

# **CICLO DE “PRODUÇÃO MAIS LIMPA” PARA O REAPROVEITAMENTO CONJUGADO DE RESÍDUOS DA CARCINICULTURA, LATICÍNIOS E CULTIVO DO COCO.**

**Carlos Enrique de Medeiros Jerônimo**

DEQ/UFRN – Rua Professor Gerson Dumaesq, 259 – Capim Macio – Natal – RN – Brasil  
CEP.: 59082-330 – E-mail: [carlos@eq.ufrn.br](mailto:carlos@eq.ufrn.br) - Fone: (84) 99911657

**Henio Normando de Souza Melo**

E-mail: [henio@eq.ufrn.br](mailto:henio@eq.ufrn.br)

**Thiago Negreiros Moura**

E-mail: [negreiros@eq.ufrn.br](mailto:negreiros@eq.ufrn.br)

**Camilo Miguel Duarte Ribeiro**

E-mail: [camilomiguel@eq.ufrn.br](mailto:camilomiguel@eq.ufrn.br)

**Dynara de Medeiros Jerônimo**

E-mail: [dynara@pontocriativo.com](mailto:dynara@pontocriativo.com)

## **SUMÁRIO**

1. INTRODUÇÃO
2. METODOLOGIA
3. ANÁLISE DOS RESULTADOS
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

**RESUMO** – Neste trabalho foi realizado um levantamento dos processos de produção de coco, camarão e queijo, assim como uma quantificação dessas produções no estado do Rio Grande do Norte. O objetivo foi desenvolver um ciclo onde houvesse o reaproveitamento mútuo dos subprodutos gerados por essas atividades, assim como, amenizar os impactos causados ao meio ambiente decorrente do descarte desordenado desses resíduos. Os resultados apresentados são direcionados para a produção de um adoçante dietético “lactitol”, de alto valor agregado, a base da lactose presente no soro residual do queijo, mediante hidrogenação catalítica (Níquel-carvão ativado) do soro desproteinado com o agente coagulante, derivado da casca do camarão, denominado quitosana.

**PALAVRAS-CHAVE:** Coco, Camarão, Coco, Produção mais limpa e Lactitol.

## **1. INTRODUÇÃO**

As questões ambientais são, no momento, o assunto de maior amplitude global, na abordagem dos aspectos técnicos envolvidos, dos impactos causados e na importância dada pela mídia. A origem dos problemas ambientais, normalmente, é atribuída ao crescimento econômico baseado na exploração dos recursos naturais, a qual provoca seu esgotamento e/ou contaminação, e no crescimento populacional sem controle. Nem sempre o progresso tem sido um aliado do meio ambiente, tornando-se, muitas vezes, incompatível com a sua preservação.

Os resíduos (sólidos, líquidos ou gasosos) sempre foram considerados sobras inevitáveis dos processos produtivos, bem como associados aos processos econômico-sociais, dos quais a sociedade é dependente. A melhor utilização da matéria-prima e o reaproveitamento de resíduos inevitáveis são entendidos como saídas para a continuidade do processo tecnológico. (CNTL, 2003)

No Rio Grande do Norte algumas atividades vêm ganhando uma importância no cenário econômico do estado, principalmente no âmbito das exportações e programas sociais desenvolvidos pelo governo federal e estadual. No tocante das atividades destacam-se as atividades dos laticínios, o cultivo e beneficiamento dos frutos do coqueiro e a atividade da carcinicultura (cultivo de camarão marinho em cativeiro).

Os laticínios respondem atualmente, por uma grande parcela da economia norte-rio-grandense. Dentre os principais produtos desse ramo industrial estão: leite pasteurizado, produção de manteigas, produção de queijos, em especial do tipo ‘coalho’, dentre outros. Onde a este último será dado um enfoque principal, pois é representante da maior parcela do total de efluentes líquido gerado por esse segmento industrial.

Dentre os principais resíduos observados na atividade de beneficiamento de derivados lácticos, mais especificamente aquelas que produzem queijo, destaque para a enorme quantidade de soro, gerado como principal subproduto da transformação do leite em queijo ou caseínas. Embora o soro possua alto valor nutritivo, ele não tem sido devidamente aproveitado pelas indústrias alimentícias. Sua principal utilização em nossa região é concentrada como complemento na engorda animal.

O queijo de coalho é um produto arraigado na tradição do nordeste brasileiro e movimenta uma imensa economia informal em todos os estados da região, apesar das dificuldades sazonais e econômicas. Na falta de dados estatísticos, podemos estimar que pelo menos em cada uma das cidades e comunidades do Rio Grande do Norte existe uma queijaria, mesmo que de ‘fundo de quintal’, que pelo menos movimenta uma economia de US\$ 5.000,00/mês (SEBRAE, 2002). A produção estimada na região do Seridó Potiguar é de cerca de 2800kg/dia de queijo tipo “coalho”. Representando uma movimentação financeira de US\$ 140.000,00/mês. (SEBRAE, 2002).

O volume de soro liberado pelas indústrias de laticínios na produção de queijo é abundante (cerca de 9L por Kg de queijo produzido). Embora o soro possua alto valor nutritivo, não tem sido

devidamente aproveitado por essas indústrias. Sua principal utilização em nossa região é concentrada como complemento na engorda animal, principalmente de suínos.

A atividade da carcinicultura marinha vem sendo o mais bem sucedido da aquicultura mundial. Esta atividade já está estabelecida em mais de 50 países, chegando a uma produção global, em cativeiro de 82%. Nos últimos 4 anos a expansão territorial dos cultivos foi em torno de 20% ao ano, e no ano de 2001, a produção nacional do camarão marinho cultivado alcançou 25 mil toneladas. Segundo dados da ABCC, a produção ocupou 6.250 ha, gerando 25.000 t, sendo quase toda a produção obtida nas regiões Norte e Nordeste (Tabela 1).

**Tabela 1** Diagnóstico da Carcinicultura Brasileira 2002

Estado	PRODUTORES						Total	
	Pequenos (< 10 ha.)		Médios (>10<50 ha.)		Grandes (>50 ha.)			
	QTDE	Área (ha)	QTDE	Área (ha)	QTDE	Área (ha)	QTDE	Área (ha)
RN	221	875	48	1.058	11	1.658	280	3.591
CE	89	315	28	721	9	1.224	126	2.260
BA	24	110	6	128	6	1.472	36	1.710
PE	61	115	10	189	3	727	74	1.031
PB	42	162	6	130	2	290	50	582
PI	5	25	4	85	3	480	12	590
SC	19	104	21	393	1	63	41	560
SE	37	232	2	30	1	90	40	352
ES	9	80	1	17	0	0	10	97
MA	2	10	2	37	1	108	5	155
PA	3	22	0	0	0	0	3	22
PR	0	0	1	50	0	0	1	50
AL	1	3	1	13	0	0	2	16
Total	513	2.053	130	2.851	37	6.112	680	11.016
Part. Rel. (%)	75,44%	18,63%	19,12%	25,88%	5,44%	55,48%	100%	100%

Fonte: ABCC 2002, Censo 2002..

Fonte: ABCC 2002, Censo 2002..

A cultura do coqueiro (*Cocos nucifera* L.) é cultivada em aproximadamente 90 países, sendo típica de clima tropical. Tem origem no Sudeste Asiático e os maiores produtores mundiais são: Filipinas, Indonésia e Índia. A produção anual nacional de coco no Brasil é superior a sete mil toneladas, tendo um grave problema urbano pela geração de montantes consideráveis de cascas, ou pelo consumo direto ou pelo beneficiamento industrial. Os resíduos são constituídos, em sua fração principal, por fibras que apresentam uma aplicabilidade como substituto de sintéticos e excelente matéria-prima para produção de carvão ativado.

Proceder-se-á em linhas posteriores a obtenção de um ciclo tecnologicamente limpo, com a adequação de pontos comuns dos diferentes resíduos para a idealização das rotas de beneficiamento de produtos acabados de alto valor agregado.

Dentre os problemas a serem superados e as rotas produtivas a serem catalisados, um dos primeiros gargalos está na especificação dos problemas de separação relacionados às indústrias

agro-alimentares ou farmacêuticas, que se originam freqüentemente da natureza dos produtos a separar, como por exemplo, as macromoléculas de origem biológica (proteínas, enzimas e antibióticos), as quais podem ser rapidamente desnaturadas, perdendo assim suas propriedades e atividade, sendo o caso específico das proteínas presentes no soro do queijo de coalho.

Agregadas as problemáticas do soro, surge a necessidade do emprego dos outros resíduos citados anteriormente, para a obtenção de produtos de alto valor agregado, como: a quitosana (produzida pela desacetilação de cascas de camarão) e o carvão ativado (utilizado como suporte catalítico em várias reações), podendo ser derivado de cascas de frutos do coqueiro (MELO et al, 2002).

Alguns trabalhos têm sido encontrados na literatura, tendo como objetivo principal da valorização destes abundantes subprodutos. É também dentro desse contexto que se situa nossa proposta, devido a observação, em nossa região, da presença de uma boa bacia leiteira e conseqüentemente de uma quantidade de soro considerável, obtido no processamento do queijo, que acaba sendo desperdiçada pelos produtores. Além do que, atualmente se apresenta no contexto nacional entre os maiores produtores de camarão e possui uma parcela significativa do consumo e processamento do coco (JERÔNIMO, 2003).

O desafio torna-se então, desenvolver processo de aproveitamento deste soro, oferecendo ao mercado consumidor, produtos na área alimentícia, agregando valor a este tipo de efluente. Dentre estes produtos, destacam-se o lactitol e alguns concentrados protéicos. O lactitol sendo obtido pela hidrogenação catalítica (Níquel suportado em carvão ativado) e as proteínas (coaguladas por agentes tais como a quitosana).

O lactitol pode ser usado como adoçante pelo fato de ser um produto de baixa taxa calórica em comparação aos açúcares comuns, podendo assim, ser consumido convenientemente por pessoas diabéticas. Outra vantagem que o mesmo apresenta é o de não ser cariogênico podendo ser usado na fabricação de uma variedade de produtos.

Contudo, um ciclo de produção “mais limpa” pode ser criado, com a valorização de subprodutos e ganhos ambientais consideráveis. Já que esses resíduos oferecem altos graus de poluição ao meio ambiente. No entanto, este processo ainda gera alguns resíduos, porém, em quantidades bem mais reduzidas que o fluxo sem o reaproveitamento.

Por outro lado, a viabilidade econômica deste ciclo está nos produtos extraídos (proteínas) e recuperados para fins de transformação, tais como o lactitol. Este último é importado no valor de US\$/g 45,00. A proteína  $\beta$ -Lactoglobulina é obtida do mercado externo no valor de US\$/g 48,00.

Neste trabalho, é apresentado um levantamento das principais técnicas de obtenção da quitosana, lactitol e carvão ativado, obtendo assim um detalhamento dos balanços de materiais e definição do processo de obtenção, tendo assim, o desenvolvimento de um ciclo de produção mais limpa para o reaproveitamento integrado desses resíduos, apresentando a gestão de produção e o projeto de viabilidade técnica e econômica do ciclo.

## 2. METODOLOGIA

O estudo procedeu por uma varredura na literatura específica, a fim do conhecimento das necessidades técnicas e aspectos de qualidade exigidos para a obtenção dos produtos acabados, em questão.

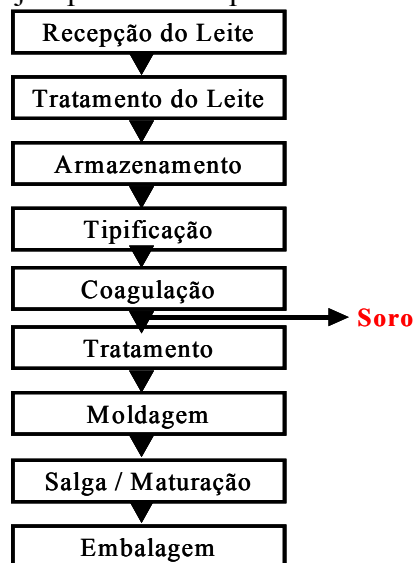
Em uma segunda fase, foi realizado um levantamento das potencialidades desses resíduos em termos das microrregiões do nordeste brasileiro, em especial, ao estudo de caso para o estado do Rio Grande do Norte.

Por fim, procedeu-se uma avaliação dos balanços de materiais dos constituintes de origem dos produtos acabados, tendo com isso a obtenção da potencialidade econômica de cada um dos resíduos e constituintes.

## 3. ANALISE DOS RESULTADOS

### 3.1 – Laticínios

O queijo é um produto fermentado, constituído por caseína em forma gel, matéria graxa, ácido láctico e substâncias minerais, obtido a partir do leite. A fabricação de queijo é um método de transformação da parte dos componentes do leite em um produto de fácil conservação, menor volume, alto valor nutritivo, sabor agradável e boa digestibilidade (AQUARONE *et al*, 1990). O queijo de coalho é obtido pela coagulação do leite devidamente pasteurizado e com a adição de cloreto de cálcio, cultura láctica e sal. O soro do queijo é obtido em um processo onde a variação das condições de execução de cada etapa de fabricação é que dá as características de cada queijo. O processo de fabricação do queijo tipo “coalho” pode ser descrito pelo seguinte fluxograma:



A natureza do soro depende do tipo de queijo que lhe dá origem. Basicamente, há três tipos de soro láctico, a saber:

- **Soro doce**, obtido da coagulação por fermentos lácticos e coalho. Caso do queijo tipo “coalho”.
- **Soro ácido**, obtido à partir da acidificação do leite.
- **Soro desproteinado**, obtido a partir da coagulação das proteínas a quente (90°C).

A produção mundial de soro é cerca de 102,6 milhões de toneladas, considerando-se que o coeficiente médio de transformação é de cerca de 9 kg de soro para 1 kg de queijo. No estado do Rio Grande do Norte, mais precisamente na região semi-árida, existem cerca de 2000 queijeiras e uma cooperativa de produtores de leite/queijo com 4700 associados. No total a produção alcança aproximadamente 1,3 milhões de toneladas de soro/ano. A composição do soro é mostrada na Tabela 2.

**Tabela 2: Composição do Soro do Queijo, Porcentagem.**

<b>Componente</b>	<b>Soro Doce</b>	<b>Soro Ácido</b>
Água	93 - 94%	94 - 95%
Extrato Seco	6 - 7%	5 - 6%
Lactose	4,5 – 5%	3,8 – 4,2%
Ácido Láctico	Traços	Até 0,8%
Proteínas	0,8 – 1,0%	0,8 – 1,0%
Cinzas	0,5 – 0,7%	0,70 – 0,85%
pH	6,45	Ao redor de 5,0

Fonte: SPREER, 1991.

O custo de disposição e derivado da matéria-prima agregado ao soro pode ser estimado como US\$ 0.17 por litro de soro, adequado para uma realidade potiguar.

O soro é um produto rico em proteínas e açúcares, podendo ser reutilizado para o consumo humano e sendo matéria-prima de baixo custo e não necessitando pré-tratamento para seu processamento em larga escala. As proteínas obtidas têm alto valor de mercado, em torno de 250 a 1700 dólares por 5g, o que determina um alto potencial econômico do processo de aproveitamento do soro.

Do ponto de vista nutricional 8 (dos quais 3 estão presentes), dos 20 aminoácidos conhecidos são essenciais. Estes não podem ser sintetizados pelo organismo humano e, como são necessários para a manutenção do metabolismo, devem ser ingeridas como alimento.

Na Tabela 3, são mostradas as proteínas encontradas no leite e conseqüentemente em seu soro. Observa-se a predominância da caseína. A caseína dá nome a um grupo de proteínas, que formam facilmente polímeros que contêm diversos grupos de moléculas idênticas ou diferentes. São partículas coloidais com cerca de 0,4 micrômetros.

**Tabela 3: Composição do Leite em Termos Protéicos**

<b>Proteínas</b>	<b>% do Total</b>	<b>g/L de Proteínas Totais</b>	<b>Origem</b>
Caseínas	80	26	Mamário

Albuminas	15	4,5	Mamário
Imunoglobinas	2	0,7	Sanguíneo
Proteosas-peptonas	2	0,54	Sanguíneo
Outras	1	0,3	-

Fonte: VEISSEYRE (1988).

### 3.1.1 Proteínas do Soro

As proteínas do soro do queijo representam cerca de 20% das proteínas do leite, dentre estas, alfa-albumina e beta-albumina perfazem 70-80% das proteínas totais, constituindo-se de proteínas globulares desnaturáveis pelo calor. Formação de gel, emulsificação, agente espumante, flavorizante e solubilizante são propriedades que as proteínas apresentam que tornam esta, a fração do soro de maior interesse econômico por conta do largo espectro de utilização nas indústrias de alimentos, particularmente em biscoitos proteinizados, sopas, molhos, cremes, gelados, produtos farmacêuticos, dietéticos, queijos e outros produtos (ABREU, 1999).

A separação das proteínas pode ser realizada por diversos procedimentos como precipitação, filtração por membranas, centrifugação e adsorção onde cada processo possui suas peculiaridades relativas a custo, valor nutricional das proteínas pós-processo, eficiência na separação e seletividade (CERBULIS & FARRELL, 1975).

A coagulação é um processo químico de pré-tratamento, empregado para a remoção de substâncias, no estado coloidal, produtora de cor, turbidez, odor e sabor. Decorrentes de partículas de argila, algas, matéria orgânica em decomposição, ou de resíduos provenientes de despejos industriais. A coagulação tem como principal função a desestabilização e a adesão simultânea de colóides (LEME, 1990).

A complexidade deste processo de desestabilização é o resultado da várias reações químicas e mecanismos de crescimento de partículas, que ocorrem simultaneamente, quando o coagulante é adicionado ao meio aquoso. Ou seja, a coagulação cria condições no meio de forma a reduzir o potencial zeta das partículas coloidais. Este potencial é definido como potencial elétrico entre a superfície externa da camada compacta e o meio líquido onde a partícula está inserida.

A coagulação exige a adição e mistura rápida de um coagulante (quitosana) ao efluente a ser tratado. A reação química resultante neutraliza as cargas coloidais e forma um precipitado (flocos) para remoção subsequente.

Os processos de coagulação, floculação e sedimentação não são 100% eficientes; o efluente ainda conterá alguma matéria em suspensão sob a forma de flocos de arraste (LEWNING, 1979).

### 3.1.2 Lactose

Esse açúcar tem propriedades específicas como: poder edulcorante baixo, solubilidade baixa à temperaturas ambientes e temperaturas elevadas, hidrosopicidade reduzida, boa fixadora de aromas, bom poder absorvente de pigmentos, emulsificante e poder caramelizante, e faculdade de poder ser reduzida em termos de volume. Isto lhe confere uma boa utilização como suporte ou base na indústria alimentícia.

Para o ciclo idealizado, a lactose não requer a sua separação do meio original, sendo necessária apenas o aumento dos níveis de concentração e a remoção de agentes inibidores das reações catalíticas de hidrogenação, tais como: cloretos e proteínas.

### **3.2 Carcinicultura**

A quitina é constituinte orgânico mais importante do material estrutural de invertebrados e foi pela primeira vez aplicada por Odier, em 1821. Ela é encontrada em artrópodos, anelídios e moluscos (ODIER, 1823). Mas, apesar de serem largamente distribuídas entre os animais inferiores, suas únicas fontes econômicas atualmente são os crustáceos, processados em larga escala como alimentos.

Operações industriais com camarões, caranguejos e lagostas fornecem quantidades substanciais de resíduos nos locais de processamento, que consistem principalmente de cascas e cabeças, as quais contêm maior parte de quitina originalmente presente.

A quantidade de quitina encontrada em determinados crustáceos demonstrou que a quitina apresenta 14-27% do peso seco dos resíduos do processamento de camarões (ASHFORD et al, 1997).

As propriedades da quitina independem do seu método de isolamento e purificação:

- É sensível e facilmente hidrolisada como é típico de um poliacetal (superior a celulose).
- É um poderoso agente sequestrante de metais. Por isto a lavagem deve ser feita com água deionizada por um longo período.
- É susceptível a formação de compostos N-cloro. Por isto o branqueamento com peróxido é preferível ao cloro.

A quitosana, que já tem sido usada para a recuperação da biomassa de resíduos de processamento de alimentos, já é por si só o reaproveitamento de um subproduto, pois é um polímero natural fabricado a partir da quitina presente em resíduos de processamento de camarão e caranguejo.

A quitosana é o produto da desacetilação da quitina, substituindo os agrupamentos de acetil por um amino, o que lhe confere um caráter policatiônico. A quitina é um biopolímero formado por um encadeamento linear insolúvel de 2000 a 3000 moléculas com a estrutura química muito similar a da celulose (VOGELLAR, 1996).

BOUGH & LANDES (1978) estabeleceram: “sem dúvida, a quitosana é um agente coagulante efetivo, mais se pode encontrar polímeros sintéticos com desempenho tão bom quanto o desta substância. O que fazia a quitosana única em qualificação seria a obtenção da aprovação pelo



FDA como ingrediente alimentar, permitindo que subprodutos recuperados de resíduos de processamento sejam usados para a alimentação”. Em 1983, obteve-se esta aprovação e pode-se chegar a um estágio tal que materiais residuais podem ser purificados, adequadamente, para a posterior utilização na alimentação humana, como já havia sugerido KNOOR em 1982.

A FAO (Food and agriculture Organization) calcula que a produção industrial de quitosana, a partir de sobras de pescados, pode alcançar um volume de cerca de 40 mil toneladas por ano.

O rendimento em termos de quitosana a partir da casca do camarão atinge níveis de 20%, tendo uma potencialidade eletiva para a produção ao custo de US\$ 0.01, da casca do camarão. A quitosana apresenta um custo de produção, quando obtida da casca bruta de camarões, da ordem de US\$ 8.60 por quilograma. A aplicação de um quilo de quitosana atende a 2500 litros de soro de queijo, tendo um rendimento de extração da ordem de 93%.

### 3.3. Coco

Uma grande faixa da Zona da Mata do nordeste brasileiro vem apresentando, nos últimos tempos, um considerável desenvolvimento econômico, propiciado pelo plantio e cultivo do coco. Plantio este, que acarretam, no desmatamento de grandes áreas da vegetação predominantemente “mata atlântica”, tendo como consequência uma série de impactos ambientais, que influenciam diretamente no nível de qualidade de vida dos habitantes das pequenas localidades circundantes a esta região. Más, como esse não é o enfoque desse projeto, avaliaram-se o que se processa em paralelo a gravidade causada pela atividade de plantio do coco, surge a necessidade de se encontrar um destino adequado para os resíduos gerados, pois, o mesmo é descartado como lixo, agravando ainda mais o problema da destinação final em lixões. Problema esse, que poderia ser transformado em oportunidade de negócios, passando a ser matéria-prima, gerando renda, ajudando na sobrevivência familiar e tendo como consequência uma ação de fomento ao desenvolvimento econômico para as famílias das regiões produtoras.

A produção anual nacional de coco é superior a sete mil toneladas, sendo que isto representa o uso de apenas uma pequena parcela total de 900 milhões de cocos anualmente cultivados no país (IBGE, 1996). Dessa forma tem-se uma quantidade muita elevada de cascas de coco, ainda tratadas como resíduo, sendo que na realidade constituem matéria-prima em potencial.

**Tabela 4: Características e propriedades da fibra de coco**

Comprimento da fibra	15 a 33 cm
Diâmetro da fibra	0,05 a 0,4 cm
Cor	Marrom-claro a escuro, marrom-avermelhado.
Toque	Duro, um toque áspero.
Alongamento de ruptura	Muito alto
Resistência	Seco: fibra técnica 8 a 20 Km, fio 8 a 12 Km. Úmido: 93% da resistência Seca.

Densidade	Muito reduzida, porque a fibra tem grande espaço oco.
-----------	---

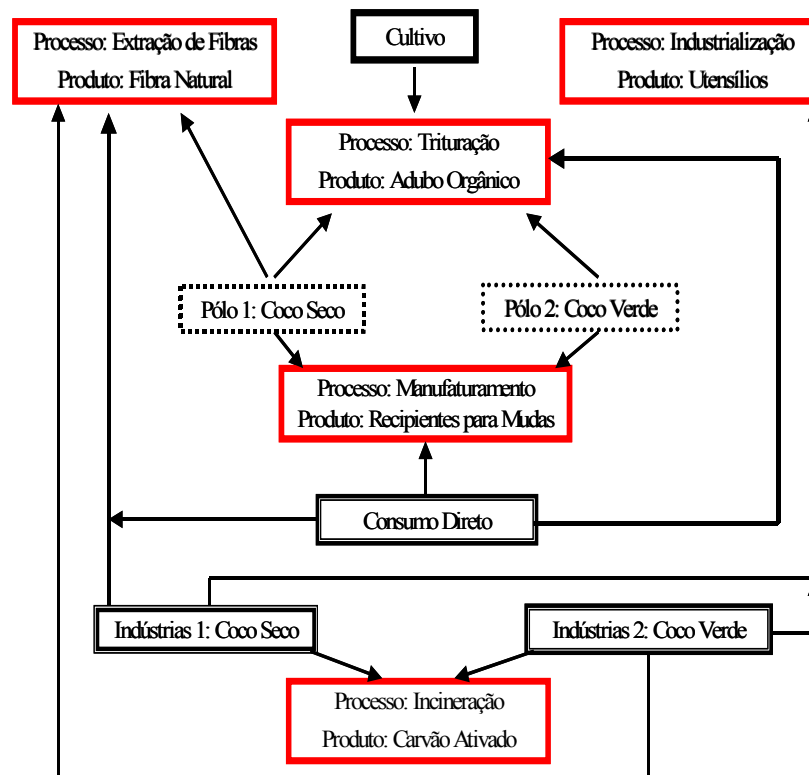
Fonte: HARRIES e HARRIES (1976)

Dentre algumas vantagens das fibras vegetais, de uma forma genérica, destacam-se como principais:

- Baixa densidade
- Baixo consumo de energia
- Baixo custo
- Baixa abrasividade
- Atoxicidade
- Biodegradabilidade
- Reciclabilidade
- Altas propriedades de resistência mecânica específica

Com base nos resultados obtidos, pesquisou-se na literatura específica e em exemplos de casos industriais, meios para o reaproveitamento dos resíduos, fato este que permitiu a criação de uma proposta preliminar de um sistema integrado para o reaproveitamento destes materiais, mostrado na Figura 1. De antemão, podemos destacar as principais formas encontradas e que se mostraram economicamente e socialmente viáveis em outras regiões do país:

- ❑ Confecção de Utensílios para Cultivo de Mudanças e Plantas Ornamentais.
- ❑ Extração das Fibras para Reuso como preenchimento de estofamentos, em substituição as poliuretanas.
- ❑ ***Produção de Carvão Ativado (a partir de processo de incineração).***
- ❑ Uso como piso, em criatórios de animais.
- ❑ Utensílios Secundários: Pincéis, Tapetes etc.



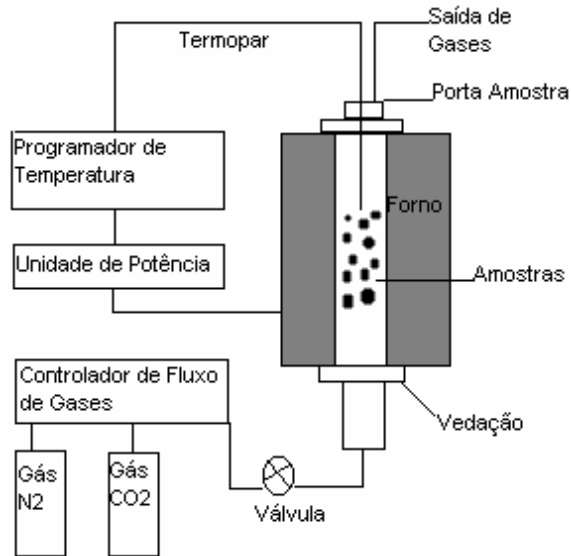
**Figura 1: Modelo Proposto para Reaproveitamento de Resíduos do Coco.**

O carvão ativado (C.A.), entretanto, para adequação ao ciclo integrado idealizado é o reuso mais indicado. Tendo esse material, um carbonoso, ser caracterizado por se constituir de um material altamente poroso e por possuir uma área superficial interna fornecendo-lhe a propriedade de alta adsorção. Estas características atribuem ao C.A. a propriedade de adsorver moléculas tanto da fase líquida como as moléculas da fase gasosa (BANSAL, 1988; JANKOWSKA, 1991). Esse é obtido pela combustão parcial e decomposição térmica de várias substâncias carbonosas, podendo ser granulado ou em pó. O granulado é caracterizado por uma alta superfície interna e pequenos poros, enquanto o em forma de pó é associado à poros maiores, mais com pequena superfície interna (BOENHORFF, 1980).

O processo de produção do C.A. envolve duas etapas principais: a carbonização da matéria prima (casca de coco) à temperatura acima de 800°C, na ausência de oxigênio e a ativação do produto carbonizado, que consiste na remoção de carbonos desorganizados, expondo os anéis aromáticos à ação dos agentes ativadores, conduzindo para o desenvolvimento da estrutura porosa (BRUNNER, 1980).

Carvões ativados são excelentes adsorventes usados para purificar, desintoxicar, desodorizar, filtrar, descolorir, desclorificar, remover ou modificar sabor e concentração de uma infinidade de materiais líquidos ou gasosos. Essas aplicações são de interesse para muitos setores econômicos em diversas áreas (YOUSSEFI, 1981).

Nesse trabalho é proposto o uso da casca do coco como matéria-prima e produzido o C.A. em pó. Pelo seguinte processo:



**Figura 2: Fluxograma do sistema de Ativação**

O custo de produção do carvão ativado é de US\$ 12.00 por quilograma. A utilização do carvão ativado atende a razão de 3.6, em massa de lactose/catalisador.

### 3.4 – Lactitol

O lactitol é o principal produto da reação de hidrogenação catalítica da lactose e apresenta uma cor clara e sabor doce. Pode ser substituído pelo açúcar em uma grande variedade de aplicações alimentares. O teor de açúcar no lactitol é aproximadamente 40% do açúcar comum e em muitas aplicações ele é utilizado como adoçante.

A temperatura tem uma grande influência nos processos de hidrogenação/hidrogenólise catalítica dos açúcares, pois este parâmetro influencia diretamente na concentração do hidrogênio dissolvido, além de influenciar a seletividade de certos produtos bem como a velocidade da reação.

O catalisador a base níquel é o mais utilizado para essas reações. Esse metal provoca a quebra das ligações C-C e C-O da molécula produzindo a transformação dos açúcares nos produtos desejados.

Sendo o produto cristalino, não higroscópico, o comportamento do lactitol durante o processamento é similar ao da sacarose, inclusive em termos de solubilidade a temperatura ambiente.

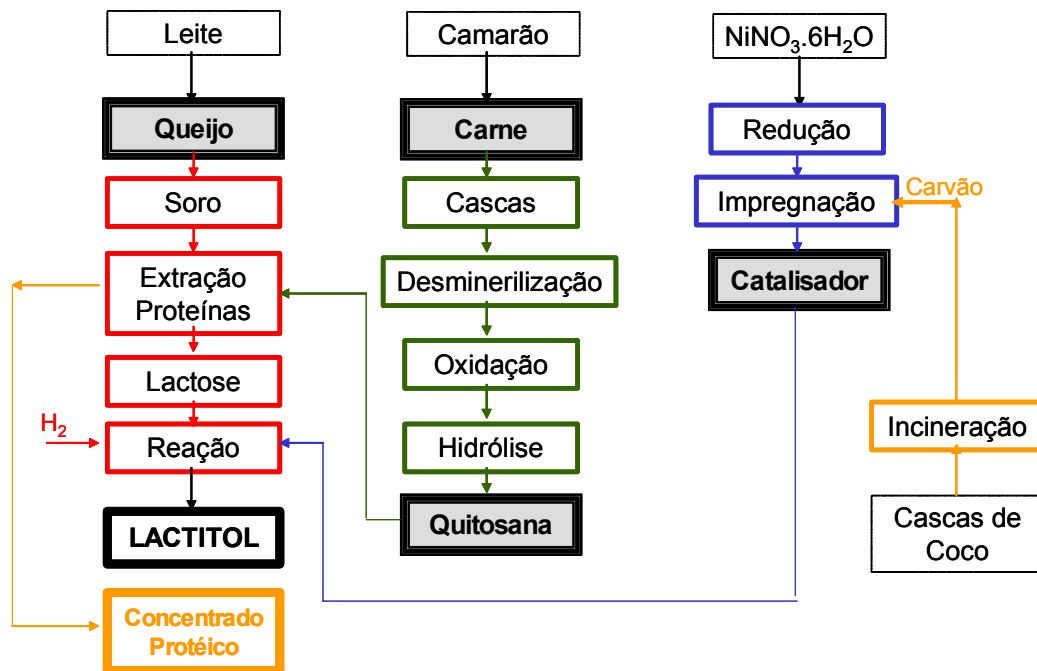
Sua estabilidade a altas temperaturas, mesmo em soluções ácidas ou alcoólicas é significativa. Por apresentar um teor baixo de calorias (2 kcal/g), o lactitol é recomendado para pessoas que

apresentam sintomas de diabetes, principalmente pelo indicativo de aumentar o nível de insulina no sangue.

O lactitol não é hidrolisado ou absorvido em pequenos intestinos. Nos humanos, ele é fermentado em biomassa e em ácidos graxos de cadeias curtas. Não é cariogênico e nem é fermentado pela microflora oral. Seu consumo não conduz a formação de ácidos os quais desmineralizam a coroa dos dentes.

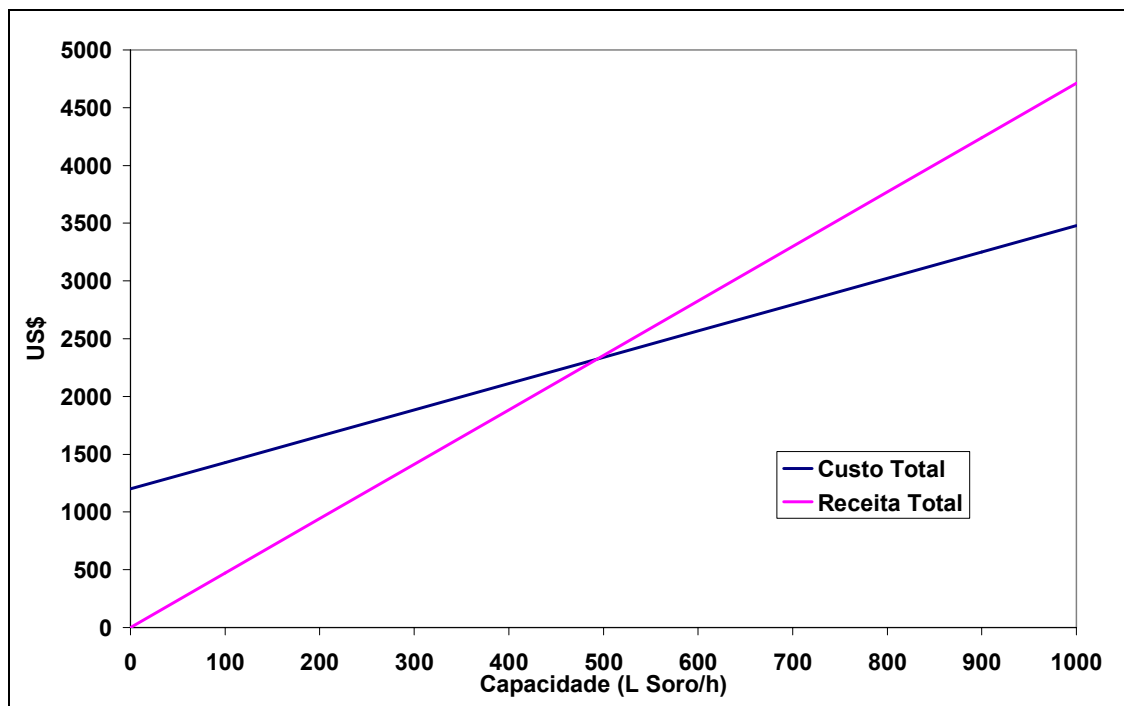
Em síntese, o estudo direcionado para o aproveitamento da lactose existente no soro de fabricação do queijo, para conversão de lactitol, torna-se uma atrativa saída, ambientalmente correta, e com a grande probabilidade de lucratividade.

Na figura abaixo, segue o fluxo idealizado deste ciclo de tecnologia limpa:



Na Figura 3 é mostrado o balanço econômico, onde se tem um ponto de equilíbrio, da produção, da ordem de 500 L de soro/h, para um investimento inicial de US\$ 280.000,00. A rentabilidade do processo, entretanto, ainda requisita de adequações aos custos inerentes a logística de distribuição, e as despesas administrativas e da operacionalidade dos sistemas envolvidos.

Em termos ambientais, os ganhos são notórios no que dizem respeito à redução nos impactos aos corpos receptores do soro de queijo e a diminuição nas áreas dos aterros sanitários (pela não necessidade de dispor as cascas de camarão e de coco em aterros ou lixões).



**Figura 3: Balanço Econômico para o Ciclo Integrado Idealizado.**

#### **4. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Os resultados apresentados, apesar de preliminares, apontam para a viabilidade técnica do sistema idealizado. A redução dos impactos ambientais causados pelos subprodutos gerados por essas indústrias do estado do Rio Grande do Norte, além de proporcionar um reaproveitamento sustentável, de forma direta, agrega valores aos produtos acabados dos processos individuais. Assim, tornado o sistema proposto um processo enquadrado numa filosofia de produção mais limpa e direcionado para a geração nula de resíduos.

Estudos que direcionam para as condições operacionais otimizadas e dentro de um economicidade satisfatória se fazem necessários para validação do ciclo idealizado.

#### **5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- AQUARONE, E, *et al.* ***Alimentos e bebidas produzidas por fermentação***. V.5. São Paulo. 1990.
- BOUGH, WA. , LANDES, D.R.. ***Treatment of food-processing wastes with chitosan and nutritional evolution of coagulated by-products***. In: MUZZARELLI, R.A.A.; PARISIER, E.R.. ***Proceedings of the First International Conference on Chitin / Chitosan***, Massachusetts, MIT Sea Grant Report, p. 218-230. May 1978.
- BRUNNER, P.H., P.V. 1980 ***Carbon***, 18, p. 217.
- CARROAD, P.A.; TOM, R.A.. ***Bioconversion of shellfish chitin wastes; process conception and selection microorganisms***. Journal of Food Science, Chicago, v. 43, p. 1158-1161, 1978.
- CNTL. ***Curso de Formação de Consultores em Produção Mais Limpa – Módulo 1***. Porto Alegre, RS. 2003.
- JERÔNIMO, C. E. M. ***Valorização e Aproveitamento de Subprodutos Lácticos: Extração de Proteínas e Hidrogenação Catalítica da lactose***. Dissertação de Mestrado. 2003. Natal-RN.
- KNOOR, D..***Use of chitinous polymers in food***. Food Technology, Chicago, v. n. 1, p. 85-97, jan. 1984.
- LEME, P. F. ***Teoria e técnicas de tratamento de água***. 2ed. Rio de Janeiro: ABES, 1990. p. 65-66.
- MUZZARELLI, R. A.A.. ***Immobilization of enzymes on chitin and chitosan. Enzyme and Microbial Technology***. Surrey, v. 2, n. 3, p. 177-184, 1980.
- ODIER, M. A. ***Memoire sur la composition chimique des parties des insects***. Mem. Soc. List. Nat. Paris, v.1, p.29-42, 1921.
- SEBRAE-RN. (OLIVEIRA, D. A. I). ***Como Montar uma Queijaria Padrão***. SEBRAE. Natal – Brasil. 2002.
- VOGELAAR, R. C. ***Recuperação de Proteínas do Soro do Queijo Tipo Mussarela por Coagulação e Floculação com Quitosana***. Dissertação de Mestrado. 1996. Curitiba – PR.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Anuário Estatístico do Brasil, seção 3, p.33,1996
- MELO, H. N. S. et al. ***Proposta de um Sistema Integrado para Gerenciamento dos Resíduos do Cultivo do Coco***. In: SILUBESA. Braga, Portugal. 2002.
- BOENHORFF, J. 1980. ***Active Carbon adsorption***, vol. I Ann Arbor Science Publishers.
- YOUSEFFI, J. 1981. ***Active Carbon Adsorption***, vol. I. Ann Arbor Science Publishers.
- BANSAL, R.C., Donnett J.D., Stoekl, F. 1988. ***Active Carbon, Marcel Dekker Inc.***
- JOANKOWSKA, H., SWIATKOWSKI, A., CHOMMA, J. 1991. ***Active Carbon, Ellis Horwood Limited***.
- SPREER, E. ***Lactologia Industrial***. 6ª. Ed. Editora Acríbia S.A. 1991. Zaragoza – Espanha.
- VEISSEYRE, R. ***Lactologia Técnica***. 2ª. Ed. Editora Acríbia S.A. 1991. Zaragoza – Espanha.