



## **Relatório do PIC 2009**

**Desenvolvimento de Nanocapsulas para a Incorporação de Óleo de Linhaça**

**Ciências Exatas e da Terra**

**Orientadora:** Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Silvia Maria Batista de Souza

**Aluna:** Priscila de Almeida Barreto

2009

### FICHA CATALOGÁFICA

BARRETO, A. Priscila

Desenvolvimento de Nanocapsula para Incorporação de Óleo de Linhaça / Priscila de Almeida Barreto / Fundação Educacional do Município de Assis – Fema: Assis, 2009.

27 páginas

Orientador: Prof. (a) Dr(a) Silvia Maria Batista de Souza

Programa de Iniciação Científica (PIC) – Instituto Municipal de Ensino Superior de Assis

1.Nanotecnologia 2. Óleo de Linhaça

CDD: 660

Biblioteca da FEMA

## **1 OBJETIVOS:**

### **1.1 Objetivo geral:**

Incorporar óleo de linhaça em nanocápsulas

### **1.2 Objetivo específico:**

- Estudar a eficiência de incorporação de óleo de linhaça,

## **2 INTRODUÇÃO**

Atualmente existe um grande interesse em materiais nanoestruturados em diversas áreas, tais como eletrônico, bioencapsulação e também na cosmetologia. Grande parte das pesquisas realizadas na área de nanotecnologia têm-se voltado à produção de nanopartículas com a finalidade da veiculação de princípios ativos. A técnica de produção de nanocápsulas envolve conhecimentos das ciências de polímeros e da química coloidal. Na área da cosmetologia, existem diversas empresas que já comercializam produtos com diferentes princípios ativos encapsulados no interior destas nanoestruturas tais como L'oreal, Lancôme, etc. A nanotecnologia é uma área multidisciplinar sendo aplicada na física, engenharia dos materiais, informática, biologia, medicina e química. Na química, entre outras aplicações, é utilizada no desenvolvimento novos materiais e sistemas carreadores de princípios ativos.

Denomina-se nanocápsula, os sistemas do tipo reservatórios, onde é possível se identificar um núcleo diferenciado, que pode ser sólido ou líquido, neste caso, a substância encontra-se envolvida por uma membrana, geralmente polimérica, isolando o núcleo do meio externo

A Linhaça ( *linum usitatissimum* L – LINACEAE), é uma das mais antigas plantas cultivadas, e que cresce ao redor do mundo em muitas variedades e formas, cultivada por sua fibra e óleo. Os principais componentes do óleo e das sementes da linhaça são os ácidos graxos da família Omega-3, e também os da família Omega-6, com seus

respectivos precursores e derivados, além das ligninas e mucilagem (Oliveira,1998). Estudos tem demonstrado que óleo de linhaça é importante para a pele, crescimento e saúde dos pelos. Desta forma, o estudo da incorporação de óleo de linhaça em sistema nanoestruturado é bastante relevante do ponto de vista tecnológico. A finalidade deste trabalho é estudar incorporação do óleo de linhaça em nanocápsulas poliméricas.

## **2. NANOTECNOLOGIA**

### **2.1 Histórico da nanotecnologia**

A primeira vez na historia que se ouviu falar no que hoje vem a ser nanotecnologia, foi Em dezembro de 1959, em uma palestra no Instituto de Tecnologia da Califórnia, intitulada como “Há muito espaço lá embaixo A idéia transmitida, é que manipular átomos e conseqüentemente produzir novos materiais, é apenas questão de conhecimento e disponibilidade de tecnologia para tornar realidade.

Em 1974, o professor *Norio Taniguchi*, da Universidade de Ciência de Tóquio cria a palavra “nanotecnologia”, designando-a como o conjunto de estudos e aplicações referentes aos objetos e processos na escala de nanômetro.

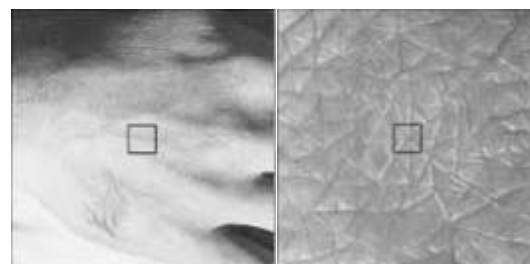
*Gerd Binning e Heinrich Rohrer* no ano de 1981, no laboratório da IBM em Zurique, na Suíça, cria um aparelho com capacidade de enxergar átomos, ou seja, o microscópio de varredura por tunelamento (STM). (esse invento valeu o premio Nobel da física a seus inventores)

No ano de 1986, *Eric Drexler*, o primeiro cientista a doutorar-se em nanotecnologia, populariza o conceito de nanotecnologia, através de seu livro “*Engines of Creation*”. Neste mesmo ano, *Gerd Bining* inventou uma ponta do microscópio capaz de enxergar qualquer coisa.Junto à ponta, foi acoplado um pequeno pedaço de diamante que contorna os átomos exercendo uma pressão pequena, o suficiente para não destruí-la .Este ficou conhecido como o microscópio de força atômica (AFM)

Em 1989, *Donald M. Eigler* da IBM na Califórnia, nos Estados Unidos, escreve as letras da companhia, utilizando 35 átomos de xenônio, mostrando que estruturas poderiam ser construídas átomo por átomo ou molécula por molécula. Ele alinhou os átomos xenônio para escrever o logotipo da empresa sobre uma superfície de níquel.

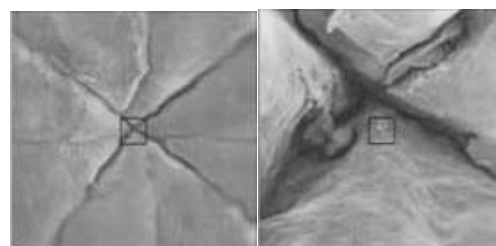
No ano de 1991, o professor *Sumio Iijama*, da NEC, em *Tsukuba* no Japão descobre os nanotubos de carbono. Segundo (DURÁN, MATTOSO E DE MORAIS 2006, p.17) “Os nanotubos de carbono vem revolucionando a nanotecnologia por exibirem resistência mecânica extremamente alta e propriedades de aplicações singulares como, por exemplo, ao serem utilizados como nanopinças no posicionamento de átomos e moléculas.

Através da figura 2.3 uma seqüência de imagens será apresentada, que vai deste a pele da mão aos átomos do DNA, a margem dimensional de cada imagem apresentada é 10 vezes menor que a anterior. A figura levará a conhecer um nanômetro, através de comparações.



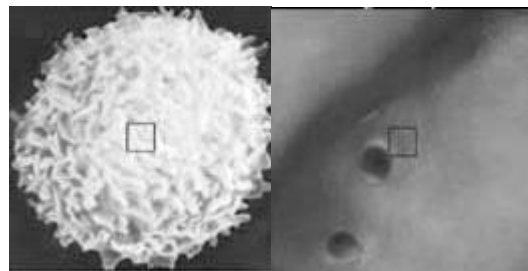
10 centímetros      1 centímetro

(a)



1 milímetro      100 microns

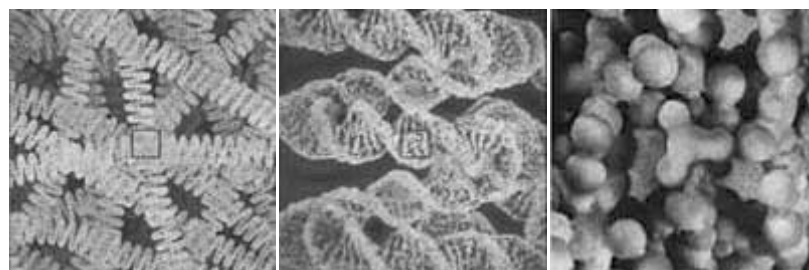
(b)



10 microns

1 mícron

(c)



100 nanometros

10 nanometros

1 nanometro

(d)

(fonte Capozzoli, 2002)

FIGURA 1- Tamanhos comparativos:.. Mão humana, imagem com 10 centímetros e com 1 centímetro (a); mão humana, imagem com 1 milímetro e com 10 milímetros (b); célula de glóbulo branco, imagem com 10 microns e com 1 mícron (c); DNA imagem com 100 nanômetros, 10 nanômetros e com 1 nanômetro (d).

A nanotecnologia envolve a manipulação da matéria em uma escala de 1 a 100 nm (1 nn equivale a  $10^{-9}$  m) o princípio básico é a construção de estruturas e novos materiais a partir dos átomos. Na figura 2, é apresentada a comparação em tamanho entre os seres e da nanotecnologia.

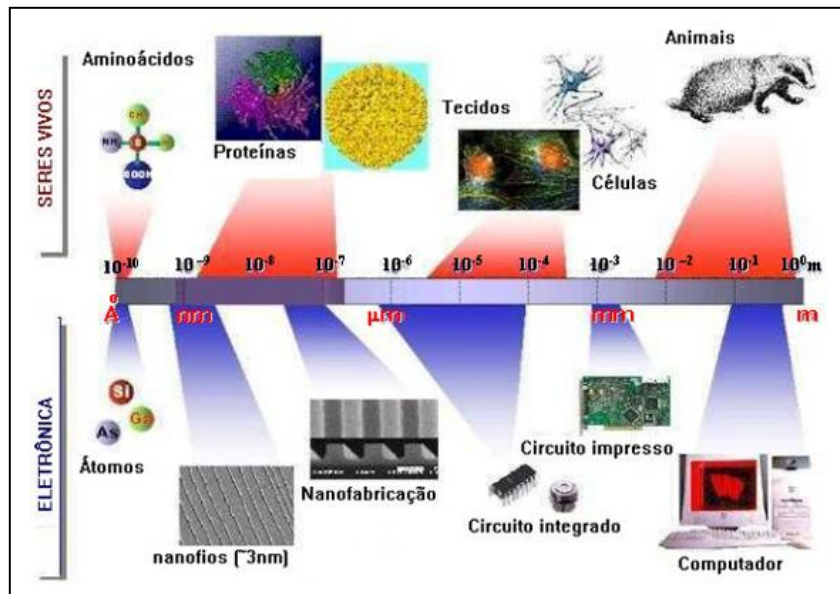


Figura 2: Comparação entre a escala de tamanhos dos seres vivos e da nanotecnologia

A nanotecnologia constitui uma lição exemplar em vários sentidos, como a evidência de que existem coisas que escapam à nossa apreensão, dificilmente mensuráveis por instrumentos da tecnologia moderna que aprendemos a usar, tão irredutíveis ao puro raciocínio do cálculo matemático que permaneceram por muito tempo praticamente ignoradas pela ciência objetivista que sabe medir, pesar, calcular. Bem por isso, a nanotecnologia, possivelmente, se tornou a cultura mais excitante do momento e por esta razão, é compreensível a indecisão ante as coisas do *bem* e do *mal* que ela representa em si mesma, a maneira conveniente com que nos acostumamos a pensar tudo o que provém da técnica.

Trata-se certamente de um terreno fértil para a realização de muitos estudos a respeito, tomando por referência, principalmente, o desenvolvimento da biologia molecular, da biotecnologia, da nanotecnologia/nanobiotecnologia e dos processos de clonagem, e o aprofundamento das pesquisas do genoma humano(.NANOTECNOLOGIA E A CONDIÇÃO HUMANA, Marise Borba da Silva, 2008)

A unidade principal de comprimento é o metro, entretanto, existem situações em que essa unidade deixa de ser prática. Se quisermos medir grandes extensões, ela é muito pequena; por outro lado, se queremos medir extensões muito “pequenas”, a unidade metro é muito “grande”.

Os múltiplos e submúltiplos do metro são chamados de unidades secundárias de comprimento. É importante notar, com base na Tabela 1, que a nanotecnologia, por vezes designada de "fabricação molecular" ou "nanotecnologia molecular", engloba os vários tipos de pesquisa que trabalham com dimensões inferiores a 1.000 nanômetros, sendo que um nanômetro é igual a 0,000001 milímetros. Situando melhor os comparativos entre a escala nanométrica (Ver Tabela 1) e as demais, sobretudo, com relação às grandezas da *megaescala* para cima e as da *nanoescala* para baixo, observamos que a tecnologia, com a qual temos convivido na maior parte de nossas vidas, foi construída na escala humana, cujas proporções variam desde um centímetro até os vários quilômetros da linha do horizonte, pois se trata da escala em que percebemos o mundo. Acrescentamos ainda que a tecnologia de ponta, que conhecemos, funciona na microescala, equivalendo a medidas com um pouco mais de micrômetro ( $\mu\text{m}$ ).



**Tabela 1: Ordem de grandezas; Múltiplos e submúltiplos do metro.**

<b>ORDEM DE GRANDEZAS</b>			
<b>Múltiplos e sub-múltiplos do metro</b>			
<b>Unidade</b>	<b>Símbolo</b>	<b>Relação com o metro</b>	<b>Fator pelo qual a unidade é multiplicada</b>
Yottametro	Ym	10 <sup>24</sup>	1 000 000 000 000 000 000 000 000 m
Zettametro	Zm	10 <sup>21</sup>	1 000 000 000 000 000 000 000 m
Exametro	Em	10 <sup>18</sup>	1 000 000 000 000 000 000 m
Petametro	Pm	10 <sup>15</sup>	1 000 000 000 000 000 m
Terametro	Tm	10 <sup>12</sup>	1 000 000 000 000 m
Gigametro	Gm	10 <sup>9</sup>	1 000 000 000 m
Megametro	Mm	10 <sup>6</sup>	1 000 000 m
Quilometro	Km	10 <sup>3</sup>	1 000 m
Hectometro	hm	10 <sup>2</sup>	100 m
Decametro	dam	10 <sup>1</sup>	10 m
<b>Metro</b>	<b>m</b>	<b>1</b>	<b>1m</b>
Decímetro	dm	10 <sup>-1</sup>	0,1 m
Centímetro	cm	10 <sup>-2</sup>	0,01 m
Milímetro	mm	10 <sup>-3</sup>	0,001 m
Micrometro	µm	10 <sup>-6</sup>	0,000 001 m
<b>Nanometro</b>	<b>Nm</b>	<b>10<sup>-9</sup></b>	<b>0,000 000 001 m</b>
Picometro	pm	10 <sup>-12</sup>	0,000 000 000 001 m
Femtometro	fm	10 <sup>-15</sup>	0,000 000 000 000 001 m
Attometro	am	10 <sup>-18</sup>	0,000 000 000 000 000 001 m
Zeptometro	zm	10 <sup>-21</sup>	0,000 000 000 000 000 000 001 m
Yoctometro	ym	10 <sup>-24</sup>	0,000 000 000 000 000 000 000 001 m

Fonte: Wikipédia. Disponível em: <http://pt.wikipedia.org/wiki/Metro>.

Muitos autores destacam que, para ser nanotecnológico, não basta o dispositivo ter dimensões nanométricas: ele deve explorar propriedades diferenciadas associadas à nanoescala. O alumínio pode ser um exemplo. Na nanoescala, exposto ao ar, ele sofre combustão imediata. No macromundo, isso não acontece, porque o alumínio, em contato com o oxigênio, origina um óxido protetor que impede a continuidade da reação.

Outro exemplo é o carbonato de cálcio, substância que compõe tanto o giz, quebradiço, como as conchas, resistentes. A diferença é que o giz é formado por partículas grandes e desorganizadas, enquanto as conchas são constituídas por nanopartículas, bem encaixadas umas nas outras e coladas com proteínas e carboidratos. Isso demonstra como características no macromundo podem ser determinadas pela estrutura do material na nanoescala.

As promessas da nanotecnologia incluem os montadores, a cura de doenças como o câncer e a Aids, a solução dos problemas energéticos, os computadores quânticos, as conquistas espaciais etc. Entre as realizações da nanotecnologia, encontram-se tecidos que não mancham, plásticos mais resistentes, vidros auto-limpantes, cosméticos com maior penetração na pele etc.

Exemplos de iniciativas brasileiras de inovação na área de Nanotecnologia, de acordo com: (Maria Fernanda Marques Fernandes; Carlos A. L. Figueiras, 2008)<sup>1</sup>:

- ■ O cosmético *Vitactive Nanoserum Anti-sinais*, do Boticário, tem "*nanotecnologia avançada*", o que confere ao produto "*uma distribuição mais homogênea e eficaz dos ingredientes ativos nas camadas da pele*".
- ■ A Santista lançou a etiqueta *NanoComfort*, que identifica tecidos com nanotecnologia. Estes apresentam características como absorção e secagem mais rápida do suor, resistência a manchas e propriedades antimicrobianas.
- ■ A Suzano Petroquímica lançou um polipropileno nanoestruturado com prata, o que lhe confere propriedade antimicrobiana. Também está em desenvolvimento pela empresa uma tecnologia de nanopartículas de cerâmica agregadas ao polipropileno, o que aumenta a rigidez do material e sua capacidade de bloquear a passagem de gases. Além disso, a Suzano tem um projeto que visa a um material antichama.
- ■ A empresa mineira Suggar colocou no mercado brasileiro em 2007 a primeira máquina de lavar com nanotecnologia, que promete deixar as roupas mais limpas, livres de bactérias. Isso porque a máquina é fabricada com aquele polipropileno nanoestruturado com prata fornecido pela Suzano.
- ■ A Incrementa - fruto da parceria dos laboratórios farmacêuticos Biolab e Eurofarma para promover o desenvolvimento e a inovação tecnológica de medicamentos - anunciou que um anestésico de uso tópico com nanotecnologia

deve chegar ao mercado no final de 2008. Os benefícios esperados do anestésico, que dispensa as agulhas, incluem diminuição da dose, maior rapidez de ação e prolongamento dos efeitos terapêuticos.

- A Taiff tem um secador de cabelos com nanotecnologia *Nanox Clean*. De acordo com a empresa, o aparelho *Taiff Titanium* contém nanopartículas de titânio que combatem bactérias e fungos e proporcionam um jato de ar mais puro, uma secagem mais higiênica e cabelos mais limpos.

A nanotecnologia uma área multidisciplinar sendo aplicada na física, engenharia dos materiais, informática, biologia, medicina e química. Na química, entre outras aplicações, é utilizada no desenvolvimento novos materiais e sistemas carreadores de princípios ativos Figura 3.

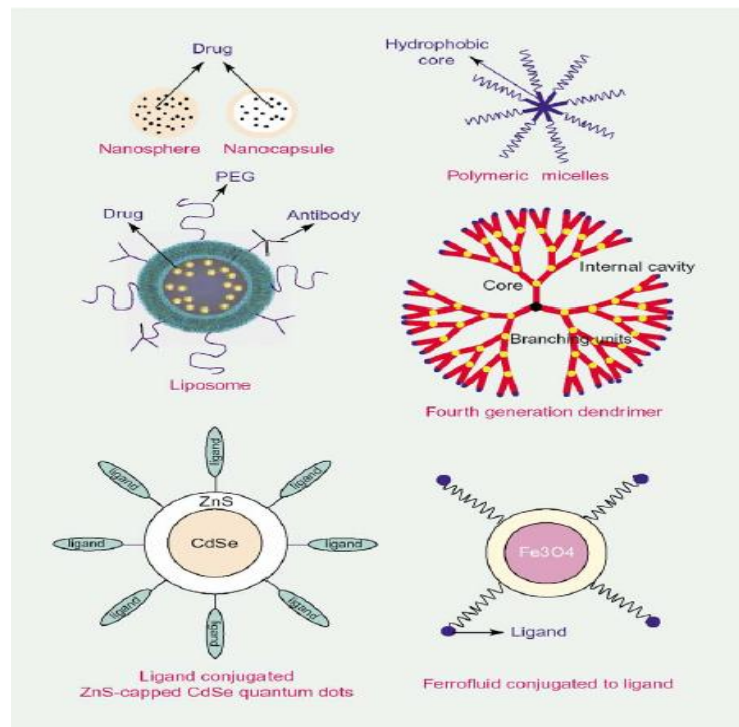


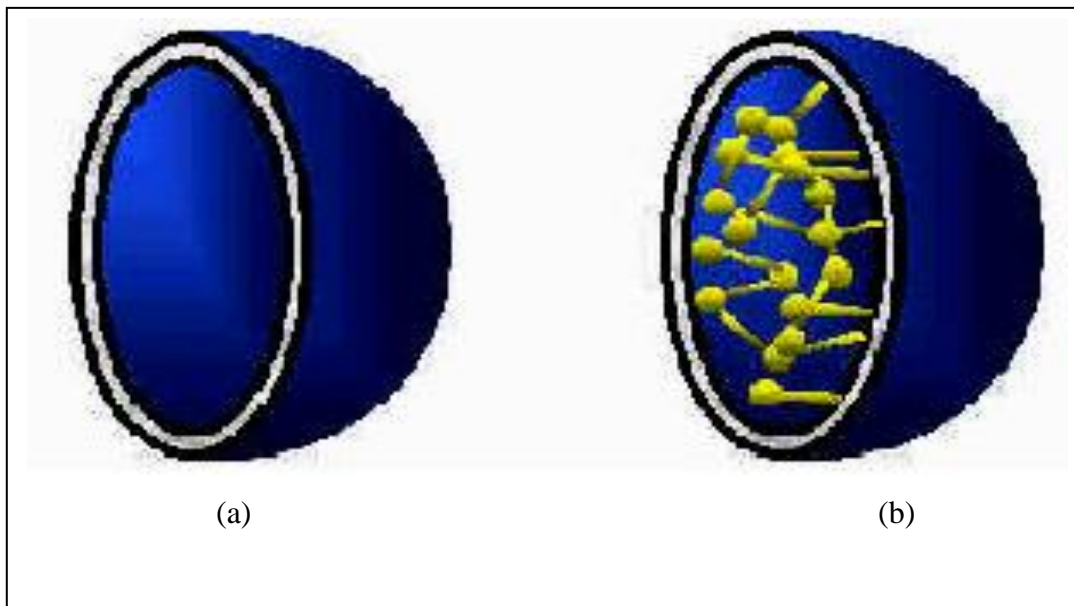
Figura 3 : Aplicações da nanotecnologia na ciência

Dentre os sistemas que podem ser utilizados como transportadores de princípios ativos destacam-se as micelas lipossomas e as nanocápsulas.

## 2.2- NANOCAPSULAS

As nanocápsulas começaram a ser estudadas como sistemas carreadores de fármacos, em meados dos anos noventa. Nos últimos anos, pesquisadores tem buscado o controle da liberação de substâncias em sítios de ação específicos no organismo, com o propósito de melhorar o resultado da terapia farmacológica.(Schmaltz, et al, 2005)

Denomina-se nanocápsula Figura 4, os sistemas do tipo reservatórios, onde é possível se identificar um núcleo diferenciado, que pode ser sólido ou líquido, neste caso, a substância encontra-se envolvida por uma membrana, geralmente polimérica, isolando o núcleo do meio externo.



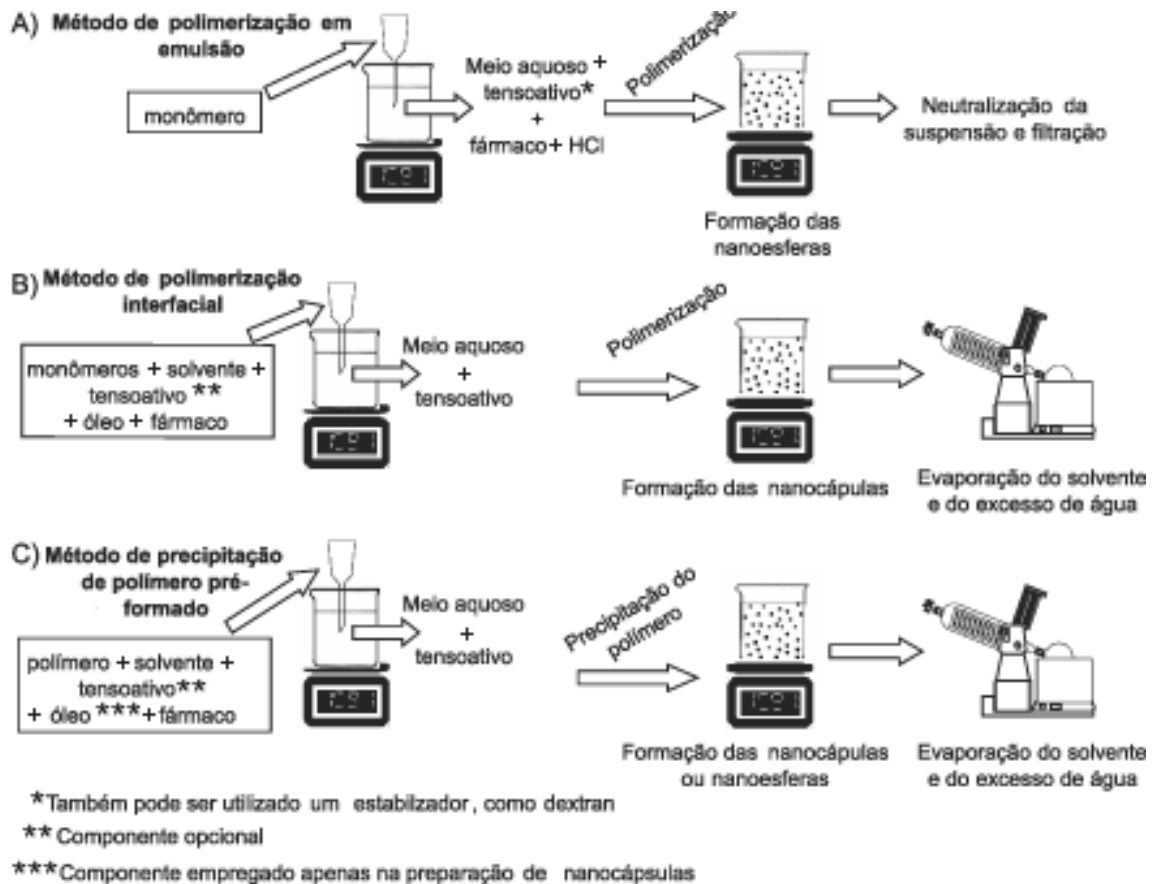
Fonte: Lambert, 2003

Figura 4: Representação esquemática de nanocápsula vazia (a), nanocápsula contendo o princípio ativo (b).

As vantagens das nanocápsulas são as seguintes:

- a) Maior eficácia terapêutica, com liberação progressiva e controlada do princípio ativo, a partir da degradação da matriz;
- b) Diminuição significativa da toxicidade e maior tempo de permanência na circulação;
- c) Natureza e composição dos veículos variada e, ao contrário do que se poderia esperar, não há predomínio de mecanismos de instabilidade decomposição do fármaco;
- d) Administração segura ( sem reações inflamatórias locais) e conveniente( menor número de doses);
- e) Direcionamento a alvos específicos, sem imobilização significativa das espécies bioativas;

Tanto substâncias hidrofílicas quanto lipofílicas podem ser incorporadas, existem vários métodos relatados na literatura para a preparação de nanopartículas poliméricas, os quais podem ser, de uma forma geral, classificados em métodos baseados na polimerização *in situ* de monômeros dispersos (cianoacrilato de alquila) ou na precipitação de polímeros pré-formados, tais como poli(ácido lático) (PLA), poli(ácido lático-co-ácido glicólico) (PLGA), poli( $\epsilon$ -caprolactona) (PCL) e, ainda, os copolímeros do ácido metacrílico e de um éster acrílico ou metacrílico, figura 5 (Schaffazick, et al, 2003).



Schaffazick, et al, 2003

Figura 5: Métodos empregadas na produção de nanocápsulas: monômeros dispersos (A e B), precipitação de polímeros pré-formados.

### 3 – POLIMÉROS E SUAS CARACTERÍSTICAS BASICAS

Sistemas poliméricos de aplicação em sistemas de liberação de drogas não só permitem uma liberação lenta e gradual do ingrediente ativo, como também podem possibilitar o direcionamento a alvos específicos do organismo (Oliveira e Lima, 2006).

Polímeros biologicamente degradáveis incluem:

**Polímeros naturais:** são sempre biodegradáveis, por exemplo, o colágeno, a celulose e a quitosana e são muito utilizados como matrizes em liberação de fármacos.

**Polímeros naturais modificados:** um problema encontrado em polímeros naturais é que eles frequentemente levam muito tempo para degradar. Isto pode ser resolvido adicionando-se grupos polares às cadeias, que por serem mais lábeis podem diminuir o tempo de degradação. Exemplos destas modificações podem ser a reticulação de gelatina utilizando-se formaldeído, a reticulação de quitosana utilizando-se glutaraldeído, levar celulose a acetato de celulose. Modificações enzimáticas também são utilizadas, como a modificação de quitosana por tirosinase.

**Polímeros sintéticos:** são também largamente utilizados, como por exemplo, poli(etileno), poli(álcool vinílico), poli(ácido acrílico), poli(acrilamidas), poliésteres.

Os problemas como falta de biocompatibilidade, solventes residuais e efeitos danosos em fármacos incorporados durante a fabricação da formulação ou durante a erosão do polímero. Portanto, a função, segurança da formulação e também a melhor posologia para o paciente são fatores que devem ser levados em consideração na seleção do polímero.

As propriedades físicas dos polímeros estão relacionadas à resistência das ligações covalentes, à rigidez dos segmentos na cadeia polimérica e à resistência das forças intermoleculares.

Em relação às propriedades dos polímeros, dois critérios devem ser seguidos na elaboração de uma formulação. Em primeiro lugar, as características químicas do polímero não devem comprometer a ação dos ingredientes ativos; em segundo lugar, as propriedades físicas do polímero devem ser consistentes e reproduzíveis de lote a lote.

Os materiais mais comuns incluem o hidroxipropil metilcelulose, etilcelulose, polivinilpirrolidona, e ésteres poliacrílicos, esses materiais podem ser usados tanto para a matriz quanto para revestimento na liberação controlada do fármaco.

As propriedades de dissolução do polímero afetam bastante a liberação de princípios ativos, a dissolução do fármaco pode ser acelerada ou retardada dependendo da solubilidade ou permeabilidade do veículo.

Os métodos relatados na literatura para a preparação de nanopartículas poliméricas podem ser classificados em métodos baseados na utilização de monômeros dispersos (polimerização em emulsão e de polimerização interfacial) e método de precipitação de polímeros pré-formados. Independente do método utilizado obtêm-se um sistema na forma de suspensão coloidal.

Um dos fatores limitantes ao uso de nanopartículas como sistemas de liberação controlada de fármaco é quanto a sua estabilidade. Durante o armazenamento pode ocorrer agregação das nanopartículas resultando em sua precipitação. Estes problemas podem ser contornados por técnicas de secagem da suspensão coloidal tais como a liofilização e a secagem por aspersão.

Os polímeros para a obtenção das nanopartículas são selecionados de acordo com o mecanismo de liberação que será utilizado, isto é, se parenteral ou entérica. Muitas classes de polímeros tem sido estudadas para o uso em liberação controlada entre os quais polímeros derivados de celulose, ésteres poliacrílicos, polivinilpirrolidona, poli-ácido láctico, poli- $\epsilon$ -caprolactona (Oliveira e Lima, 2006).

As propriedades físico-químicas dos polímeros estão relacionadas à resistência das ligações covalentes, à rigidez dos segmentos na cadeia polimérica e à resistência das forças intermoleculares.

A determinação da quantidade de substância associada às nanopartículas é especialmente complexa devido ao tamanho reduzido destas. A ultracentrifugação é uma técnica empregada na separação o princípio ativo não incorporado (Schaffazick et al., 2003).



#### 4 - LINHAÇA

A Linhaça (*Linum usitatissimum* L – LINACEAE), é uma das mais antigas plantas cultivadas, e que cresce ao redor do mundo em muitas variedades e formas, cultivada por sua fibra e óleo (figura 6).

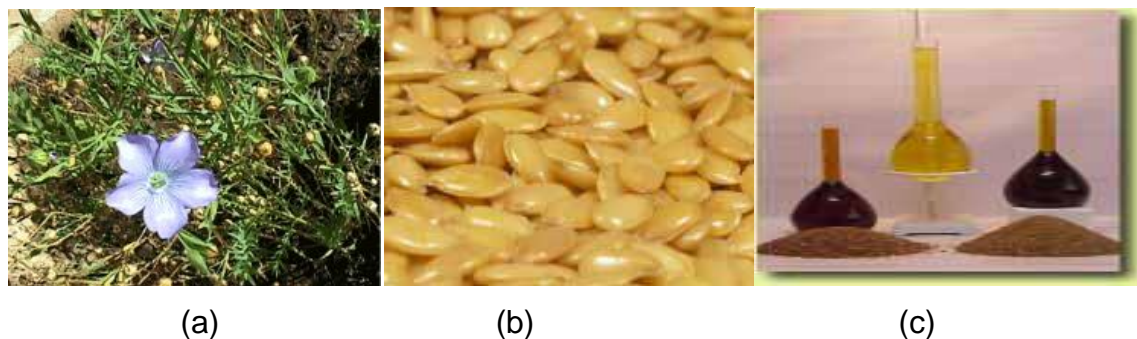


Figura 6: Linhaça: flor da planta linho (a); semente de linhaça dourada (b); óleo de linhaça (c).

A semente de linhaça é originário da planta do linho(FIG.6 (a)), pertencente à família das Lináceas. A humanidade tem consumido a semente de linhaça desde a antigüidade e a evidência de seus benefícios nutricionais são indiscutíveis. Existem indícios de sua utilização desde 5.000 A.C., na Mesopotâmia. Dali se espalhou através da Europa, África, Ásia e, finalmente, América do Norte.

É considerada um alimento funcional, ou seja, o que contém, além de suas propriedades nutricionais, várias substâncias que parecem agir contra algumas doenças como as cardiovasculares e câncer de mama. Muitos estudos confirmam que pode ajudar a baixar os níveis de colesterol como outros alimentos que contém fibras solúveis como a aveia e a pectina contida em várias frutas. A semente de linhaça contém tanto fibras solúveis como insolúveis. vitaminas B1, B2, C,E e Caroteno. Ainda contém ferro, zinco, alguma quantidade de potássio, magnésio, fósforo e cálcio. (Oliveira,1998).

A semente contém 39% de óleo na sua composição, sendo que a maior parte de ômega-3 e ômega-6, conhecidos por ajudar a prevenir problemas cardiovasculares e ter

efeitos benéficos contra a arteriosclerose causada por aumento do colesterol. Apesar desta quantidade de óleo, muito pouco é do tipo saturado. Mais de 70% é de poliinsaturados sendo que a maior parte é de ômega-3 e ômega-6, tipos de gorduras que não são produzidas pelo corpo e precisam ser consumidas pela alimentação, a composição de gorduras da semente de linhaça pode ser vista na tabela 2.

**Tabela 2: composição de gorduras na semente de linhaça**

<b>Composição de gorduras do óleo de linhaça</b>	<b>% total de Gorduras</b>
Gorduras Saturadas	9
Gorduras Monoinsaturadas	18
Gorduras Poliinsaturadas:	
Ômega 3	57
Ômega 6	16

Muito se fala na semente de linhaça dourada, e que a marrom não teria as mesmas propriedades. Na verdade uma não é melhor que a outra. Ambas são ricas em lignanas e fibras dietéticas e as duas contém mais que 50% de fenólicos. A marrom é cultivada em regiões de clima quente e úmido, como o Brasil, e as douradas são plantadas em regiões frias como o norte dos Estados Unidos e o Canadá. No cultivo da linhaça marrom são utilizados agrotóxicos, enquanto a dourada é cultivada de forma orgânica.

#### **4.1 - Beneficiamento da semente da linhaça**

- Os grãos comerciais do óleo de linhaça são: em bruto, refinado, aquecido, e seco:
- Bruto é a secagem mais lenta.
- Refinado é o bruto com ácido graxos, goma e outros materiais removidos.
- O aquecido e o seco são os que secam mais rápido e formam as camadas mais resistentes.

O óleo de linhaça FIG. 6 (c) é extraído da semente FIG. 6 (b) inteira, usando métodos de extração desenvolvidos especialmente para este fim. O produto obtido é engarrafado ou colocado em cápsulas gelatinosas, sendo utilizado como suplementação de ômega-3 por alguns especialistas. Pela laminação do grão, prensagem e extração final por solvente, a produtividade do óleo pela prensagem do grão, tem, em média, rendimento de 30/33%.

#### 4.1 CONSTITUINTES DO ÓLEO DE LINHAÇA

Além de Omega 3 e Omega 6 o óleo de linhaça também é rico em lignanas e fibras dietéticas e contém mais que 50% de fenólicos. Cada 100 mL de óleo de linhaça contem aproximadamente:

**TABELA 3, CONSTITUINTES DO ÓLEO DE LINHAÇA**

<b>Constituintes do óleo de linhaça</b>	<b>% em 100 mL de óleo de linhaça:</b>
Ácido Palmítico	6,5
Ácido Palmitoléico	0,1
Ácido Margárico	0,1
Ácido Esteárico	5,4
Ácido Oléico	20,1
Ácido Linoléico	14,0
Ácido Araquídico	0,2
Ácido Gama Linolênico	0,3
Ácido Alfa Linolênico	53,1
Ácido Behênico	0,3
<i>Fonte: Laudo do fabricante.</i>	

Atualmente descobriu-se que este óleo é importante para a pele, crescimento e saúde dos pêlos.

Desta forma, o estudo da incorporação de óleo de linhaça em sistema nanoestruturado e bastante relevante do ponto de vista tecnológico.

## **5 - METODOLOGIA**

### **5.1 Materiais**

- Ultraturrax (Polytron PT-DA2120/2EC)
- Espectrofotômetro Fento
- Balança Analítica (Tecnal AG 200)
- Agitador magnético (Quimis Q261-22)
- Rota Evaporador (Tecnal Te 210)
- Bomba á vácuo (Prismatec)
- Agitador de tubos (Phoenix-mod. AP 56)
- Balão de fundo Redondo de 500 mL
- Balão de fundo chato de 100 mL
- Bastão de vidro
- Béquer de 50 mL
- Béquer de 100 mL
- Béquer de 500 mL
- Béquer de 2000 mL
- Espátula
- Funil de vidro
- Papel alumínio
- Tubo de ensaio
- Pipeta de pauster
- Centrifuga

### **5.2 Reagentes**

- Carboximetilcelulose (synth)
- Propilenoglicol (synth)
- Dodecilsulfato de sódio (Synth)
- Óleo de linhaça (Cristalia)

- Clorofórmio (Synth)
- Etanol (Synth)
- Água destilada

## **6 Procedimento experimental**

### **6.1 Produção de nanocapsulas**

Para a produção das nanocapsulas foram preparadas duas fases: (a) água saturada contendo 8-10% de solvente e b) solvente saturado contendo 20-30% de água. Serão produzidos nanocápsulas na presença de óleo de linhaça

#### **6.1.1 PREPARAÇÃO DA FASE AQUOSA**

Fase aquosa: em um béquer de 50 mL pesou-se 1,00 grama de Carboximetilcelulose adicionou-se água destilada e misturou-se bem com um bastão de vidro, o suficiente para dissolver o polímero completamente. Passou-se para o balão de 100 mL acrescentou-se 10 mL de clorofórmio e completou-se o volume para 100mL.

#### **6.1.2 PREPARAÇÃO DA FASE ORGANICA**

Fase orgânica: em um béquer de 50 mL pesou-se 2,09 gramas de dodecilsulfato de sódio misturou-se com 10 mL de óleo de linhaça e 4 mL de propilenoglicol, misturou-se bem com o bastão de vidro ate a dissolução do dodecilsulfato de sódio, em seguida acrescentou-se 30 mL de água destilada para a formação de uma emulsão. Passou-se a mistura para o balão de 100 mL e acrescentou-se clorofórmio ate completar o volume de 100mL

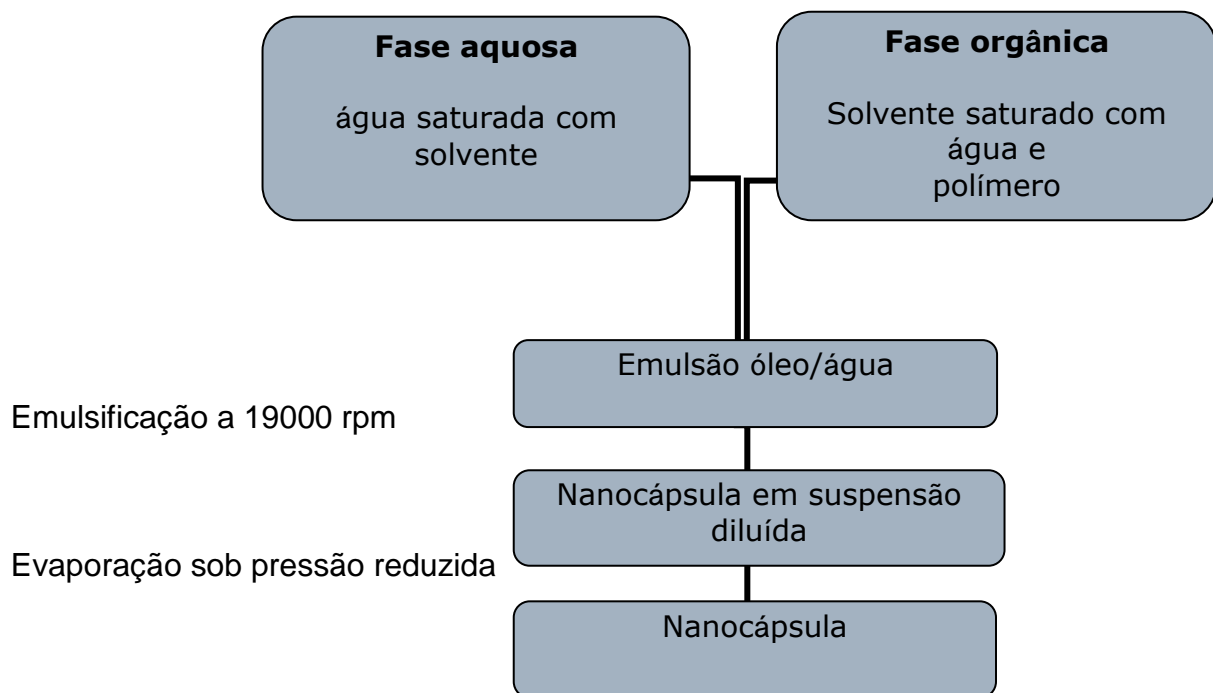
Em béquer de 250 mL foram misturadas a fase orgânica e a fase aquosa, levou-se então para agitação no Ultraturrax por vinte e cinco minutos a 19000 rpm. Após vinte e cinco minutos de agitação transferiu-se a solução para um béquer de 2000 mL e quadriplicou-se o volume da solução com água destilada, adicionou-se 800 mL de água destilada

Após a adição de água o béquer foi vedado com papel alumínio e permaneceu por vinte e quatro horas decantando, formou-se então sobrenadante e precipitado, descartou-se o sobrenadante.

A solução foi transferida para o balão de fundo redondo e foi para evaporação sob pressão, a 60° C por quinze minutos, extraído se o Máximo possível de água e solvente. Esperou-se que a solução esfriasse completamente e então se transferiu duas amostras de 4 mL de solução para dois tubos de ensaio e levou-se a centrifuga por vinte minutos, ocorreu então a separação em duas fases novamente; precipitado e sobrenadante.

Descartou-se o sobrenadante restando um precipitado de cor branca. Ao primeiro tubo de ensaio foi adicionado 1 mL de etanol

**6.1.3 O organograma do procedimento experimental está apresentado na figura abaixo.**



## 7 RESULTADOS E DISCUSSÕES

O procedimento experimental para a produção de nanocápsulas será realizado segundo Guinebretière et al, (2002).

Após o procedimento experimental obteve-se um sistema emulsionado como apresentado na Figura 7

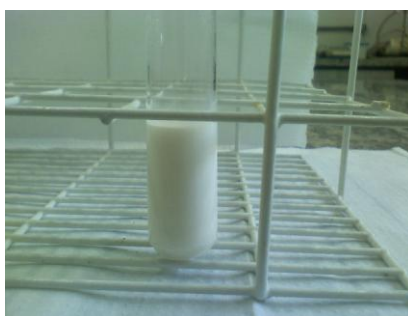


Figura 7: sistema emulsionado

Para observar se houve a incorporação do óleo de linhaça, procedeu-se a adição de etanol ao sistema emulsionado.

Observa-se na figura 8, dois tubos de ensaio. No primeiro observa-se uma emulsão branca e no segundo tubo ao qual foi adicionado o etanol, observa-se duas fases.

Na fase inferior observa-se a presença de óleo de linhaça após a adição de etanol.

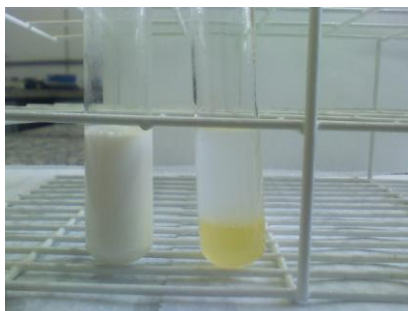


FIGURA 8: no primeiro tubo de ensaio observa-se um sistema emulsionado, no segundo tubo de ensaio no qual adicionou-se etanol, observa-se a presença de óleo de linhaça.

## **8 conclusão**

Os resultados apresentados sugerem a incorporação de óleo de linhaça no interior das gotículas emulsionadas.



## 9 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ALIMENTOS DE A a Z. Semente de linhaça. Disponível em:  
[http://www.xenicare.com.br/pc/obesidade/xenicare/web/culinaria/az\\_semente\\_linhaca.asp](http://www.xenicare.com.br/pc/obesidade/xenicare/web/culinaria/az_semente_linhaca.asp) . Acesso em: 20 mar. 2007.
2. Avaliação do potencial antioxidante e extração subcrítica do óleo de linhaça Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0101-20612008000300008&script=sci\\_arttext&lng=ptLambert](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0101-20612008000300008&script=sci_arttext&lng=ptLambert), acesso em: 20 de março de 2003
3. A vez da linhaça. Nova on line. Disponível em:  
[http://nova.abril.com.br/edicoes/35/fechado/beleza\\_saude/conteudo\\_92033.shtm](http://nova.abril.com.br/edicoes/35/fechado/beleza_saude/conteudo_92033.shtm). Acesso em: 20 mar. 2007
4. GUINEBRETIERE,S., BRIANÇON,S., LIETO, J., MAYER, C., FESSI, H. Study of the Emulsion-Diffusion of Solvent: Preparation and Characterization of Nanocapsules. *Drug Development Research*, vol. 57 p. 18 – 33, 2002
5. HAMILTON, K.S., BARBER, K.R., DAVIS, J.H., NEIL, K., GRANT, C.W.M., *Biochem. Biophysics. Acta*, v. 1062, p. 220 – 226, 1991.
6. JAFELICCI Jr, M. O mundo dos colóides, *Química Nova na Escola*, n. 9, maio 1999, p. 9-13.
7. Lambert,G. Oligonucleotide and Nanoparticles Page. Disponível em:  
<http://perso.clubinternet.fr/ajetudes/nano/index.html>
8. LINHAÇA. Disponível em:  
<http://www.portalverde.com.br/alimentacao/beneficios/linhaca.htm>. Acesso em: 20 mar.2007.

9. LINHO - Flores da tradição. Globo Rural, 2000. Disponível em: [http://globo rural.globo.com/barra.asp?d=/edic/171/rep\\_linho1.htm](http://globo rural.globo.com/barra.asp?d=/edic/171/rep_linho1.htm). Acesso em: 20 mar.2007.
10. Fernandes, M.F.M e Figueiras, C. A. L.,\* Um panorama da nanotecnologia no Brasil (e seus macro-desafios) Instituto de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro, CP 68563, 21945-970 Rio de Janeiro - RJ, Brasil , Quím. Nova vol.31 no.8 São Paulo 2008
11. NECKEL, G.L., LEMOS-SENNA, L., Preparação e Caracterização de Nanocápsulas Contendo Camptotecina a partir do Ácido poli (D,L-lático) e de Copolímeros Diblocos do Ácido Poli (D,L-lático) e Polietilenoglicol, *Acta Farm. Bonaerense* vol.24, p. 504-11, 2005.
12. OLIVEIRA, F., AKISUE, G., AKISUE, M.K., Farmacognosia, Ed. Atheneu, p.219-220, 1998
13. OLIVEIRA, R. B., LIMA, E.M. Polímeros na Obtenção de Sistemas de liberação de Fármacos. *Revista Eletrônica de Farmácia*, vol 3, no. 1, p. 29-35, 2006.
- 15 O QUE É NANOBIO TECNOLOGIA? ATUALIDADES E PERSPECTIVAS Nelson Durán e Marcelo M. M. De Azevedo Instituto de Química, Laboratório de Química Biológica, UNICAMP, C.P. 6154, Campinas CEP 13083-970, SP.
- 16 RATH, S., TRIVELIN, L.A., IMBRUNITO, T.R., TOMAZELA, D.M., JESÚS, M.N., MARZAL, P.C., Antimoniais empregados no tratamento da leishmaniose: estado da arte, *Química Nova*, 26(4), 550-555, 2003.
- 17 SHAFFAZICK, S.R.; GUTERRES, S.S.; FREITAS, L.L.; POHLMANN, A.R. Caracterização e estabilidade físico-química de sistemas poliméricos nanoparticulados para administração de fármacos. *Química Nova*, v.26, no. 5, 726-737, 2003.

**18** SHAW, D.J., Introdução à química de colóides e de superfície. Trad. De J.H. Maar.  
São Paulo: Edgard Blucher/Edusp, 1975.