota enzimática.
- 7- Adicionar ao processo de produção uma etapa de purificação do produto.
- 8- Estudar recuperação do NaOH utilizado na etapa da desacetilação.

11 – CONCLUSÕES

Verificamos que a implantação de uma unidade geradora de quitosana na CINA Camarão representa um negócio lucrativo, desde que o mercado consiga absorver no mínimo 50% de sua capacidade máxima.

Além do lucro, a CINA Camarão estará contribuindo para o desenvolvimento sustentável, já que estará deixando de despejar no meio ambiente 263 toneladas de casca/cabeça de camarão, o que causa um grande desequilíbrio ecológico.

12 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) Canella, K. N. C.; Garcia, R. B. – “Caracterização de quitosana por Cromatografia de Permeação em Gel – Influência do Método de preparação e do solvente” Universidade Federal do Rio Grande do Norte;
- (2) Rizzi, J.; Pinto, L.A. A.; Soares, N. M.; Moura, C.; Vasconcelos, S. – “Obtenção e Purificação de Quitosana a partir de resíduos de camarão em Escala Piloto” Universidade Federal do Rio Grande – 2003 – Revista UniVap, v.10, n.18, páginas 88–91;
- (3) Patente PI 0003114-3 A – “Quitosana e seu método de Preparação” – 2001;
- (4) Patente PI 9800375-5 A – “Novo Processo de Obtenção de Quitosana a partir de Carapaças de Crustáceos”.
- (5) McNeely, W. H – “Chitin and its Derivatives” – Chapter IX – pages 193-212
- (6) <http://www.polymer.com.br> – 23/03/2005
- (7) <http://www.abccam.com.br> – 23/03/2005

- (8) <http://ntp.niehs.nih.gov> – 23/03/2005
- (9) <http://www.vincentcorp.com> – 23/03/2005
- (10) <http://www.otm.uiuc.edu/techs/available/techdetail.asp?id=225> - 28/06/2005
- (11) <http://www.goldinc.com/~thehunts/news.html> - 07/10/2005
- (12) <http://www.biolog-heppe.de/> - 07/10/2005
- (13) <http://www.gov.nf.ca/Fishaq/fdp/ProjectDescription/projects.htm> 07/10/2005
- (14) <http://www.bestchitosan.com/product/chitosan-production.asp> 07/10/2005
- (15) www.cina.com.br – 20/08/2005
- (16) www.carbocloro.com.br – 01/10/2005
- (17) www.novozymes.com.br – 01/10/2005

14 - ANEXOS

Abaixo estão as legendas para análise dos espectros:

- Qn1 - Referente ao experimento de desacetilação por 1h pela rota da neutrase, da primeira bateria de experimentos;
- Qn3 - Referente ao experimento de desacetilação por 3h pela rota da neutrase, da primeira bateria de experimentos;
- Qn24 - Referente ao experimento de desacetilação por 24h pela rota da neutrase, da primeira bateria de experimentos;

- Qb1 - Referente ao experimento de desacetilação por 1h pela rota da bromelina, da primeira bateria de experimentos;
- Qb3 - Referente ao experimento de desacetilação por 3h pela rota da bromelina, da primeira bateria de experimentos;
- Qb24 - Referente ao experimento de desacetilação por 24h pela rota da bromelina, da primeira bateria de experimentos;

- Qt1 - Referente ao experimento de desacetilação por 1h pela rota tradicional, da primeira bateria de experimentos;
- Qt3 - Referente ao experimento de desacetilação por 3h pela rota tradicional, da primeira bateria de experimentos;
- Qt24 - Referente ao experimento de desacetilação por 24h pela rota tradicional, da primeira bateria de experimentos;

- NeutraseNaOH50% - referente a 24 hs de desacetilação pela rota da neutrase na segunda bateria de experimentos;
- NaOH50% - referente a 24 hs de desacetilação pela rota tradicional na segunda bateria de experimentos;

