

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ  
PRÓ-REITORIA DE PÓS GRADUAÇÃO E PESQUISA  
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO**

**MARCIO DE JESUS MENDES CANAVEZ**

**O USO DA NANOTECNOLOGIA NAS EMPRESAS: UM ESTUDO DE  
CASO NO SETOR DE COSMÉTICOS.**

Curitiba  
2011

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ  
PRÓ-REITORIA DE PÓS GRADUAÇÃO E PESQUISA  
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO**

**MARCIO DE JESUS MENDES CANAVEZ**

**O USO DA NANOTECNOLOGIA NAS EMPRESAS: UM ESTUDO DE  
CASO NO SETOR DE COSMÉTICOS.**

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-graduação em Ciências Econômicas do setor de Ciências Sociais Aplicadas da Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do grau de Mestre.

Orientador: Prof. Dr. Walter Tadahiro Shima

Curitiba  
2011

**MARCIO DE JESUS MENDES CANAVEZ**

**O USO DA NANOTECNOLOGIA NAS EMPRESAS: UM ESTUDO DE CASO NO  
SETOR DE COSMÉTICOS**

Dissertação aprovada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre no Curso de Pós-graduação em Ciências Econômicas, do setor de Ciências Sociais Aplicadas da Universidade Federal do Paraná, pela banca examinadora formada pelos professores:

ORIENTADOR: \_\_\_\_\_

Prof. Dr. Walter Tadahiro Shima

\_\_\_\_\_

Prof. Dr. Marcos Paulo Fuck

\_\_\_\_\_

Prof. Dr. Armando Dalla Costa

Curitiba, 29 de Março de 2011.

Aos meus pais José Roberto e Dorvina

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus.

Aos meus pais José Roberto Canavez e Dorvina Mendes Canavez. Meu Irmão Marcelo Canavez. Minhas Tias Maria Mendes Rodriguez (in memorium), Ambrosina de Paiva Mendes, Luiza Mendes Rodrigues e Nair de Paiva Mendes. Meu Tio Elvo Motta Canavez e Minha prima Rosely Mendes Rodrigues.

Ao professor Shima pelo apoio, compreensão e ajuda.

Ao meu grande amigo pela ajuda Ruandro Knapik

Ao Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Econômico da UFPR.

A minha esposa Andrezza Di Pietro Micalli pelo apoio e compreensão durante os trabalhos.

Aos amigos da turma de mestrado profissionalizante e hoje amigos:

Anderson Helpa, Ana Lúcia Gonçalves, Claudia Lacerda, Emerson Iaskio, Evânio Nascimento, Everson de Almeida Leão, Jean Alberini, Jerri Chequin, Luciano Busato, Marcelo Alves, Marcelo Percicotti, Maria Cecília Cordeiro, Milene Louise, Rafael Stefenon, Rodrigo Ozon, Suryane Kalluf.

E a todos os amigos e familiares.

Muito Obrigado.

## RESUMO

A Nanotecnologia surge como uma premissa de um novo Paradigma Tecnológico, além de ser uma promessa revolucionária no desenvolvimento de novos produtos nas empresas. Diversos estudos apontam o crescimento de pesquisas em nanotecnologia em diferentes áreas do conhecimento. No entanto, será que sabemos os impactos positivos do uso desta tecnologia nas empresas, especificamente no setor de cosméticos? Dentro deste contexto, esse estudo procurou analisar a produção de produtos cosméticos com base nanotecnológica, buscando avaliar a disponibilidade dos mesmos no mercado mundial e nacional, apontando seus possíveis riscos e benefícios. Em última etapa, foram analisados os pressupostos básicos para que uma tecnologia torna-se um novo paradigma tecnológico.

Palavras-chave: nanotecnologia, nanocosméticos, paradigmas tecnológicos, setor cosméticos,.

## ABSTRACT

Nanotechnology appears like a new technological premise paradigm, besides being a promise revolutionary in the new products development. Several studies indicate the growth of nanotechnology researches in different knowledge fields. However, can we know the positive impacts from this technology in business, specifically in the cosmetics industry?

According this context, this study carried out the analysis of cosmetic products productions based on nanotechnology, seeking to assess their availability in the market globally and nationally, showing the risks and benefits possibilities.

And the ending, this study also analyzed the basics predicates for a technology becomes a new technological paradigm.

**Keywords:** nanotechnology, nanocosmetics, technological paradigms, cosmetics industry.

## LISTA DE FIGURAS

|   |    |
|---|----|
| <b>FIGURA 1.</b> Marcos Históricos da Nanotecnologia.....   | 29 |
| <b>FIGURA 2.</b> Gastos Governamentais estimados para pesquisa e desenvolvimento em nanotecnologia entre 1997-2004 em milhões de dólares por ano..... | 37 |
| <b>FIGURA 3</b> Empresas apoiadas via subvenção econômica 2007-2008.....  | 39 |
| <b>FIGURA 4.</b> Distribuição da origem de produtos nanotecnológicos pelo mundo.....  | 40 |
| <b>FIGURA 5.</b> Crescimento do mercado global de nanotecnologia: 2006-2015.....  | 42 |
| <b>FIGURA 6.</b> Competências brasileiras identificadas na base web of science: 2005-2008.....  | 44 |
| <b>FIGURA 7.</b> Número de patentes em nanotecnologia na uspto no período de 1988-2008.....   | 45 |
| <b>FIGURA 8.</b> Pedidos de Patentes sobre Nanotecnologia.....  | 45 |



## LISTA DE TABELAS

|  |    |
|--|----|
| <b>TABELA 1.</b> Comparativo da Evolução do Produto Interno Bruto com a Indústria em geral e com os índices do setor.....                        | 22 |
| <b>TABELA 2.</b> Crescimento e participação dos países no setor de cosméticos.....   | 23 |
| <b>TABELA 3.</b> Balança comercial da cadeia de higiene pessoal, perfumaria e cosméticos.....  | 24 |
| <b>TABELA 4.</b> Tabela, por grupo de produtos das exportações brasileiras de higiene pessoal, perfumaria e cosméticos, apresentou em 2009 ..... | 24 |
| <b>TABELA 5.</b> Concentração de empresas de higiene pessoal, perfumaria e cosméticos nas regiões brasileiras.....                               | 27 |

## LISTA DE QUADROS

|  |    |
|--|----|
| <b>QUADRO 1.</b> Os cinco paradigmas técnico-econômico de Freeman e Perez.....     | 14 |
| <b>QUADRO 2.</b> Quatro principais empresas do setor de cosméticos no mundo.....   | 25 |
| <b>QUADRO 3.</b> Produtos de nanotecnologia desenvolvido no Brasil.....            | 41 |
| <b>QUADRO 4.</b> Produtos/linhas cosméticos de base nanotecnológica no Brasil..... | 49 |

## SUMÁRIO

|   |    |
|---|----|
| <b>INTRODUÇÃO</b> .....   | 01 |
| <b>1 REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....  | 03 |
| 1.1 O papel da inovação na dinâmica Econômica.....  | 03 |
| 1.1.1 Inovação modelo Schumpeteriano.....   | 05 |
| 1.1.2 Paradigma Tecnológico.....  | 08 |
| 1.1.3 Paradigma Tecno-Econômico.....  | 11 |
| 1.2 Difusão tecnológica.....  | 14 |
| 1.2.1 Fatores Condicionantes do processo de difusão e seus impactos .....   | 15 |
| 1.3 Surgimento das Tecnologias e suas fases .....   | 16 |
| 1.3.1 Desenvolvimento de sistemas de Pesquisa e Desenvolvimento.....  | 17 |
| 1.3.2 Inovação das firmas olipolistas.....  | 18 |
| 1.4 Tecnologias Modernas.....   | 19 |
| <b>2 SETOR DE COSMÉTICOS</b> .....  | 21 |
| 2.1 Expansão do Setor.....  | 21 |
| 2.2 Mercado mundial e nacional de cosméticos.....   | 25 |
| 2.2.1 Distribuição de empresas por município.....   | 26 |
| <b>3 NANOTECNOLOGIA: CONTEXTO, BENEFÍCIOS E RISCOS, IMPACTOS<br/>DIMENSÃO TECNOLÓGICA, ECONÔMICA E SOCIAL, INVESTIMENTOS E<br/>DESENVOLVIMENTO CIENTÍFICO</b> ..... | 28 |
| 3.1 Definição.....  | 28 |
| 3.2 Nanotecnologia como uma tecnologia de uso geral.....  | 30 |

|  |           |
|--|-----------|
| 3.3 Benefícios e riscos da nanotecnologia.....   | 31        |
| 3.4 Impactos nas dimensões tecnológica, econômica, social e ambiental da nanotecnologia..... | 34        |
| 3.5 Investimentos em nanotecnologia.....   | 37        |
| 3.6 Produtos com base nanotecnológica.....   | 40        |
| 3.7 Desenvolvimento científico da nanotecnologia.....  | 43        |
| 3.7.1 Produções científicas e patentes ligadas a Nanotecnologia.....                         | 43        |
| <b>4 DESENVOLVIMENTO DA NANOTECNOLOGIA E SEUS IMPACTOS NO SETOR DE COSMÉTICOS.....</b>       | <b>47</b> |
| 4.1.1 Produtos Nanocosméticos.....   | 47        |
| 4.1.2 Avaliação da segurança dos produtos nanocosméticos.....                                | 50        |
| 4.1.3 Equivalência e Regulação sanitária dos produtos nanocosméticos.....                    | 52        |
| 4.2 Rede de nanocosméticos.....  | 55        |
| 4.3 Impactos da Nanotecnologia nas empresas de cosméticos.....                               | 57        |
| 4.3.1 Impactos econômicos da Nanotecnologia nas firmas.....                                  | 57        |
| 4.3.2 Impactos tecnológicos e Institucionais da Nanotecnologia nas firmas...                 | 60        |
| <b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>   | <b>63</b> |
| <b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>   | <b>65</b> |

## INTRODUÇÃO

A tecnologia é um dos elementos com maior poder de transformação, pois na origem do conceito tem a função de facilitar a interação entre o homem e a sociedade. Tecnologias são necessárias para alcançar novas formas e suprir necessidades. Se existe um fim desejado, as tecnologias são meios para o alcance dos fins propostos pela firma. O significativo poder de impacto de novas tecnologias, que são significativamente permeáveis em diversos setores da economia vem proporcionando transformações profundas nas empresas.

Uma tecnologia que está apontando como uma das mais promissoras é a nanotecnologia que traz benefícios à manipulação da matéria, pelo alto conhecimento de composição e ação dos materiais preparados, além do tamanho extremamente pequeno e muito próximo ao tamanho atômico. Esses benefícios não são observados na mesma matéria, quando tratada em escala convencional. Esses benefícios podem ser aplicados em diversos setores, dependendo da tecnologia envolvida e das características de cada material.

Porém, a preocupação acerca dos riscos e incertezas associados ao uso dessa tecnologia tem causado preocupações na sociedade e no meio científico. Neste contexto, a presente dissertação tem como objetivo geral realizar um estudo exploratório do desenvolvimento dessa tecnologia no mundo e as suas principais aplicações e riscos. Especificamente, se propõe: Analisar o setor de cosméticos no Brasil e no mundo; Analisar produtos cosméticos de base nanotecnológica disponíveis no mercado; Avaliar a segurança e os riscos destes produtos; Analisar o possível desenvolvimento de um novo paradigma tecnológico.

O setor de cosméticos foi escolhido neste trabalho dado a sua importância no mercado mundial e nacional. Nos últimos anos a Indústria de Produtos de Higiene Pessoal, Perfumaria e Cosméticos apresentou evolução média anual de 10,5% enquanto o PIB brasileiro crescia 2,9% e a Indústria Geral 2,3%. Esse excelente momento do setor de cosméticos no mundo pode estar ligado a diversos fatores como: participação da mulher brasileira no mercado de trabalho; a utilização de tecnologia de ponta, como a Nanotecnologia trazendo como consequência um aumento de produtividade e lançamentos constantes de novos produtos atendendo cada vez mais às necessidades do mercado.

Este trabalho está dividido em 4 capítulos. O capítulo 1 apresenta o referencial teórico, adequando a questão da inovação e dos sinais de novo paradigma tecnológico. O capítulo 2 analisa o setor de cosméticos no mundo e no Brasil e destaca a sua importância para economia brasileira. O capítulo 3 tem como objetivo analisar a evolução do desenvolvimento da nanotecnologia e os seus principais impactos econômicos, tecnológicos e sociais, investimentos e seu desenvolvimento científico. O capítulo 4 analisa o desenvolvimento da nanotecnologia no setor de cosméticos e seus principais impactos econômicos e tecnológicos na firma. Por fim, são apresentadas as considerações conclusivas do trabalho.

## 1 REFERENCIAL TEÓRICO

A economia da inovação é uma das áreas da teórica econômica, originada a partir dos anos 1970. Os trabalhos foram inspirados em clássicos como Joseph Schumpeter, Adam Smith e Alfred Marshall e também na economia neoschumpeteriana ou evolucionária. Os trabalhos sob diversos aspectos enfocam o processo da inovação tecnológica em sua interface com a dinâmica econômica em vários níveis. Neste capítulo busca-se discorrer acerca da inovação sob o arcabouço teórico da econômica evolucionária. Serão apresentados conceitos como desenvolvimento da análise da inovação tecnológica, difusão tecnológica e paradigmas tecnológicos.

### 1.1 O PAPEL DA INOVAÇÃO NA DINÂMICA ECONÔMICA

Ao longo de várias décadas, os economistas têm reconhecido a importância da ciência e da tecnologia no crescimento econômico e na produtividade a longo prazo. Segundo FREMANN e SOETE (2007), tanto Adam Smith como Karl Marx consideraram as invenções e as inovações os elementos mais dinâmicos do crescimento das economias capitalistas interagindo com a acumulação de capital, as economias de escalas e os mercados em expansão. Entretanto, sem mudança tecnológica, a acumulação do capital não se sustenta – sua produtividade marginal torna-se declinante – e a taxa de crescimento *per capita* da economia tenderá inexoravelmente a zero. Porém, por outro lado, a tecnologia implica também em impactos negativos como, por exemplo, o desaparecimento de setores econômicos, o aumento do patamar inicial de investimento, excluindo novos entrantes ou retirando empresas do mercado (TOBIN, 1989; FURTADO, 2001).

Para os ortodoxos existe um equilíbrio de longo prazo convencional no modelo. Os pressupostos são os de que as firmas são impecáveis maximizadoras de lucros, e que há um número suficiente de firmas no setor fazendo que elas tratem os preços como parâmetros. Entretanto, os economistas acharam que o desenvolvimento estático e linear da tecnologia não era suficiente para determinar o desenvolvimento econômico. Portanto, começaram a surgir os modelos heterodoxos

que identificaram a fraqueza dos modelos ortodoxos que não consideravam as mudanças técnicas. Neste sentido, surgiram os modelos evolucionários de crescimento econômico.

As idéias-chave do modelo evolucionário são: i) as rotinas são possuidoras de várias aptidões, procedimento e regras de decisão determinado o que elas fazem, diante das condições externas; ii) as firmas se envolvem em várias operações de “busca” por meio das quais descobrem, julgam e avaliam mudanças de fazer as coisas; iii) as firmas cujas decisões lucrativas, dentro do ambiente de seleção de mercado, conseguem expandir-se e as não lucrativas contraem; iv) O ambiente de mercado que circunda as firmas individuais pode ser parcialmente endógeno ao sistema de comportamento tomado por exemplo, os preços dos produtos e dos fatores podem ser influenciados pela oferta de produtos do ramo e pela demanda dos insumos (NELSON e WINTER, 1982).

Um modelo evolucionário de crescimento econômico é capaz de explicar os padrões de produtos, insumos e preços de fatores agregados que a teoria neoclássica “explica”. Neste sentido, o modelo precisa evitar os componentes analíticos neoclássicos baseados em função da produção e no comportamento maximizador de lucro, empregando, em seu lugar, os componentes da teoria evolucionária das regras de decisão, da busca e da seleção. O modelo de Solow envolve um certo número de firmas, todas produzindo o mesmo produto homogêneo (PNB), e empregando dois fatores: trabalho e capital físico. Num período particular, uma firma é caracterizada pela técnica de produção que utiliza – descrita por um par de coeficientes de insumos ( $a_L, a_K$ ), e que seu estoque de capital,  $K$ . Assim, supõe-se que o estoque de capital se apresenta em pacotes discretos, a fim de viabilizar a exploração da matemática das cadeias finitas de Markov (NELSON e WINTER, 1982).

Na teoria evolucionária, a natureza “problema econômico” é fundamentalmente diferente da descrita pela teoria Ortodoxa contemporânea. Esta última considera que os conjuntos de escolha são conhecidos e dados. Seu problema econômico é selecionar as melhores produção e distribuição possíveis, dentro desse conjunto de alternativas. A função da concorrência é entender corretamente – ou ajudar entender – os sinais e os incentivos. Na teoria evolucionária, os conjuntos e escolhas são desconhecidos. Embora algumas



escolhas possam ser claramente piores do que outras, não há escolha que seja claramente melhor *ex ante*. (NELSON e WINTER, 1982).

Assim, a firma da teoria não constitui apenas uma “caixa-preta” – trata-se de uma caixa-preta cujos fluxos de insumos e produtos podem ser modificados de acordo com a conveniência do pesquisador (NELSON e WINTER, 1982). Da perspectiva evolucionária, o crescimento econômico ocorre em desequilíbrios das diversas combinações tecnológicas que as firmas podem fazer. A seguir serão apresentadas características de um dos principais modelos da Teoria Evolucionária, o modelo de desenvolvimento Schumpeteriano que tem a característica de incluir as inovações com maior ênfase que visões tradicionais

### 1.1.1 Inovação modelo Schumpeteriano

A influência de Schumpeter para teoria evolucionária merece uma menção especial. De fato, o termo “neo-schumpeteriano” seria uma designação tão apropriada para a nossa abordagem quanto termo “evolucionário”. O aspecto central da concorrência Schumpeteriana consiste na busca das firmas em novas inovações, enquanto as pequenas tentam acompanhar seu sucesso por meio da imitação.

O modelo Schumpeteriano considera que os gastos em Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) são importantíssimos para a firma. As inovações têm um papel importante para processo de criação e disseminação. O conceito de inovação de Schumpeter, ou a “realização de novas combinações”, era bastante amplo. Seus cinco casos identificados eram: “(1) a introdução de um novo bem... (2) a introdução de um novo método de produção... (3) a abertura de novo mercado... (4) a abertura de uma nova fonte de suprimentos... (5) o estabelecimento de uma nova organização em qualquer ramo, como a criação de uma posição de monopólio” (SCHUMPETER, 1934, p.66). Schumpeter descarta a hipótese das inovações se originem no âmbito dos desejos e necessidades dos consumidores e apenas são inseridas de maneira compulsória pelas firmas:

As inovações no sistema econômico não aparecem, via de regra, de tal maneira que primeiramente as novas necessidades surgem espontaneamente nos consumidores e então o aparato produtivo se

modifica sob sua pressão. Não negamos a presença desse nexos. Entretanto, é o produtor que, igualmente, inicia a mudança econômica, e os consumidores são educados por ele, se necessário; são, por assim dizer, ensinados a querer coisas novas, ou coisas que diferem em um aspecto ou outro daqueles que tinham o hábito de usar. Portanto, apesar de ser permissível, e até mesmo necessário, considerar as necessidades dos consumidores como uma força independente e, de fato, fundamental na teoria do fluxo circular, devemos tomar uma atitude diferente quando analisamos a mudança (SCHUMPETER, 1934, p.48)

A tecnologia é um dos elementos com maior poder de transformação, pois na origem do conceito tem a função de facilitar a interação entre o homem e a natureza, por meio da criação e aprimoramento das utilidades, e, de forma planejada e racional, dinamizar o desenvolvimento econômico. Ao longo dos séculos XIX e XX, diversas tecnologias despontaram com elevado poder de transformação, criadas a partir de atividades racionais em meio a lampejos de sorte e necessidade. O suor da máquina a vapor permitiu que a Indústria expandisse de forma sem precedentes na Inglaterra, caracterizando a primeira revolução Industrial. Depois veio o aparecimento da eletricidade que derivou em aplicações tecnológicas, permitindo o surgimento de novos produtos e processos em todo mundo (FREEMAN e PEREZ, 1988). Na visão microeconômica, a teoria Schumpeteriana contribuiu para o desenvolvimento de novos produtos.

A inovação se refere a um número de diferentes processos e resultados, entre os quais está o desenvolvimento de novos produtos (SCHUMPETER, 1934). O que está na origem da inovação é uma ideia, um princípio, um modelo que se transforma numa invenção, que se traduz num novo ou melhorado dispositivo, produto, processo ou sistema (FREEMAN, 1982). Em extensão, a perspectiva schumpeteriana relaciona o conceito de inovação com a utilidade referendada por um conjunto de usuários, e o conseqüente crescimento econômico (FREEMAN e PEREZ, 1988).

Para Schumpeter (1934), a inovação acontece num passo contínuo, incremental, de molde evolucionário, porém destaca a importância da “destruição criativa” dada pela inovação radical que, de cunho revolucionário, transforma permanentemente as condições de mercado. Uma quantidade maior de inovação – chamada de radical – possui uma quantidade de melhorias funcionais muito acima da média praticada pelo mercado. Assim a inovação radical amplifica a capacidade de produtos em se tornar um domínio de mercado. Isto pode atingir as dimensões

econômicas e sociais, e assim propicia que novas indústrias surjam de súbito, modificando de forma inexorável o quadro de competitividade vigente e rearranjando o tecido social dos locais de atuação da firma. O advento do automóvel no século XX marcadamente provocou tal impacto, o qual modificou o modo de vida em vários países, as prioridades de investimento público, e reforçou a integração de diversos setores econômicos, entre outros aspectos (FREEMAN e PEREZ, 1988).

A dinâmica schumpeteriana pode diferir um pouco, dependendo do fato da inovação ser um produto novo ou um novo processo. Nas inovações de produto, a lucratividade da firma dependerá fortemente das incertas reações dos consumidores potenciais. Nas inovações de processo, que não alteram a natureza do produto, as restrições de mercado são mais difusas. A firma pode trazer uma avaliação de lucratividade, considerando os efeitos sobre os custos, com bem menor preocupação pelas reações dos consumidores. Além disso, e reforçando essas diferenças, as inovações de produto originam-se, em geral, das atividades P&D da própria firma; significantes inovações de processo são muitas vezes propiciadas pelas atividades de P&D realizadas por fornecedores e estão embutidas em seus produtos. Conforme isso se verifica, é provável que a imitação de uma inovação de processo por um concorrente possa ocorrer com relativa rapidez, e seja encorajada pelo *marketing* do fornecedor, em vez de ser retardada por uma patente (NELSON e WINTER, 1982).

A condição necessária para a sobrevivência de uma inovação é que, depois de um teste, ela seja percebida como vantajosa pela organização que determina diretamente se ela será ou não utilizada. Se a inovação persistir e sua utilização se expandir, a firma deverá encontrar um novo produto ou um processo lucrativo para colocá-la em prática. Fica claro que mudanças tecnológicas radicais não necessariamente contribuem para inovações que modificam o *status quo* das relações econômicas. Este ponto é ainda mais polêmico em relação à hipótese dada por Schumpeter de que inovações radicais não-relacionadas compõem um agrupamento de inovações depois de certo período (SILVERBERG, 2007).

Enquanto as inovações incrementais não suscitam grandes problemas de ajustamento estrutural, a introdução de um sistema tecnológico radicalmente novo dá origem a muitos desses problemas. Isto ocorre porque – e a lista não é exaustiva – ela requer uma reformulação e uma nova configuração do estoque de capital, um

novo perfil de aptidões da força de trabalho, novas estruturas administrativas e de organização de trabalho, um novo padrão de relações industriais e novo padrão de regulação institucional nacional e internacional (FREEMAN e SOETE, 2008). As inovações radicais trazem como conseqüência a formação de um novo paradigma tecnológico como veremos a seguir.

### 1.1.2 Paradigma Tecnológico

O primeiro a utilizar o conceito de paradigma científico foi Thomas Kuhn, que mostrou por relatos históricos que a ciência movimenta-se por saltos abruptos nos significados do arcabouço teórico vigente, ocasionando mudanças profundas no modo de condução das pesquisas científicas (KUHN, 1962). O paradigma científico representa na realidade uma estrutura institucionalizada de conhecimentos que coloca os problemas a serem resolvidos e o método para enfrentá-la (La Rovere, 2006).

Passado algumas décadas, Dosi (1982) definiu paradigma tecnológico como um pacote de procedimentos que orientam a investigação sobre um problema. Trata-se de um modelo ou padrão de solução de problemas tecnológicos selecionados, baseados em princípios selecionados derivados das ciências naturais e em tecnologia selecionadas. Ele apresentou duas abordagens de direcionamentos da inovação: 1) “demand-pull”: orientado pelas necessidades da demanda; e 2) “technology-push”: orientado pelo conhecimento técnico da firma. A principal evidência em favor do *technology push* é que a ciência básica vem efetivamente criando oportunidades significativas para algumas aplicações tecnológicas lucrativas (TIGRE, 2006).

Ainda segundo Dosi (1982) um paradigma tecnológico possui limites definidos por seu ciclo de vida de quatro períodos: a) difusão inicial, quando surgem as inovações radicais em produtos e processos, o que proporciona oportunidade de novos investimentos e o surgimento de novas indústrias e novos sistemas tecnológicos; b) crescimento rápido, quando as indústrias vão se firmando e explorando inovações sucessivas; c) crescimento tardio, quando o crescimento das novas industriais começa a desacelerar-se e o paradigma difunde-se para os setores menos receptivos; d) fase de maturação, na qual os mercados começam a saturar-

se, os produtos e processos se padronizam e as inovações incrementais nos processos trazem pouco aumento de produtividade.

No entanto, o conceito de paradigma tecnológico apresenta determinadas fragilidades como o fato de não incluir nas análises os fatores sociais e políticos, assim como as questões éticas que perpassam as discussões sobre o futuro da tecnologia (RUSSEL, 1999). Em relação a um modelo conceitual mais geral da mudança tecnológica, Dosi (1982) recomenda que se leve em consideração mecanismos de retro-alimentação (*feedback*) entre Tecnologia e Economia. Desta forma o modelo deveria considerar todas as intensidades de novidade que uma tecnologia pode prover para inovação (da incremental à radical). A origem dessa mudança de paradigma é uma revolução tecnológica. Uma revolução que resulta na fusão e integração de grandes trocas (PÉREZ, 2000).

O paradigma tecnológico está relacionado com a produção de conhecimento tecnológicos pelas firmas. Ele inclui uma série de escolhas (*trade-offs*) técnicas e econômicas, que serão feitas pelas empresas de acordo com as características do setor e do ambiente institucional onde elas se situam (La Rovere, 2006).

Para Dosi (1982) dada a existência dos paradigmas tecnológicos, a noção de trajetória tecnológica surge como um corolário: é um padrão normal<sup>1</sup> de atividades circunscritas aos limites do paradigma. O paradigma age, portanto, como direcionador do progresso técnico, definindo *ex-ante* as oportunidades a serem perseguidas e aquelas a serem abandonadas. Dentro de um paradigma, desenvolvem-se trajetórias tecnológicas, sendo que a mudança de um paradigma geralmente implica a mudança da trajetória tecnológica.

A trajetória tecnológica é o padrão de atividade “normal” de resolução de problema (isto é, do progresso), com base num paradigma tecnológico. Assim, pode-se imaginar a trajetória como um cilindro no espaço multidimensional definido por essas variáveis tecnológicas e econômicas. Deste modo, a trajetória constitui um agrupamento de possíveis direções tecnológicas, cujos limites exteriores se definem pela natureza do próprio paradigma. Trajetória tecnológica, na concepção, constitui um agrupamento de possíveis direções tecnológicas, sendo que os limites exteriores se definem pela natureza do próprio paradigma. Trajetórias tecnológicas, definidas

---

<sup>1</sup> Para o autor o que conceito de norma usado deve ser entendido como proposto na abordagem Kuhniana, com o sentido normativo: conjunto de regras que direcionam procedimentos e critérios de avaliação, regras essas definidas pelo paradigma vigente.

em termos dos paradigmas: a) pode haver trajetórias mais genéricas ou mais circunscritas, assim como mais poderosa ou menos poderosa. A trajetória será tanto mais poderosa quanto maior for o conjunto de tecnologias excluído por essa trajetória; b) Essas são geralmente complementaridades entre diversas formas de conhecimentos, experiência, habilidade etc.

Além disso, os desenvolvimentos ou a falta de desenvolvimentos em certas tecnologias podem estimular ou impedir desenvolvimento em outras; c) pode-se definir como fronteira tecnológica o mais alto nível alcançado em relação a uma trajetória tecnológica, com respeito às dimensões tecnológicas e economias relevantes; d) existe uma grande probabilidade que o progresso numa trajetória tecnológica conserve certos aspectos cumulativos, de forma que a possibilidade de futuros avanços também se relaciona com a posição que uma empresa ou um país ocupam vis-à-vis a fronteira tecnológica existente; e) quando uma trajetória é muito poderosa, pode haver dificuldade em mudar para uma trajetória alternativa. (DOSI, 1982).

Ainda segundo DOSI (1982) quando uma trajetória é muito “poderosa” pode haver dificuldade em mudar para uma trajetória alternativa. Além disso, quando certa comparação é possível entre as duas (isto é, quando essas trajetórias possuem certas “dimensões” em comum), a fronteira da trajetória alternativa (“nova”) pode estar bem atrás da antiga fronteira, com respeito a algumas ou a todas as dimensões comuns. Em outras palavras, sempre que o paradigma tecnológico muda, temos de partir (quase) do início na atividade de resolução de problema.

Mas existem ainda grandes incertezas tecnológicas e econômicas nos resultados da escolha de um novo paradigma. Segundo DOSI (1982), será impossível compará-lo e classificá-lo *ex ante*. Provavelmente, outras variáveis mais específicas podem entrar em cena, tais como: (a) os interesses econômicos das organizações envolvidas em P&D nessas novas áreas tecnológicas; (b) a história tecnológica das mesmas, seus campos de especialização, etc.; (c) variáveis institucionais *stricto sensu*, como as de órgãos públicos, do setor militar etc. Os programas militar e espacial funcionaram como poderosos mecanismos de focalização em relação a alvos tecnológicos definidos, enquanto, ao mesmo tempo, proporcionaram apoio financeiro à P&D e garantiram mercado através de compras governamentais. Nas economias capitalistas, outro poderoso critério de seleção

reside provavelmente na capacidade de redução de custos da nova tecnologia e, em particular, em seu potencial de economizar mão-de-obra. Isto, evidentemente, é compatível com a sugestão de Nelson & Winter a respeito de “trajetórias naturais” rumo à mecanização e à exploração das economias de escala. (DOSI, 1982).

Nas escolhas das trajetórias tecnológicas, funcionaram certos tipos de indicadores econômicos, como dispositivos direcionais *a priori* entre uma grande quantidade de possíveis escolhas tecnológicas. Neste caso, o mercado funciona *ex post* como dispositivo seletor, geralmente entre um conjunto de produtos já determinados pelos amplos padrões tecnológicos escolhidos no lado da oferta.

A seleção final pode ser equiparada à seleção ambiental das mutações (os modelos de Nelson & Winter descreveram principalmente esse mecanismo “evolucionário” dentro do ambiente econômico). Às vezes, quando estão surgindo novas tecnologias, podemos com freqüência observar novas empresas (schumpeterianas) tentando explorar diversas inovações tecnológicas. O mercado funciona como um sistema de recompensas e penalidades, verificando e selecionando entre diversas alternativas. (DOSI, 1982).

### 1.1.3 Paradigma Tecno-Econômico

Freeman e Perez (1982) ampliaram a caracterização do paradigma ao reforçar os efeitos técnicos, econômicos e sociais da inovação, cujo termo ficou conhecido como paradigma tecno-econômico, que significa:

[...] um agrupamento de inovações técnicas, organizacionais e gerenciais inter-relacionadas, cujas vantagens são ser encontradas não somente em novo leque de produtos e sistemas, mas acima de tudo nas dinâmicas das estruturas de custos relativos de todos os possíveis insumos de produção (FREEMAN, Prefácio, 1988, p. 10).

O sucesso de um paradigma tecno-econômico vai depender da estrutura organizacional, modelos de negócios e estratégia da empresa. Aqueles princípios compatíveis no desenvolvimento de critérios no processo do uso de novas tecnologias, superam obstáculos e encontram procedimentos, rotinas e estruturas mais adequadas. As rotinas heurísticas emergentes e as aproximações são internalizadas gradativamente pelos engenheiros e gerentes, investidores e bancos, vendedores e comerciantes, empresários e consumidores. Neste momento, a

divisão lógica está estabilizada; um novo “senso comum” está definido para decisões de investimentos e escolha do consumidor (PERÉZ, 2009). Ainda, segundo Pérez (2009) a construção de paradigma tecno-econômico ocorre simultaneamente em três principais áreas de prática e percepção:

1. *Na dinâmica da estrutura relativa de custos de inputs* de produção onde as escolhas mais atrativas de investimentos em uma nova tecnologia vão depender de decréscimos de custos;

2. *Nos espaços percebidos para inovação*, onde as oportunidades empresariais estão cada vez mais mapeadas para um desenvolvimento adicional de novas tecnologias ou para uso delas como vantagem nos setores, e;

3. *Na organização de critérios e princípios*, onde as práticas mostram uma performance superior de métodos particulares e estruturas, gerando vantagens de poder para novas tecnologias, maximizando eficiência e lucros.

A nova dinâmica introduzida na estrutura relativa de custos é importante direcionador para escolhas de um novo paradigma tecno-econômico. De fato, os custos tornam-se um fator chave para um novo paradigma tecno-econômico. Portanto, podemos inferir que nova tecnologia só vai torna-se um paradigma tecno-econômico se ela for viável economicamente. Outro aspecto importante é o espaço de oportunidades que essa tecnologia pode trazer para a organização.

Para Freeman e Perez (1988) um novo paradigma tecno-econômico surge em um ambiente ainda dominado pelo paradigma anterior e precisa atingir três condições para consolidar-se: a) redução de custo; b) crescimento rápido da oferta, explicitando a inexistência de barreira no longo prazo aos investidores; c) apresentar claramente um potencial para uso ou incorporação desta tecnologia em vários processos e produtos dentro do sistema econômico. Se o novo paradigma cumpre estas condições, ele prova suas vantagens comparativas. Inicia-se, então, um processo de reestruturação das variáveis-chaves até que ele se torne predominante

Segundo Freeman e Perez (1988), paradigma tecno-econômico significa um processo inovativo que transforma não somente as estruturas vigentes, mas revoluciona todo o aparato institucional estabelecido, mudando a forma de progresso tecnológico num sentido amplo. Sua difusão abrange todo o sistema, envolvendo fatores sociais, políticos, ambientais, culturais, formas organizacionais e níveis de produção da firma, qualidade e quantidade de força de trabalho. Revoluciona



também o padrão de distribuição de lucros e o padrão de investimento nacional e internacional, mudando os custos relativos e, conseqüentemente, as vantagens comparativas, estabelecendo um novo padrão de consumo e gerando novas incertezas.

Freeman e Perez (1988) identificaram cinco ondas na história do capitalismo, cada uma com a presença de um paradigma diferente, onde pode identificar um fator-chave<sup>2</sup> que, ao satisfazer três condições próprias, permitirá que um novo paradigma tecnológico desloque o antigo. Um paradigma tecno-econômico pode ser caracterizado por um ciclo de expansão e de contração de investimentos, através de quatro períodos sucessivos: (i) difusão inicial, quando surgem as inovações radicais em produtos e processos, proporcionando mudanças nos investimentos além de proporcionar a entrada de novas empresas; (ii) crescimento rápido e prematuro, quando as empresas vão explorando novas inovações; (iii) crescimento mais lento e tardio, quando o crescimento das novas indústrias começa a desacelarar-se e o paradigma se difunde para os setores menos repetidos; (iv) fase de maturação, quando os mercados começam a se saturar e os produtos e processos se padronizam (Perez, 1992).

---

<sup>2</sup> O fator-chave é um insumo que serve de base para o desenvolvimento de novos produtos e serviços

| <b>Fator-Chave</b>                         | <b>Constelação de inovações</b>                                 | <b>Inovações Tecnicament e bem-sucedidas</b>                          | <b>Segmentos motrizes</b>  | <b>Infra-estrutura de Transportes e comunicação</b> | <b>Mudanças gerenciais e organizacionais</b>               | <b>Período</b> |
|--|---|---|--|---|--|----------------|
| Ferro<br>Algodão<br>Carvão                 | Mecanização da indústria e transportes através da força da água | Moinho de Arkwright's Cromford, Processo de mistura de Henry cort     | Tecelagem<br>Produtos de ferro<br>Roda d'água  |   | Sistemas fabris<br>Empreendedores<br>Pacérias              | 1815-1848      |
| Ferro<br>Carvão                            | Mecanização da indústria e transportes com o uso do Vapor       | Ferrovia Liverpool-Manchester, Navio a Vapor Grande Oeste             | Ferrovias e equipamentos ferroviários<br>Motores a vapor<br>Ferramentas                  | Ferrovias<br>Telégrafo<br>Navios a vapor            | Sociedades anônimas<br>Subcontratação de trabalhadores     | 1848-1873      |
| Aço<br>Cobre<br>Ligas-Metálicas            | Eletrificação da indústria, do transporte e das residências     | Carnegie e Bessenger Steel Rail Plant Estação elétrica de Edinon - NY | Equipamento elétrico<br>Engenharia pesada<br>Química pesada<br>Produtos de aço           | Ferrovias de aço<br>Navios de aço<br>Telefone       | Profissionais especializados<br>Taylorismo<br>Mega empresa | 1895-1918      |
| Petróleo<br>Gasolina<br>Material Sintético | Motorização dos transportes, economia civil e da guerra         | Linha de produção de Ford<br>Processador de óleo pesado de Burton     | Automóveis e caminhões<br>Tratores e Tanques<br>Motores a Diesel<br>Aviões<br>Refinarias | Rádio<br>Autopistas<br>Aeroportos<br>Linhas aéreas  | Produção e consumo em massa<br>Fordismo                    | 1941-1973      |
| Chips<br>Circuito integrado                | Informacionalização da economia                                 | IBM 1401 e 360<br>Micro Intel   | Computadores<br>Softwares<br>Equipamento de telecom<br>Biotecnologia                     | Infovias  | Redes de trabalho internas, locais e globais               | 1973-2000      |

**QUADRO 1 – OS CINCO PARADIGMAS TÉCNICO-ECONÔMICOS DE FREEMAN E PEREZ (1988).**

## 1.2 DIFUSÃO TECNOLÓGICA

Difusão tecnológica é o processo pelo qual uma inovação é comunicada entres os diversos canais e membros de um sistema social. Os processos de

inovação e difusão, entretanto, não podem ser totalmente separados, pois em muitos casos a difusão contribui para o processo de inovação. Assim, a difusão alimenta e direciona a trajetória de inovação, revelando as necessidades cambiantes da demanda por soluções técnicas (TIGRE, 2006). O ritmo de difusão de uma tecnologia depende da velocidade da sua adoção pela sociedade e também do número de empresas que já assimilaram a tecnologia e o número de empresas com potencial de utilizarem, mas que ainda não fizeram.

A mudança social organizacional é fundamental para o processo de difusão para os neo-schumpeterianos. O ambiente social, político e social de determinados países ou regiões favorecem a indução da inovação tecnológica. A linha de produção de Henry Ford é uma ilustração de mudança organizacional que teve grande importância do ponto de vista econômico e tecnológico (FURTADO, 2006).

A velocidade da difusão estaria estreitamente relacionada à relação entre as intensidades dos processos de aprendizagem por parte das firmas. Ao lado do conceito *learning-by-doing*, que decorre da experiência produtiva dos fornecedores. Rosenberg criou o conceito *learning-by-using*, para mostrar a importância do processo de aprendizagem das empresas e de seus imitadores (FURTADO, 2006).

A inovação, a exemplo do processo biológico apresenta quatro fases: Introdução, crescimento, maturação e declínio. A primeira fase é a *introdução* de um novo produto e processo, nesta fase, há uma grande incerteza quanto ao sucesso dessa inovação no mercado. À medida que o inovador tem sucesso ocorrendo uma melhoria no desempenho da tecnologia, ela entra na fase de *crescimento*. Na *maturação*, as vendas começam a se estabilizar, as inovações incrementais tornam-se menos frequentes e os produtos se tornam mais padronizados causando um declínio de difusão (TIGRE, 2006). Porém essa trajetória não segue necessariamente essa seqüência, ou seja, a nova tecnologia pode pular fases do processo de difusão. O processo de difusão da tecnologia pode ser revitalizada depois de um período de declínio.

### 1.2.1 Fatores condicionantes do processo de difusão e seus impactos

A difusão de novas tecnologias depende de fatores condicionantes que podem ser de natureza técnica ou institucional. Do ponto de vista técnico, a difusão

é condicionada pelo grau em uma inovação é percebida como difícil de ser entendida e usada pelas empresas. Uma introdução de uma inovação não acontece no vácuo, existe toda uma estrutura operacional e gerencial implantada, assim como rotinas, procedimentos e uma subjacente cultura organizacional. A existência de uma estrutura organizacional para dar suporte e adaptar novas tecnologias às necessidades dos clientes pode contribuir significativamente para o sucesso da difusão (TIGRE, 2006).

Do ponto de vista econômico, a difusão depende de fatores econômicos para o sucesso, ou seja, depende dos custos envolvidos para implantação de uma nova tecnologia, assim como o retorno que essa tecnologia pode gerar para empresa. Segundo TIGRE (2006), as empresas pequenas não dispõem de recursos suficientes para a implantação de uma nova tecnologia, já os setores mais concentrados como os oligopólios possuem um processo mais avançado de econômica de escala capaz de viabilizar a absorção de inovações.

Por ultimo, podemos ressaltar os fatores institucionais que condicionam o processo de difusão tecnológica das empresas. Segundo TIGRE (2006), os fatores que condicionam a difusão são: (i) disponibilidade de financiamentos e incentivos; (ii) clima favorável ao investimento do país; (iii) acordos internacionais de comércio e investimentos; (iv) sistema de propriedade intelectual; e (v) existência de capital humano e instituições de apoio. A difusão de novas tecnologias traz em seu bojo conseqüentemente positivas e negativas para diferentes setores da economia e da sociedade, e do ponto de vista econômico a difusão pode acarretar no fechamento de pequenas empresas que não possuem capacidade de absorção dessa nova tecnologia (TIGRE. 2006). Outro impacto importante é a criação e destruição de mercados, uma nova difusão pode gerar alterações na demanda capaz de destruir setores econômicos, principalmente quando esses produtos são substitutos.

### 1.3 SURGIMENTO DAS TECNOLOGIAS E SUAS FASES

As inovações na perspectiva econômica são importantíssimas para aumentar a riqueza das nações e aumentar a prosperidade dos indivíduos. Elas modificam o comportamento e os hábitos das pessoas para melhor ou para pior. As inovações cumprem um papel importante para o desenvolvimento das taxas de crescimento

econômico dos países. Elas são importantíssimas para a conservação de recursos naturais a longo prazo e para melhoria do meio ambiente, além de ser útil para o desenvolvimento social de um país (FREMANN e SOETE, 2001).

### 1.3.1 Desenvolvimento de sistemas de Pesquisa e Desenvolvimento

As atividades de pesquisa e de invenção constituem uma importante ferramenta para o desenvolvimento das “indústrias de transformação”. A força de trabalho profissional engajada em pesquisas e desenvolvimento experimental é inferior a 2% da população trabalhadora nos Estados Unidos, é menor do que 1% na maioria dos demais países. (FREEMAN e SOETE, 2007). As novas idéias científicas, invenções e inovações têm aumentando nos últimos tempos em todos os continentes. O esforço para gerar novas descobertas coloca em foco a importância dos Centros de Pesquisa e Desenvolvimento das grandes empresas mundiais.

Embora laboratórios de governos e de universidades tivessem existido anteriormente, foi somente na década de 1870 que os primeiros laboratórios especializados em P&D foram estabelecidos no setor industrial. O sistema profissional de P&D manteve-se praticamente desconhecido por todos os economistas do século XIX; e até mesmo no início do século XX (FREEMAN e SOETE, 2007).

Segundo FREEMAN e SOETE (2007), a profissionalização dos escritórios de P&D está associada a três grandes mudanças:

1. A crescente dimensão científica da tecnologia. Isso se aplica não apenas aos processos biológicos, químicos e eletrônicos, mas também freqüentemente a processos mecânicos. Mesmo a mecânica do século XVIII dependeu da ciência natural de Newton, mas a combinação da engenharia mecânica com a eletrônica acentuou essa dependência.
2. A crescente complexidade da tecnologia e a substituição parcial dos sistemas de produção “por batelada” ou “por unidades” pelos sistemas de produção contínua e em massa. É muito custoso e algumas vezes praticamente impossível usar as linhas de

produção tradicionais para fazer experimentos em estabelecimentos de grandes dimensões.

3. Os escritórios de pesquisas eram compostos por grandes profissionais qualificados com uma alta especialização técnica.

Em algumas firmas existem departamentos técnicos, departamento de engenharia ou divisões de pesquisas operacionais, com funções intermediárias dos departamentos de P&D e a produção, e que com freqüência podem contribuir muito mais para a melhoria técnica de um dado processo do que um departamento formal de P&D mais especificamente definido. (FREEMAN e SOETE, 2007).

### 1.3.2 Inovação das Firms Oligopolistas

É provável que o progresso “normal” por trajetórias tecnológicas, vêm caracterizando pela mortalidade e natalidade das empresas “Shumpeterianas”, desfrutando oligopólios temporários nos argumentos de inovações – por exemplo, a indústria automobilística entre as décadas de 1880 e 1920, a indústria eletromecânica na parte final do século XIX, a indústria de semicondutores, como veremos, ao longo das décadas de 1950 e 1960, e possivelmente, hoje em dia, o setor de bioengenharia. A possibilidade de desfrutar posições monopolísticas temporárias (e/ou posições oligopolistas a longo prazo) em novos produtos e processos parece funcionar como poderoso incentivo para atividade de inovação (DOSI, 1982). É mister saber que as empresas oligopolistas detêm o capital e podem investir mais recursos em inovações em seus departamentos de P&D e as empresas menores ficam a margem deste processo tecnológico.

A existência de grandes empresas e altos graus de concentração estar positivamente relacionada a altas oportunidades tecnológicas no passado e alto grau de apropriabilidade (isto é, alta dificuldade de imitação) das inovações. Para qualquer nível dado de oportunidades tecnológicas, as atitudes de inovação das empresas são provavelmente influenciadas por duas variáveis – a saber, a “promessa” (apropriabilidade) e a “ameaça” (rivalidade dinâmica). No que se refere a

esta, não é fácil formularmos hipóteses precisas sobre os padrões da rivalidade oligopolista a partir do paradigma neoclássico de “maximização” (DOSI, 1982).

Dosi (1982) também identificou quatro fontes principais de assimetrias oligopolistas entre as empresas:

1. As descontinuidades tecnológicas relacionadas ao tamanho (associadas a economias de escala);
2. As lideranças e defasagens nas aptidões inovadoras e imitadoras (tanto em produtos como em processo), associadas à preempção dos mercados pelos pioneiros e com diferentes técnicas e custos de produção;
3. Sempre que os custos unitários também forem função da produção acumulada, através de curvas de aprendizado, as lideranças e as defasagens também se manifestarão através de diferenciais de custos, mesmo mantendo constantes o produto básico e a tecnologia de processo;
4. A internalização das interdependências tecnológicas, as expectativas da administração dos sistemas tecnológicos etc. podem se tornar um ativo diferencial de alguma empresa face a outras concorrentes.

#### 1.4 TECNOLOGIAS MODERNAS

A “revolução da pesquisa” contribuiu para uma mudança fundamental entre a relação da sociedade e a tecnologia. Os experimentos realizados nas últimas décadas reforçam a ideia do papel central da inovação para desenvolvimento econômico de um país. A expressão “tecnologia”, com a conotação de um corpo de conhecimentos mais sistemáticos e formais somente começou a ser usada de maneira geral quando as técnicas de produção alcançaram um estágio de complexidade em que os métodos tradicionais já não eram suficientes. (FREEMAN e SOETE, 2007).

O teor crescentemente científico da tecnologia e o aumento da subdivisão e da especialização dentro das próprias ciências têm levado a vários problemas de comunicação entre especialistas e não-especialistas. Isso tem sido acentuado pelas divisões dentro do sistema do sistema educacional entre as diferentes disciplinas e entre as artes e as ciências. Para muitas pessoas, estas tendências, junto com

algumas características desagradáveis da industrialização moderna, têm aumentado a alienação em relação à tecnologia moderna a ponto de as pessoas se questionarem sobre a desejabilidade de futuras inovações.

Para Schumpeter (1930) as novas tecnologias podem surgir a partir de ciclos econômicos. No seu trabalho, *business Cycles*, ofereceu uma explicação sobre os ciclos longos de progresso técnico a partir das ondas de Kondratieff. A revolução Industrial na Grã-Bretana foi um claro exemplo deste processo, Schumpeter (1930) definiu este processo como primeira onda de Kondratieff, onde estavam presentes aprendizados no trabalho. No primeiro período (1780-1840), a mecanização esteve em boa parte baseada na energia hidráulica e basicamente confinada às indústrias têxteis. A segunda onda (1840-1890), houve ampla difusão da energia a vapor que tornou possível a mecanização e o desenvolvimento das ferrovias. A terceira onda (1890-1940), se especializou na profissionalização dos escritórios de P&D, além do desenvolvimento das indústrias químicas. A quarta onda (1940-1990), destacou-se pela produção em massa (“Fordismo”) de automóveis e materiais sintéticos. E por último a quinta onda (1990-?), onde se desenvolveu a era da microeletrônica e das redes de computadores.

Portanto na teoria de Schumpeter, as “sucessivas revoluções industriais” foram baseadas na transformação qualitativa da economia por novas tecnologias, muito mais do que pelo simples crescimento quantitativo de determinados ramos industriais.(FREEMAN e SOETE, 2007). A flexibilização decorrente das novas tecnologias viabiliza a produção em escalas cada vez menores. Se anteriormente a rede se justifica pela divisão de custos e pela busca de flexibilidade da pequena produção de natureza artesanal, para fazer frente a produção em massa, a partir das novas tecnologias. A nova rede de firmas é o mecanismo das firmas buscarem uma rotina de inovação num ambiente que por natureza é incerto, e não mais o mecanismo de busca da flexibilidade, como ocorrida no passado fordista (SHIMA, 2006).

Ainda segundo Shima (2006), o conceito de rede chega-se ao conceito de Sistema Nacional de Inovação que é o tipo de rede mais amplo que envolve instituições públicas e privadas de pesquisas, o governo e as universidades. Este é o caso da Nanotecnologia no setor de cosméticos que envolvem não só as empresas mas sim todo o aparato institucional existente no país.



## 2 SETOR DE COSMÉTICOS

A indústria de cosméticos faz parte da indústria química e é composta, na verdade, por três segmentos: cosméticos propriamente ditos, produtos de higiene pessoal e perfumaria. A presença de grandes empresas internacionais é contrastada com um grande número de empresas pequenas e médias com atuação focalizada na produção de cosméticos. Nesta seção procura-se identificar a importância do setor para a indústria brasileira e suas principais características.

### 2.1 EXPANSÃO DO SETOR

O excelente momento do setor de cosméticos no mundo pode estar ligado a diversos fatores como: participação da mulher brasileira no mercado de trabalho; a utilização de tecnologia de ponta, como a Nanotecnologia trazendo como consequência um aumento de produtividade e lançamentos constantes de novos produtos atendendo cada vez mais às necessidades do mercado.

A União Europeia é a maior produtora mundial de produtos cosméticos e movimenta em torno de US\$ 30 bilhões, seguidos dos Estados Unidos e Japão. Em termos de consumo, os EUA são os maiores consumidores de produtos do setor com 17,6%, seguidos por Japão (10,5%), Brasil, com (7,6%) de participação. Um relatório da Euromonitor demonstra que o mercado global continua a se beneficiar de uma série de tendências macroeconômicas, que incluem um crescimento mundial do poder de consumo do consumidor. Também estão presentes fatores sócio-demográficos tais como aumento da expectativa de vida da população mundial e maior interesse pela aparência (SEBRAE, 2008).

Nos últimos anos, o maior impacto global no mercado de cosméticos e produtos de higiene pessoal ocorreu em regiões em desenvolvimento, como Europa Oriental, América Latina e mercados-chave da Ásia. No Brasil, a indústria de Produtos de Higiene Pessoal, Perfumaria e Cosméticos apresentou evolução média nos últimos 14 anos de 10,5% enquanto o PIB brasileiro crescia 2,9% e a Indústria Geral 2,3%. Esse crescimento vigoroso das Indústrias de Higiene Pessoal, Cosméticos e Perfumaria demonstram o potencial desse setor para o Brasil e o Mundo. Segundo a ABIHPEC (Associação Brasileira da Indústria de Higiene

Pessoal, Perfumaria e Cosméticos) 2010, o faturamento líquido de impostos sobre vendas, saltou de R\$ 4,9 bilhões em 1996 para 24,9 bilhões em 2009, mostrando um importante crescimento do mercado para esse setor. Para período entre 2006 e 2011 a previsão é de que as vendas do setor tenham um crescimento médio anual de 4,4%, atingindo mais de R\$ 49 bilhões em 2011 (SEBRAE, 2008).

**TABELA 1 – COMPARATIVO DA EVOLUÇÃO DO PRODUTO INTERNO BRUTO COM A DA INDÚSTRIA EM GERAL E COM OS ÍNDICES DO SETOR**

| <b>VARIAÇÃO ANUAL – EM PORCENTAGEM</b> |            |                        |                           |
|--|------------|------------------------|---------------------------|
| <b>ANO</b>                             | <b>PIB</b> | <b>INDÚSTRIA GERAL</b> | <b>SETOR Deflacionado</b> |
| 1996                                   | 2,7        | 3,3                    | 17,2                      |
| 1997                                   | 3,3        | 4,7                    | 13,9                      |
| 1998                                   | 0,2        | -1,5                   | 10,2                      |
| 1999                                   | 0,8        | -2,2                   | 2,8                       |
| 2000                                   | 4,3        | 6,6                    | 8,8                       |
| 2001                                   | 1,3        | 1,6                    | 10,0                      |
| 2002                                   | 2,7        | 2,7                    | 10,4                      |
| 2003                                   | 1,1        | 0,1                    | 5,0                       |
| 2004                                   | 5,7        | 8,3                    | 15,0                      |
| 2005                                   | 2,9        | 3,1                    | 13,5                      |
| 2006                                   | 3,7        | 2,8                    | 15,0                      |
| 2007                                   | 5,7        | 4,9                    | 9,4                       |
| 2008                                   | 5,1        | 4,3                    | 7,6                       |
| 2009                                   | -0,2       | -5,5                   | 9,8                       |
| Acumulado últimos 14 anos              | 48,4       | 45,7                   | 307                       |
| Médio Composto últimos 14 anos         | 2,9        | 2,3                    | 10,5                      |

FONTE: IBGE - Banco Central – ABIHPEC \* Deflator: Índice IPC FIPE Higiene e Beleza (2010)

Quando comparamos a participação do Brasil com o Mundo, observamos que o país ocupa o terceiro lugar na participação do setor de cosméticos, e já se encontra bem próximo do Japão podendo ocupar a segunda posição nos próximos anos. Ainda segundo a ABIHPEC (2010), o Brasil já ocupa o primeiro mercado em desodorante; segundo em produtos infantis, produtos masculinos, higiene oral, proteção solar, perfumaria e banho; terceiro em produtos para cabelos e cosméticos cores; sexto em peles e oitavo em depilatórios. Neste sentido, voltamos ressaltar que esse setor encontra-se em franca expansão no mercado brasileiro.

**TABELA 2 – CRESCIMENTO E PARTICIPAÇÃO DOS PAÍSES NO SETOR DE COSMÉTICOS**

| Higiene Pessoal, Perfumaria e Cosméticos |                | 2009<br>US\$ Bilhões<br>(preço ao<br>consumidor) | Percentual (%) |              |
|--|----------------|--|----------------|--------------|
|  |                |  | Crescimento    | Participação |
| <b>Mundo</b>                             |                | <b>350,30</b>                                    | <b>-2,1</b>    |              |
| 1  | Estados Unidos | 58,9   | - 1,3          | 16,8         |
| 2  | Japão          | 39,9   | 6,6            | 11,4         |
| 3  | Brasil         | 28,4   | 3,2            | 8,1          |
| 4  | China          | 20,8   | 10,4           | 5,9          |
| 5  | Alemanha       | 17,4   | -4,2           | 5,0          |
| 6  | França         | 16,3   | -6,8           | 4,7          |
| 7  | Reino Unido    | 15,0   | -13,2          | 4,3          |
| 8  | Rússia         | 12,5   | -5,4           | 3,6          |
| 9  | Itália         | 10,7   | -17,7          | 3,1          |
| 10                                       | Espanha        | 10,4   | -9,2           | 3,0          |
| <b>Top Ten</b>                           |                | <b>230,37</b>                                    | <b>-1,6</b>    | <b>65,8</b>  |

FONTE:EUROMONITOR (2009)

O Brasil possui uma posição privilegiada no mercado global de Higiene Pessoal, Perfumaria e Cosméticos com percentuais de crescimento significativos e está situado entre as maiores do mundo em volume de consumo. As empresas nacionais que possuem parcelas significativas de mercado, como Natura e Boticário têm sua competitividade baseada na combinação de fatores como: (i) investimento em pesquisa e desenvolvimento; (ii) expressiva capacidade técnica e produtiva; (iv) investimento em novas tecnologias (ABDI, 2009).

Neste sentido, cabe ressaltar a importância da inovação para aumentar a competitividade das empresas brasileiras. Para atender essa demanda de questões tecnológicas, foi criado o Instituto de Tecnologia e Estudos de Higiene Pessoal, Perfumaria e Cosméticos (ITEHPEC) que propiciou condições e oportunidades efetivas de aproximação entre a Indústria, Universidades e Centros de Pesquisa. A realização de parcerias entre o setor produtivo e as Universidades é fundamental para o direcionamento da pesquisa e desenvolvimento de produtos cosméticos, aumentando a contribuição científica na área, o que pode estimular as inovações e o crescimento do setor (ABDI, 2009)

Com relação ao comércio exterior, a balança comercial dos produtos de Higiene Pessoal, Perfumaria e Cosméticos nos últimos dez anos vêm demonstrando um crescimento acumulado de 249,7% nas exportações entre 2000 e 2009, enquanto que as importações cresceram 121,0% no mesmo período. O déficit comercial do setor, que atingiu US\$ 163,1 milhões em 1997, foi sendo reduzido nos anos seguintes, atingindo US\$ 8 milhões em 2001 e, a partir de 2002, revertendo para resultados superavitários (ABIHPEC, 2010).

**TABELA 3: BALANÇA COMERCIAL DA CADEIA DE HIGIENE PESSOAL, PERFUMARIA E COSMÉTICOS (US\$ MILHARES)**

|                         | Importação |            | Exportação |            | Saldo   |
|-------------------------|------------|------------|------------|------------|---------|
|                         | US\$       | Cresc. (%) | US\$       | Cresc. (%) | US\$    |
| 1999                    | 206.424    | -26,6      | 168.015    | 18,7       | -38.408 |
| 2000                    | 220.374    | 6,8        | 184.748    | 10,0       | -35.626 |
| 2001                    | 199.533    | -9,5       | 191.510    | 3,7        | -8.023  |
| 2002                    | 152.284    | -23,7      | 202.505    | 5,7        | 50.221  |
| 2003                    | 150.279    | -1,3       | 243.888    | 20,4       | 93.610  |
| 2004                    | 156.830    | 4,4        | 331.889    | 36,1       | 175.059 |
| 2005                    | 211.658    | 35,0       | 407.668    | 22,8       | 196.010 |
| 2006                    | 294.568    | 39,2       | 488.835    | 19,9       | 194.268 |
| 2007                    | 373.440    | 26,8       | 537.497    | 10,0       | 164.057 |
| 2008                    | 465.768    | 24,7       | 647.885    | 20,5       | 182.117 |
| 2009                    | 456.175    | -2,1       | 587.575    | -9,3       | 131.400 |
| Últimos 10 anos         |            | 121,0      |            | 249,7      |         |
| % Médio últimos 10 anos |            | 8,3%       |            | 13,3%      |         |

FONTE: ABIHPEC - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE HIGIENE PESSOAL, PERFUMARIA E COSMÉTICOS (2009)

Por portfólio de produtos, as exportações brasileiras de Higiene Pessoal, Perfumaria e Cosméticos, apresentaram a seguinte composição em 2009:

**TABELA 4 – TABELA, POR GRUPO DE PRODUTOS, DAS EXPORTAÇÕES BRASILEIRAS DE HIGIENE PESSOAL, PERFUMARIA E COSMÉTICOS, APRESENTARAM EM 2009**

| Vs. 1999     | Categorias            | US\$ Milhões   | %Vs.2008    | %Vs.2000     |
|--------------|-----------------------|----------------|-------------|--------------|
|              | Produtos para Cabelos | 162.627        | 0,7         | 1.281,1      |
|              | Sabonetes             | 125.731        | -16,6       | 217,1        |
|              | Higiene Oral          | 113.513        | -27,3       | 185,7        |
|              | Desodorantes          | 47.668         | 4,3         | 766,2        |
|              | Descartáveis          | 46.723         | 8,4         | 37,9         |
|              | Demais                | 91.312         | 0,7         | 143,6        |
| <b>TOTAL</b> |                       | <b>587.575</b> | <b>-9,3</b> | <b>249,7</b> |

FONTE: ABIHPEC - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE HIGIENE PESSOAL, PERFUMARIA E COSMÉTICOS (2010)

Analisando os mercados a América do Sul tem sido o principal mercado brasileiro para os produtos do Setor, porém, dada a conquista de mercados não tradicionais, a participação das exportações para os países Sul-Americanos foi reduzida entre 2001 a 2004. O aumento da participação de 2005 a 2009 foi provocado pela recuperação da economia argentina (ABIHPEC, 2010).

## 2.2 MERCADO MUNDIAL E NACIONAL DE COSMÉTICOS

O mercado mundial de cosméticos é bastante concentrado. As 100 maiores empresas mundiais responderam por 60% do mercado mundial. Os Estados Unidos lideram o *ranking* com maior número de empresas, são 34 e detém 42% do mercado mundial. O segundo país em número de empresas segundo esse relatório, é ocupado pela França, com 16 empresas e a Itália vem em terceiro lugar com 11. As quatro maiores empresas do setor em volume de vendas são: L’Oreal, Procter & Gamble, Unilever e a Estée Lauder (WWD BEAUTY REPORT INTERNATIONAL, 2010).

| EMPRESA                     | PRINCIPAIS MARCAS PAÍS DE ORIGEM  | PAÍS DE ORIGEM | VENDAS 2010 (US\$ milhões) |
|-----------------------------|---|----------------|----------------------------|
| L’Oreal Group               | Kérastase, Lancôme, Biotherm, Helena Rubinstein, Parfums Giorgio Armani, Parfums Cacharel, Ralph Lauren Fragrances, Paloma Picasso, parfums Guy Laroche. <b>Active/Vichy, Laroche-Posay</b> | França         | US\$ 23,39                 |
| Procter & Gamble            | Pantene, Clairol, Hugo Boss, Herbal Essences, Max Factor, Lacoste, Koleston, Wellaflex, Gucci, Rochas, Escada, Puma, MaxMara,   | Estados Unidos | US\$ 17,8                  |
| Unilever                    | □xé/Lynx, Impulse, Rexona/Sure, Dove, Lux, Ponds, Vaseline, Finesse, Salon Selectives.  | Inglaterra     | US\$ 14,28                 |
| Estee Lauder Cosmetics Inc. | American Beauty, Aramis, Clinique, Donna Karan, Estée Lauder, MAC, Michael Kors, Origins, Hilfiger  | Estados Unidos | US\$ 7,47                  |

**QUADRO 2 – QUATRO PRINCIPAIS EMPRESAS DO SETOR DE COSMÉTICOS NO MUNDO**

**FONTE: WWD BEAUTY REPORT INTERNATIONAL (2010)**

**NOTA: VENDAS DE PRODUTOS DE PERFUMARIA, SKINCARE, MAQUIAGEM, PROTETOR SOLAR, DESODORANTES, HAIRCARE E CREMES DE BABEAR.**

A diversidade e a heterogeneidade que caracterizam a Indústria de cosméticos podem ser claramente verificadas pela existência de uma multiplicidade de estratégias e de experiências de empresas que atuam no mercado mundial do

setor. A primeira estratégia compreende as grandes empresas diversificadas que atuam na indústria de cosméticos e utilizam-se das economias de escala e de foco com atividades correlatas como higiene pessoal, perfumaria, farmacêutica e até alimentos. Entre tais empresas, destacam-se alguns exemplos: Unilever, Procter & Gamble e Colgate-Palmolive. Essas empresas utilizam-se das economias de escala e de foco que se verificam entre essas atividades, tanto no que se refere à produção, quanto à pesquisa e à comercialização (GARCIA, 2005).

A segunda forma básica em que se configuram as estratégias das empresas do setor é, em contrapartida com as experiências apontadas anteriormente, a de empresas com atuação concentrada na indústria de cosméticos e, por vezes, perfumaria. Entre tais empresas, destacam-se: L'Oréal, Estée Lauder e Revlon (GARCIA, 2005). No Brasil, a atuação das empresas e da forma concentrada e existem hoje no Brasil 1.659 empresas atuando no mercado de produtos de Higiene Pessoal, Perfumaria e Cosméticos, sendo 14 empresas de grande porte, com faturamento líquido de impostos acima dos R\$ 100 milhões, representando 73,0% do faturamento total. (ABIHPEC, 2006).

### 2.2.1 Distribuição de Empresas por estados

Nesta seção procura-se identificar a realidade específica do setor de cosméticos encontrada nas cinco regiões do país, com destaque para os principais estados produtores: São Paulo, Rio de Janeiro, Paraná e Rio Grande do Sul. A ABIHPEC por meio de núcleos regionais procura desenvolver pólos regionais de empresas do setor. O primeiro pólo de cosméticos do Brasil foi criado em Diadema por iniciativa da prefeitura municipal de Diadema. O pólo de Diadema desenvolve ações coletivas em direção a três dimensões: (i) promoção comercial; (ii) fomento às exportações; (iii) compras cooperativadas (AQUINO, 2005).

**TABELA 5 – CONCENTRAÇÃO DE EMPRESAS DE HIGIENE PESSOAL, PERFUMARIA E COSMÉTICOS NAS REGIÕES BRASILEIRAS**

| Regiões                      |                   | Número de Empresas (2010) |
|------------------------------|-------------------|---------------------------|
| <b>Brasil</b>                |                   | <b>1307</b>               |
| 1                            | São Paulo         | 540                       |
| 2                            | Minas Gerais      | 148                       |
| 3                            | Rio de Janeiro    | 117                       |
| 4                            | Paraná            | 95                        |
| 5                            | Rio Grande do Sul | 86                        |
| 6                            | Goiás             | 74                        |
| 7                            | Bahia             | 67                        |
| 8                            | Santa Catarina    | 42                        |
| 9                            | Pernambuco        | 39                        |
| 10                           | Ceara             | 22                        |
| <b>10 principais cidades</b> |                   | <b>1262</b>               |

FONTE: ELABORAÇÃO PRÓPRIA PELO AUTOR COM DADOS MTE (2010)

No Paraná são 95 empresas, a maioria delas localizadas na capital Curitiba e região metropolitana. Entretanto, segundo o SEBRAE (2007), a maioria dos fabricantes de cosméticos do Estado são formados por micros e pequenas empresas que são relativamente novas; 88% tem em média 13 anos de idade; 65% das empresas têm marca única para todas as linhas e produtos e 20% delas possuem marcas específicas para os produtos. Em relação às vendas, o fluxo comercial do Paraná concentra-se nas regiões limítrofes do Estado. Pequena parcela das empresas 13%, atua no mercado internacional. As farmácias são o canal de distribuição que se destaca, 16% das empresas o utilizam (SEBRAE, 2007).

### **3 – NANOTECNOLOGIA: CONTEXTO, BENEFÍCIOS E RISCOS, IMPACTOS DIMENSÃO TECNOLÓGICA, ECONÔMICA E SOCIAL, INVESTIMENTOS E DESENVOLVIMENTO CIENTÍFICO.**

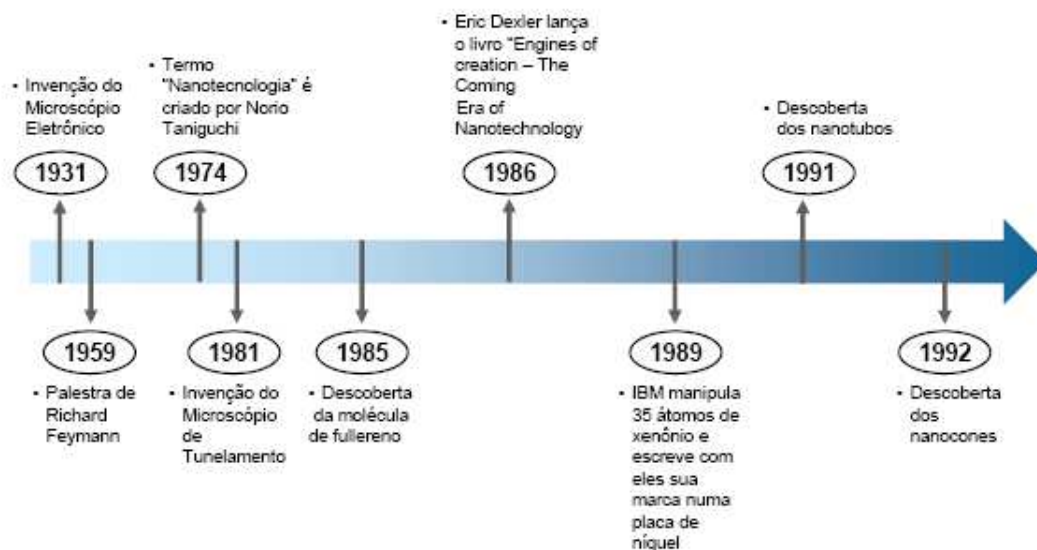
O desenvolvimento da nanotecnologia serve como objeto para analisar a contextualização do surgimento de um novo paradigma Tecno-Econômico. A estruturação das seções desse capítulo vai ser apresentada na seguinte ordem: definição de nanotecnologia, benefícios e riscos da nanotecnologia, impactos tecnológicos, econômico e social, investimentos e desenvolvimento científico.

#### **3.1 DEFINIÇÃO**

Nanotecnologia é um campo de pesquisa e inovação relacionada à construção de artefatos, geralmente materiais e sistemas na escala de átomos e moléculas. Um nanômetro equivale a uma bionésima parte de um metro, isto é, dez vezes o diâmetro de um átomo de hidrogênio (LUDENÃ, 2008). Além dessa definição existem outras definições sobre a nanotecnologia e a definição mais usada da nanotecnologia é a definida pelo National Nanotechnology Initiative's:

“Nanotechnology is the understanding and control of matter at dimensions of roughly 1 to 100nm, where phenomena enable novel applications. The diameter of DNA, our genetic material, is in the 2.5nm range, while red blood cells are approximately 2.5µm. Encompassing nanoscale science, engineering and technology, nanotechnology involves imaging, measuring, modeling, and manipulating matter at this length scale. At the nanoscale, the physical, chemical, and biological properties of materials differ in fundamental and valuable ways from the properties of individual atoms and molecules or bulk matter. Nanotechnology R&D is directed toward understanding and creating improved materials, devices, and systems that exploit these new properties” (NNI, 2000).





**FIGURA 1 – MARCOS HISTÓRICOS DA NANOTECNOLOGIA.**  
 FONTE: INSTITUTO DE INOVAÇÃO (2005)

O Primeiro registro de menção ao tema, se deu em uma palestra realizada em dezembro de 1959, pelo físico norte americano Richard Phillips Feynman (1918-1988) no encerramento do encontro da Sociedade Americana de Física. Feynman falava em “manipular e controlar coisas em escala atômica”, “arranjar os átomos da maneira que queremos”, “dispor os átomos um por um da forma que desejamos”. Em 1980 o físico alemão Gerd Binnig (1947) e o físico suíço Heinrich Rohrer (1931) inventaram o microscópio de tunelamento, conhecido pela sigla inglesa STM (Scanning Tunneling Microscope), composto por uma finíssima ponta metálica que varre a superfície a ser analisada, mas não a toca, desse modo, a agulha vai registrando as rugosidades em escala atômica (SANTOS, 2007).

Segundo Pimenta e Melo (2009), a tecnologia da instrumentação avançou muito nos últimos 20 anos, e hoje o uso do microscópio é bastante difundido, podendo ser encontrados em vários centros de pesquisa no Brasil. O uso destes aparelhos facilitou a obtenção de materiais em escala nanométrica. O sistema chamado “de baixo para cima” consiste em tentar construir o material a partir de seus componentes básicos (ou seja, seus átomos e moléculas).

### 3.2 NANOTECNOLOGIA COMO UMA TECNOLOGIA DE USO GERAL

A nanotecnologia apresenta um caráter multidisciplinar, afetando várias tecnologias já estabelecidas, segmentos industriais e campos do conhecimento científico. Ademais, devido à nanotecnologia, as fronteiras entre disciplinas antes distintas, como a mecânica e a química, tendem a se diluir, estimulando transferência de conhecimento e fertilização cruzada. Tal característica tem estimulado o debate acerca da classificação da nanotecnologia como uma tecnologia de uso geral (*general purpose technology – GPT*) (ABIHPEC, 2010).

Para caracterizar a influência da tecnologia nas inovações que modificam relações econômicas sem se deter na polêmica da quantidade de inovação, criou-se esse conceito de tecnologias de uso geral que significa o potencial de permeabilidade de utilidade em um vasto leque de setores econômicos e pelo dinamismo tecnológico (BRESNAHAN e TRAJTENBERG, 1995).

Jovanivic e Rousseau (2005) apresentam três características fundamentais para que uma dada tecnologia possa ser considerada como Tecnologia de Uso Geral (TUG):

- Abrangência: a tecnologia deve se disseminar pela maioria dos setores;
- Melhoria: a tecnologia deve se aprimorar ao longo do tempo e, assim sendo, deve continuar promovendo redução de custos e seus usuários;
- Geração de inovações: a tecnologia deve facilitar a inovação e a produção de novos produtos ou processos.

Um dos exemplos mais citados de TUG é o caso da eletricidade, na virada do século XIX, em virtude de sua ampla disseminação, de sua capacidade em possibilitar inovações em outros segmentos da indústria, e de seu impacto na dinâmica da economia e da sociedade como um todo (ABIHPEC, 2010). Youtie et al (2008) procuram investigar se a nanotecnologia pode ser realmente classificada como uma TUG – o que é a suposição mais comum na literatura sobre o tema. Procura-se, neste caso, verificar a nanotecnologia atende as três características básicas de uma Tecnologia de uso Geral, listadas acima: abrangência, melhoria e geração de inovações.

A abrangência, a melhoria e os impactos de uma tecnologia de uso geral na economia dependem de vários aspectos, que acabam por gerar uma dinâmica cujos resultados finais são consequência de trajetória empreendida (*path-dependent*). Em particular, a coordenação entre as expectativas das instituições geradoras de inovações e dos usuários da tecnologia acerca de sua aplicabilidade e de vital importância. Novos desenvolvimentos em uma TGP dependem de investimentos em P&D, que provavelmente só serão realizados mediante a expectativa de que haja o desenvolvimento de tecnologias complementares ou o refinamento de tecnologias existentes em setores a jusante na cadeia produtiva (ABIHPEC, 2010).

Helpman e Trajtenberg (1994) conclui que pesquisadores e firmas devem decidir entre aplicar recursos para desenvolver tecnologias complementares associadas a uma tecnologia existente, ou investir no desenvolvimento de uma nova TUG. Tal escolha depende não apenas da trajetória passada, mas também das expectativas das trajetórias futuras.

### 3.3 BENEFÍCIOS E RISCOS DO USO DA NANOTECNOLOGIA

A nanotecnologia tem um impacto significativo em todas as áreas de comportamento humano. De acordo Richard Smalley, o pioneiro em nanotecnologia ganhador do Prêmio Nobel em Química em 1996 descobriu “impacto da nanotecnologia na saúde”, riqueza, e nos padrões de vida das pessoas (JUMA e YEE-CHEONG, 2005). Dentre as várias utilizações, podemos destacar as áreas onde os investimentos da nanotecnologia estão mais avançados. No setor de fármaco a nanotecnologia permite o processo de cura agir diretamente ao nível da célula. São dois fatores de desempenho que a indústria farmacêutica pode utilizar para recuperar o investimento com menor risco.

Primeiramente, a nanotecnologia poderá aprimorar o desempenho do fármaco ao permitir a entrega precisa do ativo no tecido ou célula a ser tratada. Isto previne efeitos colaterais ao paciente por evitar o espalhamento do princípio ativo em tecidos saudáveis. Novos medicamentos com nanotecnologia já embutem princípio ativo em nanocápsulas que reconhecem microorganismos invasores, neoplasias, e outras estruturas perniciosas, por meio de marcadores externos, garantindo maior certeza da ação terapêutica (COUVRER et al., 2002).

Segundo Marques (2008), os impactos associados acontecem no campo econômico com a redução do período de internações dos pacientes, proporcionando um aumento da produtividade nos hospitais. O segundo fator a ser aprimorado é a segurança do fármaco, visto que a nanotecnologia assegura maior precisão da ação medicamentosa. A toxicidade das nanopartículas orgânicas é garantida com maior grau de certeza em função da biocompatibilidade e também pela ausência de oscilação da concentração do princípio ativo, comum em medicamentos atuais, por meio do conceito de liberação controlada (COUVRER et al., 2002). Ainda segundo Marques (2008), o fator preço pode ser influenciado pela nanotecnologia porque os custos de desenvolvimento da nanotecnologia podem ser cada vez maiores, fazendo que a indústria farmacêutica repasse esses custos para os consumidores.

Com relação ao uso da Nanotecnologia no campo de energia, existe uma grande expectativa com relação ao aprimoramento de dispositivos de energia alternativa utilizando materiais nanoestruturados. Todos estes desenvolvimentos visam obter métodos de geração de energia ambientalmente corretos, possibilitando assim um desenvolvimento sustentável, mais barato e não agressivo ao meio ambiente (CRAMDALL, 1997; TOUR et al., 2002). O uso da nanotecnologia com célula de hidrogênio visa substituir a dependência econômica do petróleo. Outro impacto da utilização de célula de hidrogênio será a redução da necessidade por energia nuclear que apresenta um alto custo (CRANDALL, 1997). Segundo Serrano (2009), o hidrogênio em si é uma forma de transporte e armazenamento de energia renovável a partir de uma fonte para o consumidor final:

O hidrogênio pode ser produzido a partir de energias renováveis e convenientemente convertido em eletricidade utilizando principalmente a célula de combustível tecnológica. Por este motivo, o hidrogênio, como bicomcombustível, pode ser considerado como vetor energético e, portanto, o núcleo de economia de energia. Uma das características mais atraentes do hidrogênio é que o principal elemento utilizado para sua combustão é a água. A produção de hidrogênio a partir de energias renováveis com a utilização de células de combustível torna-se um novo caminho em um sistema de energia sustentável com uma redução das emissões de carbono e a dependência dos combustíveis fósseis (SERRANO, 2009, p. 34)

É previsto que o Brasil atue no desenvolvimento de novos materiais e dispositivos no campo da energia. O país poderá atuar e competir fortemente nesse setor no mercado internacional, empregando nanofibras, nanotubos de carbonos e

outros inorgânicos em dispositivos funcionais de geração, armazenamento e transporte de energia (ABDI, 2010)

Outra área de grande relevância refere-se às agroindústrias. O potencial de produtos e processos nanotecnológicos e nanobiotecnológicos nesse campo é vasto, cobrindo desde materiais nanoestruturados para aplicação em agricultura, sistema de entrega e liberação controlada de nutrientes e defensivos agrícolas com menor impacto ao meio ambiente, até embalagens “inteligentes” que informam o consumidor sobre o estado do produto (ABDI, 2010).

No campo da Nanoeletrônica observa-se pesquisa no desenvolvimento de micro-processador. Segundo Pimenta e Melo (2009), o micro-processador de um computador consiste basicamente de milhões de transistores impressos em um bloco de silício. A cada ano, são aprimoradas técnicas de foto-litografia, permitindo a diminuição do tamanho dos transistores individuais. No entanto, uma série de dificuldades técnicas impõe limites ao tamanho mínimo dos transistores que podem vir a ser esculpidos, em escala industrial, em um bloco de silício. As aplicações no campo da TIC têm obtido sucesso, visto que se conseguiu acrescentar um número cada vez maior de transistores para um mesmo processador e o custo por megabyte caiu de U\$ 6,50 em 1990, passando por U\$ 3,14 em 1995 e chegando a U\$ 0,10 em 2000 (BOURIANOFF, 2004).

A avaliação dos riscos é uma questão-chave para o desenvolvimento comercial da nanotecnologia. Dentro os vários pontos importantes, podemos destacar a avaliação da toxicidade dos nanotubos. Segundo Marques (2008), as nanopartículas podem conter um potencial tóxico que a afetaria a saúde humana como comprova estudos em ratos que foram expostos a nanotubos de carbono. As vias respiratórias do ser humano é a principal rota de entrada das nanopartículas no organismo. Ainda segundo Marques (2008), o formato e a composição da superfície das nanopartículas influenciam no grau de toxicidade do material. Em estudos de contaminação pulmonar em ratos, constatou-se que partículas em escala nano apresentaram maior toxicidade por causa desta superfície. A existência desses materiais em nanoescala pode ocasionar riscos à saúde humana, tanto das pessoas que consomem os produtos nanotecnológicos quanto daquelas que estejam expostas ao manuseio desses produtos.

Outro aspecto relativo ao risco do uso desta tecnologia está na questão ética, o desenvolvimento da nanotecnologia sempre está associado à consequência boa ou má sobre a sociedade. Assim:

[...] as potencialidades da nanotecnologia são ao mesmo tempo entusiasmantes e amedrontadoras. Por um lado, o desenvolvimento de supercomputadores, de novos medicamentos, de novos materiais para uso na astronáutica, na reciclagem, num sem-número de indústrias inéditas. Por outro, a construção de armas apavorantes – diminutos invasores invisíveis, do tamanho de uma bactéria ou mesmo de um vírus, programados por alguma potência inimiga ou por um demente, poderiam penetrar numa dada região transportada por uma rajada de vento e transformar os ossos da população inteira numa pasta pegajosa (OLIVEIRA, 2002, p. 211)

De acordo com pesquisa da Comissão Europeia referente aos impactos de risco sobre o uso da nanotecnologia em áreas. Tecnologia da Informação (TIC), energia, construção, aeroespacial e equipamentos de proteção foram considerados áreas com riscos moderados e inexistentes. Alimentos, meio ambiente, agricultura e Nano-Bio-Cogno (nanotecnologia, biotecnologia e ciência cognitiva) são considerados áreas de risco alto ou muito alto. Da mesma forma, mas em menor escala (20% a 30%), indivíduos não pesquisadores vêm um risco elevado nas áreas de alimentação, saúde, agricultura, meio ambiente e aplicações da tecnologia Nano-Bio-Cogno. Essa pesquisa evidencia diferentes interpretações do nível de risco das aplicações da nanotecnologia nas mesmas áreas.

#### 3.4 IMPACTOS NAS DIMENSÕES TECNOLÓGICA, ECONÔMICA, SOCIAL E AMBIENTAL DA NANOTECNOLOGIA

A nanotecnologia tem causado vários impactos em diversas áreas. A dimensão tecnológica é o resultado dos impactos de novas tecnologias sobre o desempenho de novas aplicações, produtos e processos. A tecnologia pode ser classificada nos seguintes objetos: a) técnica: é o resultado da aplicação do conhecimento científico e empírico em uma técnica que aprimore a manipulação da matéria para o bem-estar humano; b) produto: é o elemento incorporado que torna os bens mais úteis; c) processo: é o elemento de padrões produtivos com maior eficiência e eficácia (MARQUES, 2008).

Segundo Marques (2008), a nanotecnologia carrega a vantagem da dimensionalidade que proporciona propriedades físico-químicas diferenciadas. Neste sentido, as aplicações nanotecnológicas poderão apresentar maior sintonia no enquadramento de praticamente todas as necessidades básicas e específicas de diversos setores da economia. Outra questão importante, se refere à grandeza de novidade que a nanotecnologia trará em relação aos padrões tecnológicos vigentes. Neste sentido, a nanotecnologia poderia se enquadrar em mudanças incrementais ou radicais, e poderia apresentar três cenários distintos:

- cenário evolucionário: a contribuição tecnológica da nanotecnologia se daria de modo gradual, substituindo paulatinamente tecnologias ou padrões tecnológicos vigentes;
- cenário misto: a nanotecnologia poderia tanto proporcionar patamares evolucionários de novidades de aplicações – convivendo com as tecnologias atuais, quanto patamares revolucionários – substituindo completamente tecnologias atuais. Neste sentido, a nanotecnologia poderia ocorrer de forma radical e incremental;
- cenário revolucionário: a nanotecnologia provocaria a obsolescência acelerada de tecnologias atuais, podendo desencadear efeitos imprevisíveis sobre outras categorias de impactos.

É mister saber que não sabemos ao certo quais os impactos na economia do uso da nanotecnologia, porém podemos inferir que a nanotecnologia proporciona novas características funcionais que podem facilitar a comercialização destes produtos. A inovação em uma economia tem um impacto importante na inserção das empresas brasileiras no mercado internacional, elevação do nível de renda no país, além de taxas de crescimento do Produto Interno Bruto (PIB) mais alto e estável.

Segundo Marques (2008), o mercado de nanotecnologia poderá causar revoluções na seara econômica:

[..] a criação de novos produtos, novas formas e fontes de matérias-primas, o surgimento de novos mercados e empresas, a criação de oportunidade de trabalho e o estímulo a novas qualificações, são impactos inerentes à nanotecnologia. Vista do ponto de vista microeconômico, a nanotecnologia oferece uma série de impactos positivos que justificam o investimento crescente em seu desenvolvimento. Na questão macroeconômica, a nanotecnologia permite a intensificação do comércio mundial, o ganho de escala global, o desenvolvimento nacional, a integração tecnológica

mundial, o incremento da riqueza nacional, o aumento do fluxo de capitais e aumento da competitividade das empresas (MARQUES, 2008, p.137)

Entretanto, segundo Marques (2008), o aumento substancial da oferta de produtos nanotecnológicos pode causar os seguintes efeitos negativos como: hiperoferta de produtos, onde existe o risco do fluxo de ofertas seguir um padrão de crescimento exponencial com aumento acelerado do consumo; concentração da competitividade, onde a participação das empresas no mercado de produtos nanotecnológicos pode ser mais restritiva, ocasionando concentração em organizações de estruturação superior (transacionais e grandes empresas); restrição de consumo, onde produtos que possuam tecnologia com domínio público poderiam ter sua estrutura rearranjada pela nanotecnologia, resultando no mesmo produto, com nova tecnologia, mas de propriedade intelectual privada.

Ainda segundo Marques (2008), a assimetria da nanotecnologia poderia ocasionar uma concentração de riqueza das grandes multinacionais que trabalham com o desenvolvimento desta tecnologia. O poder de apropriação da tecnologia poderia levar o fechamento de empresas de menor porte devido às barreiras tecnológicas. Outro temor, é o desemprego, que está relacionado com o aumento da produtividade da indústria em razão da substituição tecnológica, porém em contrapartida o desenvolvimento de produtos “nano” permitirá a criação de postos de trabalho para profissionais com nível elevado de formação educacional (doutores e mestres) e aumentará a concorrência entre as empresas.

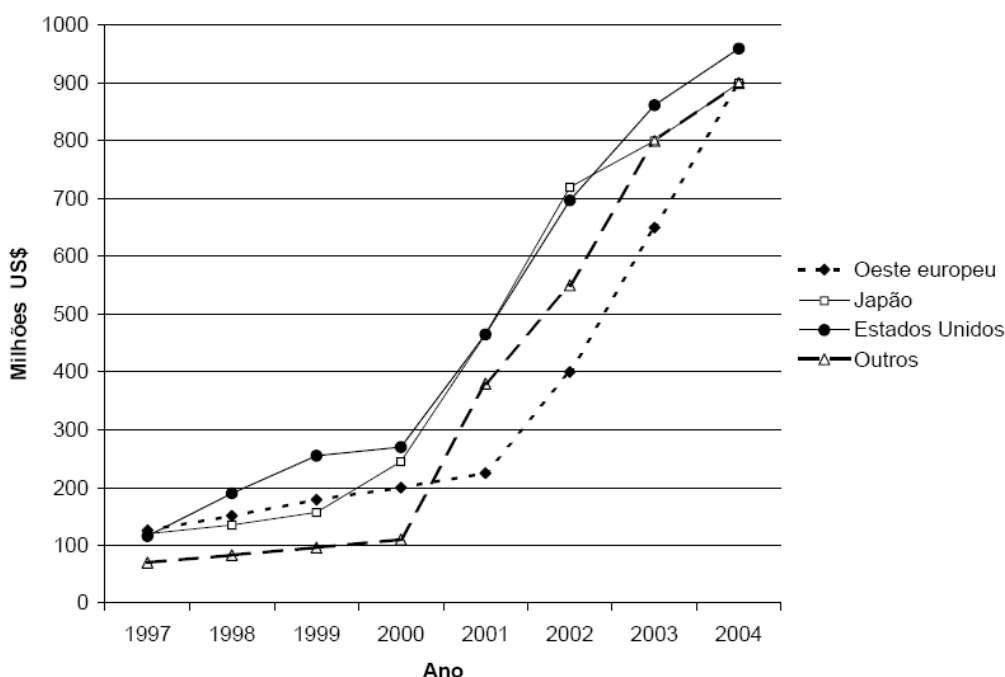
Na questão social não podemos avaliar ainda os impactos sociais do uso da nanotecnologia na sociedade. Entretanto, podemos destacar que as questões éticas estarão em foco nas discussões sobre o uso de pesquisas em nanotecnologia. Porém, segundo Marques (2008), a nanotecnologia poderá gerar um aumento do bem estar da sociedade o qual pode ser traduzido em maior longevidade, conforto e felicidade. Diversos estudos na área da saúde comprovam a eficácia desta tecnologia no desenvolvimento de novos fármacos que abreviarão o tempo de recuperação de uma doença, aumentando a sensação de conforto e felicidade, além de prolongar a vida dos indivíduos. Na questão dos impactos sociais negativos da nanotecnologia podemos destacar: a contaminação por nanopartículas nos operários; o uso indevido desta tecnologia na fabricação de armas bélicas e biológicas; aumento do desemprego nas economias subdesenvolvidas e a



degradação do meio ambiente oriundos da poluição causada pelas nanopartículas de carbono.

### 3.5 INVESTIMENTOS EM NANOTECNOLOGIA

A nanotecnologia está concentrando investimentos vultuosos no mundo. Segundo Roco (2001), estima-se que a produção industrial anual excederá a um trilhão de dólares, entre 2010 e 2015, requerendo aproximadamente dois milhões de trabalhadores. Países como Estados Unidos (EUA), União Européia (EU) e Japão são os que apresentam o maior nível de desenvolvimento em nanotecnologia. Com lançamento da Iniciativa Nacional sobre Nanotecnologias (National Nanotechnology Initiative – NNI), em 2000, os EUA iniciaram um ambicioso programa de pesquisa e desenvolvimento (P&D) em nanotecnologias, aumentando as despesas federais de 220 milhões de dólares, em 2003, e para 982 milhões de dólares em 2005 (RAMOS & PASA, 2007).



**FIGURA 2 – GASTOS GOVERNAMENTAIS ESTIMADOS PARA PESQUISA E DESENVOLVIMENTO EM NANOTECNOLOGIA ENTRE 1997-2004 EM MILHÕES DE DÓLARES POR ANO**

FONTES: ROCO (2003)

Apesar do grande volume de recursos aplicados em pesquisa em nanotecnologia e sua grande expansão no período recente, vários estudos sugerem

que este é um campo ainda bastante embrionário, e que vários benefícios esperdos ainda não se concretizaram (ABIHPEC, 2010). As atividades de Nanotecnologia no Brasil tiveram um início vigoroso já alguns anos graças à iniciativa de vários grupos de pesquisa e às ações do Ministério da Ciência e Tecnologia – MCT. Em Julho de 2009, o MCT criou o Plano de Desenvolvimento Produtivo – PDP para ações estratégicas na área da nanotecnologia. Os Objetivos deste programa eram desenvolver nichos de mercado com potencial de competitividade em materiais, eletrônicos, médico e farmacêutico, equipamentos e ferramentas e tecidos nanoestruturados e ampliar o acesso da indústria aos desenvolvimentos da nanotecnologia (MCT, 2009). As metas do programa para 2010 era investir R\$ 70 milhões em Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) e alcançar 100% dos investimentos previstos no Plano de Ação de Ciência, Tecnologia e Inovação. Os desafios deste programa eram incentivar empresas de base nanotecnológica, expandir formação de RH especializado, atrair investimentos em P&D e Adequar um marco legal (PDP, 2009).

As ações previstas no Programa para alcance das metas estão sendo implementadas via repasse direto de recursos às agências do Ministério de Ciência e Tecnologia (MCT); o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e a Financiadora de Projetos (FINEP). Segundo Instituto de Inovação (2007), o CNPq lançou edital em 2000 para formação das Redes Cooperativas de Pesquisa Básica e Aplicada em Nanociência e Nanotecnologia. Os projetos aprovados acabaram se fundindo em 4 grandes redes de pesquisa, a seguir:

- NanoSemiMat: Rede de Nanodispositivos Semicondutores e Materiais Nanoestruturados;
- REMANI: Rede de Nanotecnologia Molecular e de Interface;
- NanoMat: Rede de materiais Nanoestruturados e
- NanoBioTec: Rede Nanobiotecnologia.

Outra ação importante do governo foi a criação de dezessete unidades do Instituto do Milênio, onde três dessas unidades estão voltados para o desenvolvimento da nanotecnologia:

- Rede de Pesquisa em Sistema em Chip, Microsistemas e Nanoeletrônica: da qual participam a UNICAMP, UFRGS, USP, UFSC, UnB e UFRJ;
- Instituto de Nanociências: localizado em Belo Horizonte, uniu 66 pesquisadores de 21 instituições brasileiras e
- Instituto de Materiais Complexos: do qual participam a UNICAMP, UFRJ, USP e UFPE.

O programa de Nanotecnologia em consonância com as metas estabelecidas no Plano de Ação de Ciência, Tecnologia e Inovação 2007-2010 (PACTI) implementou ações visando apoiar a pesquisa básica e dar continuidade ao apoio às redes de Pesquisa em Nanotecnologia. Nos projetos de Pesquisa Básica, conduzidos por pesquisadores com até 7 anos de doutorado, foram induzidos por meio do Edital MCT/CNPq 09/2008 recursos no valor de R\$ 16.571.000,00. As redes de Pesquisa em Nanotecnologia receberam em 2008 o montante de R\$ 2.802.124,85. No período de 2007 a 2008, 30 empresas brasileiras receberam recursos via subvenção econômica. Esses recursos foram de R\$ 59.579,45, apontando o interesse do governo em incentivar pesquisas em nanotecnologia nas empresas.

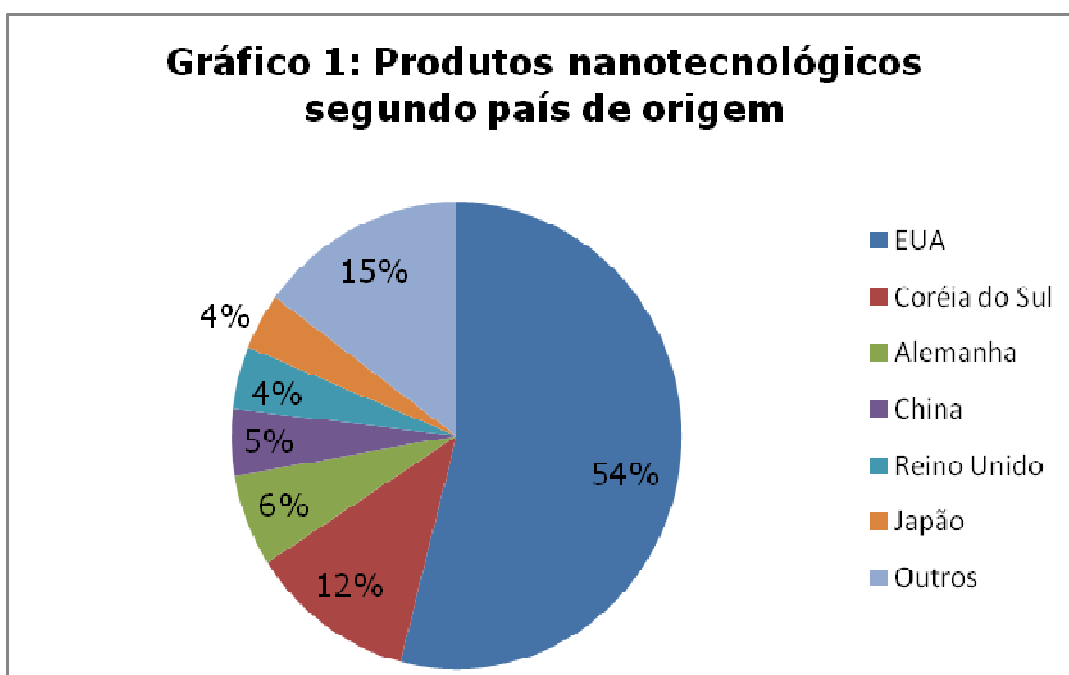
| Empresa  | Recursos (R\$ 1.000) | UF | Empresa  | Recursos (R\$ 1.000) | UF |
|--|----------------------|----|--|----------------------|----|
| Aegis Semicondutores Ltda                                      | 1.153,72             | SP | DENTSCARE Ltda                                   | 690,00               | SC |
| Angelus Indústria de Produtos Odontológicos Ltda               | 1.266,64             | PR | Chron Epigen Indústria e Comércio Ltda           | 2.795,00             | RJ |
| Braskem S/A  | 6.061,13             | BA | Dublauto Indústria e Comércio                    | 500,00               | SP |
| Chemuniom Química Ltda   | 3.917,87             | SP | EMS S.A.   | 3.000,96             | SP |
| Clorovale Diamante e Indústria e Comércio Ltda                 | 906,80               | SP | Contech Produtos Biodegradáveis Ltda             | 1.372,40             | SP |
| Cristália Produtos Químicos Farmacêuticos Ltda                 | 5.697,58             | SP | Excellion Serviços Biomédicos S/A                | 7.265,20             | RJ |
| FGM produtos Odontológicos Ltda.                               | 480,03               | SC | FK Biotecnologia S. A                            | 1.952,251            | RS |
| Idealfarma Indústria e Comércio de Produtos Farmacêuticos Ltda | 2.070,00             | GO | Kosmoscience Ciência e Tecnologia Cosmética Ltda | 531,94               | SP |
| Indústrias Químicas Taubaté S.A                                | 472,677              | SP | Magnesita S/A                                    | 2.024,00             | MG |
| INNOVATECH MEDICAL Ltda  | 520,69               | SP | Nanocore Biotecnologia Ltda A                    | 1.351,00             | SP |
| Internacional Científica Ltda                                  | 2.000,00             | SP | Nanox Tecnologia S.A                             | 1.416,20             | SP |
| Itajara Minérios Ltda  | 300,00               | PR | Scitech Produtos Médicos Ltda                    | 4.333,916            | GO |
| Leviale Indústria Cosmética Ltda                               | 959,80               | GO | Steviafarma Industrial S/A                       | 836,30               | PR |
| MAGMATEC - Tecnologia em materiais magnéticos                  | 1.570,61             | RS | Vigodent S/A Indústria e Comércio                | 971,99               | RJ |
| Suzano Petroquímica S.A  | 2.266,89             | SP | WSGB Laboratórios Ltda                           | 893,786              | SP |
| <b>Total de Empresas apoiadas = 30</b>                         |                      |    | <b>Total de investimentos = R\$ 59.579,45</b>    |                      |    |

**FIGURA 3 – EMPRESAS APOIADAS VIA SUBVENÇÃO ECONÔMICA 2007 E 2008**  
 FONTE: MCT (2007)

### 3.6 PRODUTOS COM BASE NANOTECNOLÓGICA

Nanociência e nanotecnologia continuam a se mover adiante para a fabricação de nanomecanismos e nanossistemas passíveis de aplicação em vários setores industriais. Uma característica importante da nanotecnologia é o fato de que ela não se restringe ao campo de novos materiais, se expandindo também para outros processos industriais, como biotecnologia e indústria farmacêutica, indústria eletrônica e tecnologias da informação, entre outros (ABIHPEC, 2010).

Produtos ao consumidor já tem sido fortemente influenciados pelos desenvolvimentos em nanotecnologia. O Project on Emerging Nanotechnologies (PEN, 2010) produz um inventário de produtos ao consumidor final que usam nanotecnologias. Os dados indicam que seis países (EUA, Coréia do Sul, Alemanha, China, Reino Unido e Japão) concentram cerca de 85% dos produtos nanotecnológicos, sendo os EUA responsáveis pela metade dos bens produzidos.



**FIGURA 4 – DISTRIBUIÇÃO DA ORIGEM DE PRODUTOS NANOTECNOLÓGICOS PELO MUNDO**  
FONTE: PEN (2009).

Os setores com maior número de aplicações em nanotecnologia são o de sabão, produtos de limpeza, perfumaria e cosméticos e o de vestuário e acessórios. No setor de cosméticos destacam-se principalmente produtos de perfumaria e cosméticos, como protetores solares, hidratantes, creme anti-rugas, etc. Já no setor de vestuário, as principais inovações se referem ao uso de tecidos impermeáveis,

térmicos, ou anti-bactericidas. No caso de eletrodomésticos, a gama de aplicações é diversificada, incluindo produtos como geladeira, máquina de lavar, secador de cabelo, aspirador de pó, entre outros (ABHIPEC, 2010).

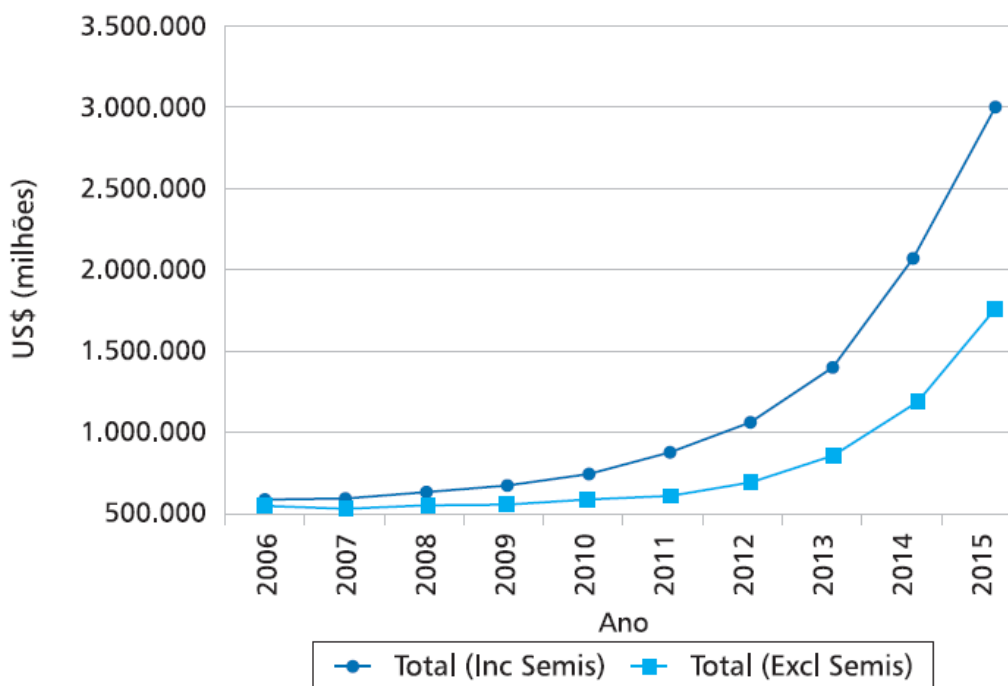
O Brasil não possui ainda uma base de dados sistematizada sobre o mercado dos produtos, processos e serviços baseados em nanotecnológicos, porém podemos identificar as empresas que solicitaram projetos junto ao Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT) para desenvolver produtos com base nanotecnológica. O setor de cosmético foi a área com o maior número de projetos, seguido pela química (ABDI, 2010).

| <b>Produto</b>                            | <b>Empresa</b>  | <b>Descrição</b>  | <b>Aplicação</b>  |
|---|---|---|---|
| Língua Eletrônica                         | Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) | Sensor gustativo.   | Avalia a qualidade de líquidos e identifica sabores   |
| Grafite                                   | Faber Castell   | Lápis com nanopartículas organometálicas adicionadas                      | Mais resistência, maciez e intensidade de cor.  |
| n-Domp                                    | Ponto Quântico  | Dosímetro de raios UV.  | São três camadas de filmes finos: a primeira guarda as informações da dose de UV; a segunda permite a leitura da dose e a terceira bloqueia interações com água |
| Biphor                                    | Bunge   | Tinta branca com nanopartículas de fosfato amorfo de alumínio             | Substitui o dióxido de titânio, que é tóxico sendo não tóxico, mais barato e dando maior durabilidade   |
| Sistema de liberação controlada de drogas | Nanocore  | Nanocápsulas  | Menores concentrações e toxicidade; maior efetividade da droga; efeito terapêutico local.   |
| Taubarez T 940                            | Indústrias Químicas de Taubaté                        | Dispersão aquosa aniônica de copolímero de estireno butadieno carboxilado | Utilizado como um polímero barreira em cartões e papel (embalagens), para água e óleo.  |
| Vitactive                                 | O Boticário   | Nanocosmético   | Possui sistema de "liberação direcionada" dos ingredientes nas camadas da pele.   |

**QUADRO 3 – PRODUTOS DE NANOTECNOLOGIA DESENVOLVIDOS NO BRASIL**

**FONTE: MCT (2007).**

O mercado total de produtos que incorporam nanotecnologias (incluindo semicondutores e eletrônicos), atingiu US\$ 135 bilhões em 2007, devendo alcançar US\$ 693 bilhões até o final de 2012, e cerca de US\$ 2,95 trilhões em 2015. Estima-se que o mercado de US\$ 1 trilhão, como preconizado da The Royal Society, será atingindo em 2013, caso os segmentos de semicondutores e eletrônicos sejam incluídos.



**FIGURA 5 – CRESCIMENTO DO MERCADO GLOBAL DE NANOTECNOLOGIA: 2006-2015**  
FONTE: ABDI ELABORADO COM BASE DE DADOS CIENTÍFICA LTDA. (2007)

Grande parcela do crescimento do mercado de nanotecnologia não provém da produção de nanomateriais básicos, mas, sim, da capacidade de alguns segmentos, como o farmacêutico e o de semicondutores, de transformar os nanomateriais básicos em produtos de alto valor agregado (ABDI, 2010).

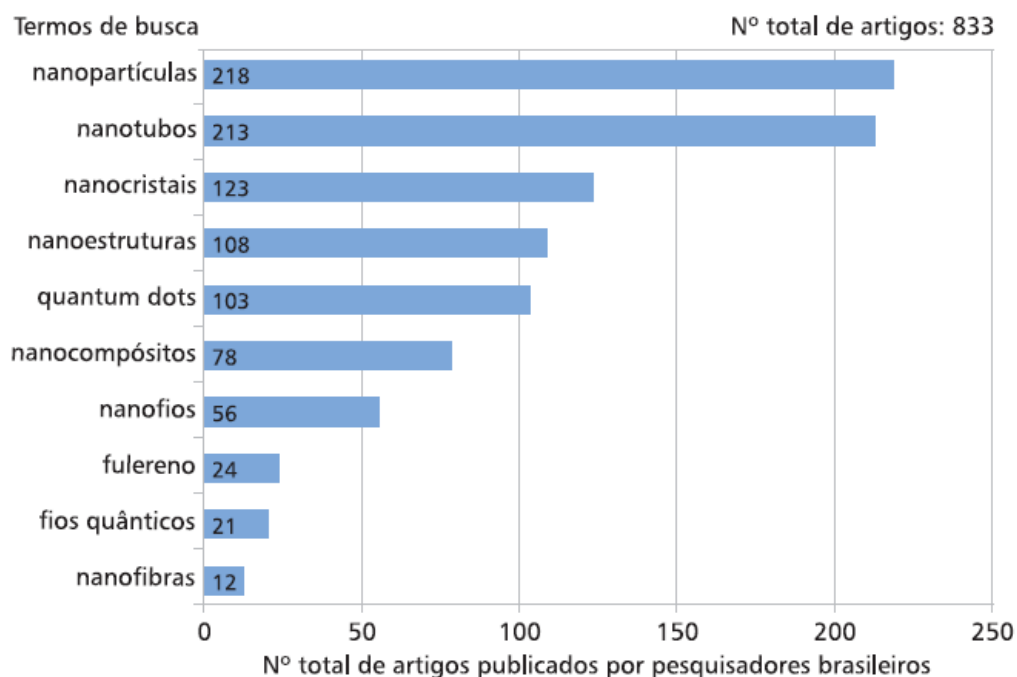
### 3.7 DESENVOLVIMENTO CIENTÍFICO DA NANOTECNOLOGIA

Segundo Marques (2008), uma nova tecnologia surge a partir de descobertas das Ciências que chancela esses conhecimentos em artigos científicos de grandes periódicos pelo mundo. Nesta seção, procurou-se descrever o desenvolvimento da nanotecnologia no meio científico.

#### 3.7.1 Produções científicas e patentes ligadas a Nanotecnologia

A importância da divulgação de novas tecnologias através de artigos científicos tem contribuído para o aumento dos investimentos em Nanotecnologia. Segundo dados da ABDI (2010), o número de trabalhos em nanociência cresceu a uma taxa anual de 16%, durante o período 1996-2006, o que significa dobrar a cada 4,7 anos, mais que quatro vezes a taxa de crescimento da produção científica em todos os campos, medida pelo número total de publicações indexadas na base Scopus no mesmo período. No total foram 378.996 trabalhos científicos ligados a Nanotecnologia, com destaque para nanomateriais, com 223.836 de trabalhos publicados, seguidos por nanofotônica e nanoeletrônica, com 104.992 e 99.879, respectivamente. Considerando esse total de publicações, o EUA vêm liderando, com 102.000 trabalhos, respondendo por 27% da produção mundial. O Brasil ocupa a 25ª posição no ranking geral de publicações, com 4.358 trabalhos publicados (ABDI, 2010).

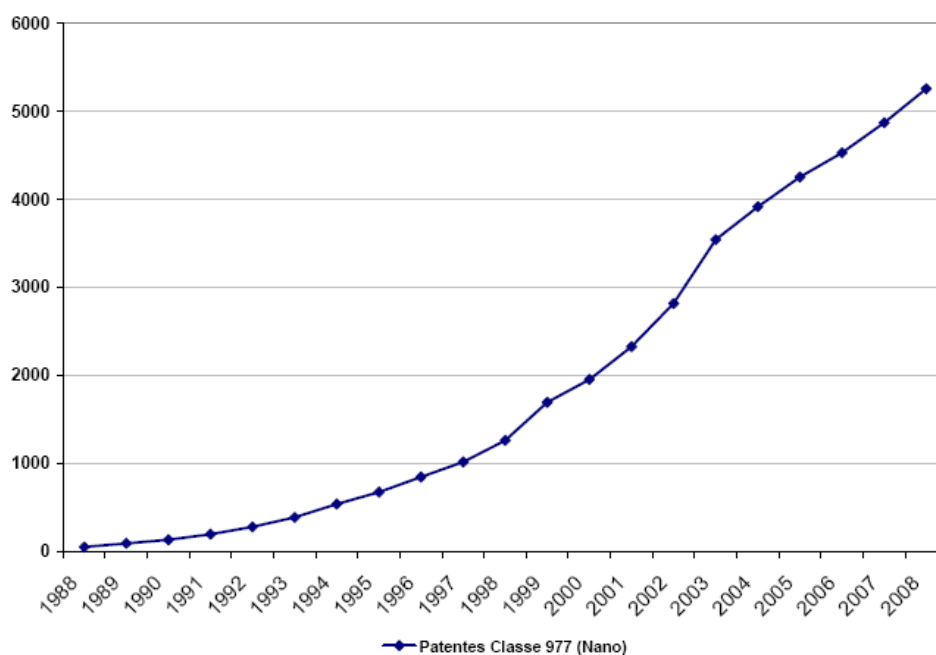
Entre as universidades líderes do ranking mundial da produção científica fica em nanociência, a University of Toyko (Japão) é a líder, com 4.728 publicações, representando 1,2% do total de nanociências no mundo. As empresas com maior número de trabalhos publicados no período foram a IBM, a NTT e Alcatel-Lucent, com 1.770, 1.377 e 1.198 trabalhos científicos, respectivamente.(ABDI, 2010). No período 2005-2008, foram identificados 833 artigos publicados por 2.242 pesquisadores brasileiros e 541 instituições às quais os pesquisadores estão vinculados, as competências brasileiras foram identificadas na base *Web of science: 2005-2008*.



**FIGURA 6 – COMPETÊNCIAS BRASILEIRAS IDENTIFICADAS NA BASE WEB OF SCIENCE: 2005-2008**  
 FONTE: ABDI, BASE DE DADOS WEB OF SCIENCE (2010)

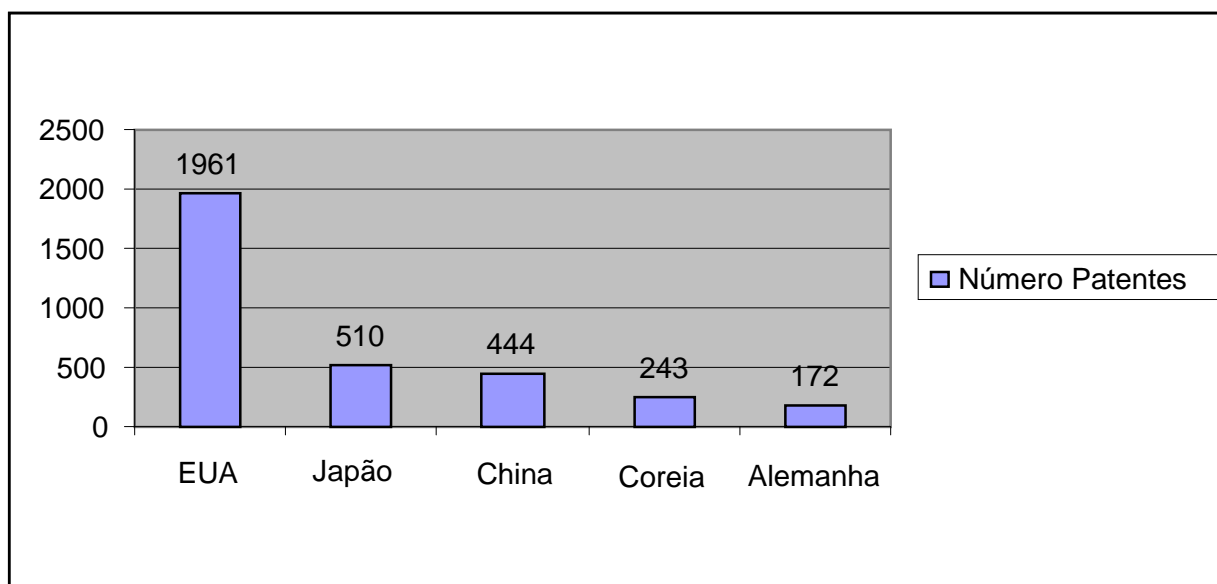
As áreas mais relevantes de pesquisa estão em nanopartículas e nanotubos, expressas pelo grande número de artigos, 218 e 213 respectivamente. Outra variável importante para analisar um paradigma científico é o número de depósitos em patentes relacionados com o tema. Assim, iremos utilizar a metodologia do Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI), que agrupou as informações em seis grandes áreas como sugerido pelo Escritório Europeu de Patentes – EPO: eletrônico; optoeletrônico, medicina e biotecnologia; medição e fabricação; ambiente e energia e nano materiais. Os números de patentes na classe 977 nos últimos anos mostram uma forte aceleração de depósitos de patentes em nanotecnologia a partir de 1995, implicando em uma ascensão constante até novembro de 2008.





**FIGURA 7 – NÚMERO DE PATENTES EM NANOTECNOLOGICA NA USPTO NO PERÍODO DE 1988 - 2008**  
 FONTE: MARQUES (2009)

Os cinco países mais importantes no pedido de registro de novas patentes sobre nanotecnologia em um ou mais dos seis grupos que apresentarem maior incidência no intervalo de seis meses.



**FIGURA 8 – PEDIDOS DE PATENTES SOBRE NANOTECNOLOGIA**  
 FONTE: INPI 2008.

Os EUA lideram o ranking pelo número de patentes em Nanotecnologia (1961). Nas posições seguintes, encontram-se Japão, China, Coréia e Alemanha. Segundo ABDI (2010), as empresas que mais registraram pedidos de patentes foram: IBM, Hewlett-Packard, Mícron Technology, AMD, Texas Instruments, Intel e Motorola, Canon, Alcatel-Lucent, Seiko Epson, Sumitomo, Samsung, Mitsubish, Toshiba, Procter & Gamble e a L'Oreal. É mister saber que várias empresas do setor de cosméticos estão registrando patentes de produtos com Nanotecnologia. No próximo capítulo iremos fazer uma análise das potencialidades desse setor em expansão.

## 4 DESENVOLVIMENTO DA NANOTECNOLOGIA E SEUS IMPACTOS NO SETOR DE COSMÉTICOS

De acordo com ABIHPEC (2006), as inovações em produtos representam 30% do faturamento do setor. Para alcançar esses números as empresas do setor investem em pesquisa e desenvolvimento, por meio de centros de pesquisa próprios, equipes de cientistas e parcerias com centros tecnológicos no Brasil (CARDOSO, 2007). Para Garcia e Furtado (2002), os principais atores mundiais do setor de cosméticos são as empresas dos países desenvolvidos, principalmente pelo seu poder de apropriação das novas tecnologias e seu vigor competitivo de suas grandes empresas. Segundo ABDI (2009), a atual dinâmica mundial de produtos de higiene, cosméticos e perfumes é determinada pelas grandes empresas dos países desenvolvidos, como EUA, França, Inglaterra, Alemanha e Japão, que possuem maior capacidade de investir em seus escritórios de pesquisa e desenvolvimento, resultando no lançamento de produtos inovadores no mercado global.

.Segundo a ABDI (2009), a pesquisa científica na área cosmética tem tido crescimento expressivo nas últimas décadas:

[..] o aumento pode ser observado pelo número de publicações em periódicos nacionais e internacionais indexados e de impacto, principalmente no que se refere à avaliação de eficácia, segurança e estabilidade de produtos cosméticos envolvendo novas substâncias ativas com finalidades cosméticas como as fotoprotetora, hidratante, antipolítica e antienvhecimento, dentre outras e sobre as formas de apresentação dos produtos tradicionais e diferenciados (ABDI, 2009, p. 146).

O potencial de grandes pesquisadores brasileiros que atuam nos centros de pesquisa deve ser estimulado, principalmente, no desenvolvimento de novos insumos, buscando reduzir as importações de princípios ativos e matérias-primas, material de embalagem e fragrâncias para o uso nos produtos cosméticos.

### 4.1 PRODUTOS NANOCOSMÉTICOS

No setor de cosméticos, muitas pesquisas e desenvolvimento estão concentrados na aplicação de nanomateriais. Nanomateriais são empregados no

desenvolvimento de produtos como: creme dental, protetor solar, perfumes, géis, xampus e loções. Segundo Marques (2008), a pesquisa em nanotecnologia oferece uma série de benefícios como aumento da produtividade do processo de liberação do princípio ativo cosmético sobre a epiderme humana, o aumento da eficácia dos efeitos cosméticos sobre a superfície da epiderme humana, o aumento da desaceleração do envelhecimento da epiderme humana, o aumento de eficiência e eficácia da proteção solar dada ação cosmética. Segundo a ABDI (2009), Nanocosméticos podem ser definidos como formulações que veiculam princípios ativos ou outros componentes nanoestruturados. Esses podem apresentar vantagens, em comparação aos produtos convencionais. Até o momento, o tipo de nanoestrutura mais estudada e presente em produtos cosméticos comerciais são os lipossomas<sup>3</sup>.

A produção industrial de nanocosméticos está mundialmente inserida na indústria de cosméticos convencionais, constituindo, de maneira geral, uma linha de produtos de base nanotecnológica (GARCIA e FURTADO, 2002). O Anuário Brasileiro de Informação Cosmética (ABI COSMÉTICA), identificou alguns produtos que faziam menção de alguma nanoestrutura na sua composição. Esses produtos pertenciam a diversas categorias, principalmente, aqueles destinados à aplicação na pele do rosto e corpo. Vários produtos fazem menção à ação antirrugas, fotoprotetora e firmadora da pele, indicando grande aplicação destes produtos em formulação antienvhecimento cutâneo (ABI COSMÉTICA, 2006).

Uma nanoestrutura utilizada na fabricação de produtos nanocosméticos é a nanoemulsão. As nanoemulsões são gotículas de material oleoso com poucos centenas de nanômetros de diâmetro misturados em água através de um processo de extrusão mecânica intenso, produzindo uma população uniforme de gotículas que são estáveis por anos mesmo a temperatura elevadas. Tem amplo espectro de atividade antibacteriana, antiviral, antifúngica, e destruindo protozoários e esporos (ARCURI, 2007). Quanto ao número de produtos encontrados, foram identificados 42 fabricados no Brasil e 32 importados, os resultados obtidos demonstram que a mesma empresa utiliza um mesmo tipo de nanoestrutura para elaboração de diversos produtos, podendo caracterizar uma linha com até 17 produtos contendo um mesmo tipo de nanoestrutura.

---

<sup>3</sup> Lipossomas são utilizados para aumentar a incorporação de substâncias ativas na pele, como veículo de liberação controlado dos princípios ativos (ANTUNES, 2008).

| Nanoestrutura | Categorias de Produtos   |
|---------------|--|
| Lipossomas    | Produto para área dos olhos; Creme, loção, gel para o corpo com ação firmadora da pele; Máscara facial; Maquiagem com fotoprotetor e Maquiagem sem fotoprotetor; Produto anticelulite; Produto para barbear; Produto pós-barbear; Clareador da pele e Creme, loção, gel para o rosto sem ação fotoprotetora. |
| Nanosferas    | Produto antirrugas   |
| Nanossomas    | Produtos antirrugas; Produto antirrugas com fotoprotetor e Produto para área dos olhos.  |
| Glicoesferas  | Produtos para região dos lábios.   |
| Ultraspheres  | Creme, loção, gel para rosto sem ação fotoprotetora.   |
| Nanoemulsão   | Produtos antirrugas e Produtos hidratantes para o rosto.   |
| Nanocápsulas  | Máscara para cílios; Creme, loção, gel para o rosto com finalidade específica. Produtos antirrugas; Creme para os lábios com finalidade específica; Produtos para área dos olhos; Protetor Solar e Protetor solar com ação antirrugas.   |
| Nanodispersão | Produto antirrugas.  |
| Nanopartícula | Maquiagem com fotoprotetor.  |

**QUADRO 4 – PRODUTOS/LINHAS COSMÉTICOS DE BASE NANOTECNOLÓGICA NO BRASIL. FONTE: ADAPTADO DE FRONZA (2006)**

Segundo a ABDI (2009), a produção de nanocosméticos parece estar mundialmente inserida na indústria de cosméticos convencionais. A produção de nanocosméticos representa uma oportunidade promissora de desenvolvimento tecnológico para o Brasil. A empresa pioneira em introduzir um cosmético de base nanotecnológica foi a L’Oreal em 1995 (nanocápsulas de vitamina E) e, até o presente, é líder na produção mundial de artigos científicos e patentes relativas à aplicação da nanotecnologia em produtos cosméticos.

Os resultados obtidos na pesquisa com base na consulta dos sítios das empresas na internet apontaram que 7,7% das 285 empresas consultadas apresentam, na sua linha, um ou mais produtos que pode ser classificado como de base nanotecnológica (FRONZA, 2006). No Brasil, ainda poucas empresas vêm trabalhando com base na nanotecnologia e não há empresas produtoras exclusivamente de nanocosméticos. As maiores brasileiras Natura e Boticário já estão comercializando produtos com base nanotecnológica. O Boticário, está

produzindo um creme anti-sinais para área dos olhos, testa e contorno dos lábios chamado Nanoserum que foi desenvolvido em parceria com o laboratório francês Comucel e teve investimentos de R\$ 14 milhões e faz parte da linha Active, que começou a ser vendida em 2005. A Natura lançou em 2007 um produto para hidratação corporal, chamado Brumas de Leite, com partículas da ordem de 150 nanômetros (ERENO, 2008, p.21).

Em geral no Brasil já se comercializam mais de 15 produtos de cosméticos com base nanotecnológica, a tendências desses produtos são para pele do rosto (anti-rugas, oleiras, clareador de pele, firmadora da pele, e em geral sobre antienvhecimento cutâneo). Os produtos com nanotecnológica têm a tendência a ser bem mais caros (LUDENÃ, 2008). Entretanto, a falta de obrigatoriedade legal de informar a presença de nanopartículas na rotulagem faz-nos acreditar que o número de produtos encontrados corresponde a uma subestimativa. Essa ausência dificulta a análise, porque muitas vezes é impossível identificar os componentes das nanoestruturas e até mesmo afirmar qual é o tipo da nanoestrutura presente (FRONZA, 2006). No entanto, a identificação das empresas que produzem e disponibilizam no mercado nacional produtos cosméticos nanoestruturados não necessariamente indica que as mesmas são as produtoras das nanoestruturas utilizadas. Duas empresas brasileiras, o Boticário e a Natura, desenvolvem projetos na área de nanotecnologia em cosméticos numa parceria com o Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT, 2006).

#### 4.1.1 Avaliação da segurança dos produtos nanocosméticos

Hoje no mundo, não existe diferenciação na avaliação da segurança de cosméticos ou nanocosméticos. Dessa forma, os produtos cosméticos devem ser formulados com materiais-primas referenciadas, garantindo uma margem de segurança entre o nível de risco e o nível de uso do produto, informando o consumidor da maneira mais clara possível, a fim de prevenir o uso inadequado do produto e adotando Boas Práticas de Fabricação e Controle (FRONZA, 2006).

De maneira geral, deve-se considerar que, na grande maioria dos casos, o risco sistemático é avaliado a partir das matérias-primas. Ao contrário, as reações de irritação estão relacionadas às concentrações de uso no produto final e sua

formulação cosmética. Além da avaliação dos componentes utilizados, devemos lembrar que a fórmula do produto também pode interferir na sua segurança, uma vez que, pode facilitar a absorção total ou parcial dos ingredientes, sendo responsável, também, por possíveis sinergismos, resultantes da associação de ingredientes (ANVISA, 2003).

Estudos revelam que as nanoestruturas poderiam ser absorvidas pela pele sistematicamente, tal fenômeno seria indesejável para um produto cosmético que deve apresentar efeito local e/ou na área aplicada e não seria recomendada sua permeação cutânea. As nanopartículas insolúveis podem ser consideradas como estruturas que podem apresentar maiores riscos sanitárias, devido a penetração/permeação através da pele, podendo tornar sistematicamente disponíveis e acarretar acúmulo em órgãos-alvo secundário. Esses efeitos podem ser agravados pela aplicação repetida de nanocosméticos contendo essa classe de nanopartículas (ABDI, 2009).

Segundo Comitê Científico da União Européia de Produtos de Consumo (CCPC), órgão responsável por aconselhar a Comissão Européia sobre segurança de produtos nanocosméticos, concluiu em fevereiro de 2008 que existem grandes lacunas na avaliação da exposição e absorção de nanopartículas através da pele, inalação, ingestão oral e contato com olhos. Essas partículas estão presentes em produtos como: sprays, perfumes, batons e maquiagem (CCPC, 2008). Entretanto, se por um lado existem pesquisas relacionadas aos efeitos tóxicos das nanopartículas inaladas, muito pouco se sabe a respeito da exposição cutânea e suas consequências biológicas. A maioria dos estudos acerca da penetração de nanopartículas através da pele refere-se à absorção de fármacos. As publicações não indicam claramente se as nanopartículas absorvidas através da pele são capazes de entrar no sistema circulatório (POET e McDOUGAL, 2002).

É importante que a empresa possua os dados sobre a segurança do uso do produto e das matérias-primas nanoestruturadas, pois os mesmos podem ser solicitados por ocasião do registro (ABDI, 2009). A incerteza sobre o risco na saúde humana e no ambiente é um fato, algumas organizações ambientalistas ao redor do mundo vêm fazendo presença para alertar aos diferentes atores destas indústrias sobre a necessidade de ações que precisam ser tomadas. Por exemplo, maiores investimentos das indústrias em pesquisa a respeito destes riscos para a posterior

comercialização com maior segurança e pressão nos órgãos legais para definir mecanismos de controle antes da comercialização dos produtos (LUDENÃ, 2008).

#### 4.1.2 Equivalência Sanitária e Regulação Sanitária dos produtos nanocosméticos

O princípio de equivalência pressupõe que os membros devem aceitar, como equivalentes, regulamentos técnicos de outros membros, mesmo que difiram dos seus, desde que satisfaçam plenamente os objetivos pretendidos, assim alcançando um mesmo nível de proteção. A equivalência é uma medida de facilitação comercial, alternativa à harmonização em que os fabricantes de um determinado produto de um Membro não necessitariam cumprir com os regulamentos técnicos para o destino de suas exportações. O cumprimento com um regulamento técnico pode acarretar em economia de custos de produção (MICALI, 2009).

O princípio da equivalência está contido no acordo através do seu artigo 2.4:

[...] Quando forem necessários regulamentos técnicos e existam normas internacionais pertinentes ou sua formulação definitiva for iminente, os Membros utilizarão estas normas, ou seus elementos pertinentes, como base de seus regulamentos técnicos, exceto quando tais normas internacionais ou seus elementos pertinentes sejam um meio inadequado ou ineficaz para a realização dos objetivos legítimos perseguidos, por exemplo, devido a fatores geográficos ou climáticos fundamentais ou problemas tecnológicos fundamentais.

No Brasil para avaliação de uso de substâncias em formulações cosméticas, garantindo sua segurança de uso para o consumidor, baseiam-se em regulamentos técnicos firmados e internalizados pelos Estados Membros. Na Europa existe um comitê científico o SCCNFP (Scientific Committee on Cosmetics Products and Non-Foodstuff Products Intended for Consumers) formado por especialistas que trabalham o grau de segurança e risco dos produtos cosméticos levando em consideração a exposição e uso desses produtos (MICALI, 2009).

O processo de regulação dever ser entendido em suas diferentes dimensões, incluindo os limites do conhecimento científico na avaliação dos riscos e impactos ambientes da inovação; os riscos de captura do órgão regulador pelos agentes regulados; o grau de democratização das instituições no compartilhamento de informações e na disposição de se submeter a avaliações externas e públicas; os custos envolvidos na implementação de programas de avaliação de riscos e de



monitoramento de efeitos de longo prazo; as estratégias de gestão dos recursos, via de regra, escassos, para implementação desses programas e as consequências econômicas e sociais da introdução de novas tecnologias na medida em que a assunção de novos riscos deveria implicar em um trabalho maior de conscientização e vigilância coletiva (PELAEZ, 2004).

Os critérios para esta classificação dos riscos em cosméticos foram definidos em função da probabilidade de ocorrência de efeitos não desejados devido o uso inadequado do produto, sua formulação, finalidade de uso, áreas do corpo a que se destinam e cuidados a serem observados quando de sua utilização (SEBRAE, 2008). De acordo com a Resolução RDC nº 211, de 14 de julho de 2005, os produtos são classificados em dois tipos:

- **Produtos Grau 1:** são produtos de higiene pessoal, cosméticos e perfumes cuja formulação cumpre a definição adotada no item 1 do Anexo I desta resolução e que se caracterizam por possuírem propriedades básicas ou elementares, cuja comprovação não seja inicialmente necessária e não requeiram informações detalhadas quanto ao seu modo de usar e suas restrições de uso, devido às características intrínsecas do produto;

**Produtos Grau 2:** são produtos de higiene pessoal, cosméticos e perfumes cuja formulação cumpre com a definição adotada no Item 1 do Anexo I desta resolução e que possuem indicações específicas, cujas características exigem comprovação de segurança e/ou eficácia, bem como informações e cuidados, modo e restrições de uso

O setor de cosméticos é significativamente regulado. No Brasil, desde 1999, é de responsabilidade da Agência nacional de vigilância sanitária (ANVISA) regulamentar, fiscalizar e controlar a produção e comercialização de produtos cosméticos, e recebe anualmente entre 3 mil e 4 mil pedidos de registros de produtos cosméticos. Já as notificações obrigatórias para produtos de grau de risco baixo (produtos de grau 1), chegaram a quase 70 mil em 2006.

Desde dezembro de 2005 essas notificações são feitas pelo sistema de Notificação on-line, que representou agilidade, desburocratização e é totalmente isento de taxas. Além desses avanços, a ANVISA em 2005, também implantou o

sistema de Cosmetovigilância<sup>4</sup>, que obriga todas as empresas fabricantes e/ou importadoras de produtos de higiene pessoal, cosméticos e perfumes, instaladas no país, a implementar a ferramenta que possibilite coletar informações, analisar os dados de mercado e informações internas da empresa sobre os efeitos nocivos eventuais dos cosméticos (BOAS, 2007).

No Brasil a legislação sobre embalagens também é bastante rígida e especificam que todos os produtos precisam ter um lacre para a garantia de não uso anterior; as embalagens precisam apresentar rotulagem adequada: nome e características do produto, bem como a certificação da ANVISA; devem constar as seguintes informações: “manter longe do alcance de crianças”, “manter ao abrigo da luz e do calor”, “prazo de validade, data de fabricação do lote”; as informações de uso e características (listagem dos ingredientes utilizados na formulação por ordem decrescente de percentual de ingredientes ativos utilizados) dos produtos podem ser impressas em uma bula, no interior do produto, porém este processo encarece o cosmético em alguns segmentos; os produtos precisam ser transportados com acondicionamento especial em embalagens individuais para cada segmento de produtos, com preferência do uso de plásticos-bolha (podem ser reutilizados vários vezes enquanto íntegros) para evitar atritos e impactos maiores, sem sobrecarga de empilhamento para não causar qualquer dano às embalagens (SEBRAE, 2008). Embora exista toda uma regulamentação para produtos cosméticos comuns, constatamos no próximo capítulo que os nanocosméticos ainda não está regulamentado no Brasil.

Sobre o atual sistema de regulação sanitária dos produtos de nanocosméticos, ainda não existe uma posição quanto a classificação dos produtos nanocosméticos e segundo ABDI (2009):

O sistema de regulação sanitária de cosméticos no Brasil não prevê, até o momento, classificação particular para os produtos cosméticos de base nanotecnológica. A classificação do grau de risco deste tipo de cosméticos deverá ser revista em função da presença das nanoestruturas e da ação das substâncias ativas que possam estar incorporadas, podendo ser exigidos por ocasião do registro, pelos órgãos reguladores, testes de segurança e eficácia cosmética. Considera-se um produto nanocosmético aquele fabricado com nanoestruturas previamente preparadas de forma controlada, apresentando largura e distribuição de tamanho estreito e obtida de forma reprodutível (ABDI, 2009, p. 163).

---

<sup>4</sup> RDC 332/2005 entrou em vigor 31 de dezembro de 2005

Entretanto, Fronza (2006) propõe algumas diretrizes para regulação de produtos cosméticos de base nanotecnológica no Brasil, como por exemplo:

- Os produtos cosméticos contendo nanoestruturas deveriam ser classificados como Grau de Risco II, devendo apresentar no ato do seu registro, dados acerca da segurança de uso do produto e das matérias-primas constituintes das estruturas de diâmetros nanométricos sempre que solicitado;
- Deveria ser informado no rótulo do produto, na embalagem secundária do mesmo ou, na ausência desta, na embalagem primária, a presença de nanoestruturas, sempre que as mesmas estiverem presentes na composição do produto;
- Além disso, considerando que as nanoestruturas possuem diâmetro reduzido, o que pode levar a diferenças no seu perfil de permeação, e os poucos estudos conduzidos a fim de avaliar sua toxicidade foram realizados sobre a pele saudável ou modelos que simulam a mesma, propomos a obrigatoriedade de inclusão da advertência de rotulagem “Não utilizar sobre a pele irritada ou lesionada”.

Na esfera internacional, a Food and Drug Administration (FDA) regula os produtos de base nanotecnológica caso a caso. O objeto de regulação é o produto em si, e não a tecnologia. Existem poucas considerações acerca da possibilidade de uso em larga escala de nanocosméticos e sobre o que isso representaria em termos de risco para a população. Contudo, em agosto de 2006, o FDA anunciou recentemente a criação de uma força tarefa interna para discussão de assuntos relacionados a nanotecnologia (FDA, 2006). De maneira semelhante, os produtos de base tecnologia na Europa não são regidos por legislação específica (MICHELSON, 2004).

#### 4.2 REDE DE NANOCOSMÉTICOS

Em 2005, surge a rede de nano cosmético brasileira, a qual é uma das 10 redes de pesquisa publicada aprovadas dentro do programa Nacional de Nanotecnologia do governo. Esta rede nasce a partir da reestruturação de rede nacional de nanobiotecnologia. Embora seja uma rede nova, tem alto potencial de

desenvolvimento já que o setor de cosméticos está em franco processo de crescimento. O país está interessado em que estas redes, como no caso da nanocosméticos contribuam a partir da pesquisa colaborativa, entre as universidades, institutos públicos e firmas, a desenvolver tecnologias em base ao conhecimento gerado na pesquisa pública a fim de elevar a competitividade do país em níveis internacionais com os conseguintes impactos econômicos e sociais (GUTERRES, 2008).

A rede tem o seu nó central e coordenação central na Universidade Federal do Rio Grande do Sul e mantém parceria com várias universidades brasileiras, tais como a Universidade de São Paulo (USP-SP e USP Ribeirão Preto), a Universidade estadual de Campinas – UNICAMP, Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT e Universidade federal do Rio de Janeiro (UFRJ). O foco da pesquisa é voltado para produtos destinados à aplicação na pele do rosto e do corpo, com ação antienvhecimento e de foto proteção (LUDENÃ, 2008).

No que diz respeito aos resultados desta nova rede, eles são bastante promissores, a significativa produção intelectual é um dos fatores sobressalentes e demonstrado com reconhecimento internacional pelas diversas publicações científicas em períodos científicos especializados e nas atividades colaborativas internacionais de vários dos seus pesquisadores (LUDENÃ, 2008). Neste contexto, Segundo Ludenã (2008) a rede funciona como catalisadora para impulsionar a aproximação universidade e empresas. Quanto essas parcerias, estão surgindo alguns exemplos como:

- O da professora Dra. Maria Vitória Lopes Badra Bentley, cujo projeto desenvolvido pela sua equipe tem gerado resultados que estão em processo de negociação de transferência tecnológica. O grupo da pesquisadora também mantém convênios de cooperação com algumas empresas para desenvolver e avaliar a eficácia de novos produtos. Eles são líderes no desenvolvimento de metodologia *in vitro* para avaliação cutânea e a qualidade de um produto tópico; e
- Outra área de pesquisa é a capilar da professora Valéria Longo, do Laboratório Interdisciplinar de Eletroquímica e Cerâmica (Liec), integrante do Centro Multidisciplinar para o Desenvolvimento de Materiais Cerâmicos e vinculado à Universidade de São Carlos, quem desenvolve projetos em

parceria com a empresa Kosmoscience, de Valinhos que estão relacionados com uma nanoemulsão para alisamento de cabelos (ERENO, 2008, p.3).

#### 4.3 IMPACTOS DA NANOTECNOLOGIA NAS EMPRESAS DE COSMÉTICOS

A nanotecnologia pode ter conseqüência em três dimensões sobre as firmas: econômica, tecnológicas e institucionais. Nesta seção<sup>5</sup> procura-se demonstrar como esses impactos podem afetar o desenvolvimento dessa tecnologia nas firmas e suas possíveis transformações institucionais / organizacionais.

##### 4.3.1 Impactos econômicos da Nanotecnologia nas firmas

Conforme literatura utilizada, a tecnologia é um dos elementos com maior poder de transformação, pois na origem do conceito tem a função de facilitar a interação entre o homem e natureza, por meio da criação e aprimoramento das utilidades, e, de forma planejada e racional, dinamizar o desenvolvimento econômico. O desenvolvimento da nanotecnologia por parte das firmas tem proporcionado estratégias de marketing eficientes. Essas estratégias estão alinhadas com agregação da tecnologia à marca. O Boticário, por exemplo, está com ações previstas para seus pontos de vendas com destaque para suas linhas Active.

O Boticário foi a primeira empresa brasileira a trazer para o mercado nacional o primeiro produto brasileiro de *skin care* cuja fórmula é nanoestruturada. As pesquisas da empresa na área de nanotecnologia já têm três anos e consumiu da empresa R\$ 14 milhões. O Boticário acredita em um mercado de US\$ 2 bilhões na América Latina e US\$ 30 bilhões no mundo. Para isso, investiu na inovação em tecnologia avançada. A empresa possui 18 funcionários dedicados em seu escritório de P&D para o desenvolvimento desta linha e visa aumentar os lucros, a lucratividade de cada unidade e a lucratividade total. A firma acredita que a utilização de nanotecnologia é um marco na história dos cosméticos e acredita que a tendência é, que aos poucos, aplique-a em todos os produtos de *skin care*.

---

<sup>5</sup> Pesquisa realizada em uma empresa de cosméticos da região metropolitana de Curitiba-PR

O grande diferencial da Linha Active é atuar diretamente nos processos de envelhecimento da pele e reagir de forma pró-ativa às mudanças climáticas, dando à pele aspecto luminoso, vitalidade, firmeza e elasticidade. Entretanto, em contrapartida, o investimento em nanotecnologias por parte das empresas tem causado uma elevação nos seus custos. O trabalho com estes materiais exige ferramentas e metodologia específica e não tão comuns. Os equipamentos e as manufaturas são caros, elevando o custo de produção destes produtos. Além disso, nem só de equipamentos se faz este tipo de tecnologia, e o custo de mão de obra, que nesse caso exige formação específica também deve ser considerada.

Talvez por isso, as empresas que nasceram com essência da nanotecnologia e cosméticos no Brasil são incubadas em Universidades, formada por ex-alunos de programas de formação no tema, e que se beneficiam dos equipamentos já adquiridos pelas instituições. Uma empresa de cosméticos situada na região metropolitana de Curitiba-PR possui uma parceria com uma universidade e juntas criaram um Laboratório Biologia Molecular. Esse laboratório é constituído de pesquisadores da empresa e acadêmicos da universidade, os quais estão voltados exclusivamente para o desenvolvimento de pesquisas, métodos e ensaios *in vitro*, com o objetivo de avaliar a performance de matérias-primas e produtos cosméticos em cultivos celulares. Essa parceria permite suportar o desenvolvimento de novas tecnologias, substanciando ainda mais a eficácia de determinados produtos cosméticos.

Esse tipo de parceria surge porque a firma tem aproveitado os benefícios que a Lei da Inovação proporciona para as Universidades. Essa lei possibilita uma interação entre a esfera governamental, a comunidade científica (universidades e instituto de pesquisa) e o mundo empresarial. Além da subvenção econômica, a lei estabelece os dispositivos legais para a incubação de empresas no espaço público e a possibilidade de compartilhamento de infraestrutura, equipamentos e recursos humanos, públicos e privados, além de criar regras claras para participação do pesquisador brasileiro.

Outro ponto importante foram os custos envolvidos para transformar os escritórios de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) em escritórios pilotos conhecidos como “nanoinstalação”. Os custos vão demandar uma grande necessidade de capital, então a justificativa para esses investimentos estão nas expectativas de

lucro futuro. De acordo com a revisão de literatura, a nova dinâmica introduzida na estrutura relativa de custos é um importante direcionador para escolhas de um novo paradigma tecno-econômico. De fato, os custos tornam-se fator chave um novo paradigma. Portanto podemos inferir que a nova tecnologia só vai torna-se um paradigma tecno-econômico se ela for viável economicamente.

Então porque as firmas estão investindo se o custo é alto? Elas acreditam que a partir de ganhos de escala estes custos vão diminuir gradativamente por diversos fatores: (i) Qualificação de fornecedores nacionais causando uma dependência menor dos produtos importados, defendendo-se assim de oscilações no câmbio; (ii) a nanotecnologia vai requerer uma parcela menor de mão de obra; (iv) máquinas e equipamentos mais produtivos. Nas economias capitalistas, outro poderoso critério de seleção reside na capacidade de redução de custos da nova tecnologia e, em particular, em seu potencial de economizar mão-de-obra (DOSI, 1982).

As economias tecnológicas emergem quando os custos podem ser reduzidos por meio de um aumento da especialização da força de trabalho; da introdução de máquinas automáticas, de técnicas de linha de montagem ou de sistemas mecânicos de transporte internos; da instalação de grande número de equipamentos capazes de produzir maiores quantidades a custo menores, quando utilizados a plena capacidade; e por meio de outras alterações técnicas similares na organização da produção (PENROSE, 2006).

As firmas também esperam que o mercado de produtos nanocosméticos vai crescer nos próximos anos devido o aumento do poder aquisitivo dos consumidores e as perspectivas de gastos em produtos de beleza e higiene pessoal. Para Freeman e Perez (1988) um novo paradigma surge em um ambiente ainda dominado pelo paradigma anterior e precisa atingir três condições para consolidar-se: a) redução de custo; b) crescimento rápido da oferta, explicitando a inexistência de barreira no longo prazo aos investidores; c) apresentar claramente um potencial para uso ou incorporação desta tecnologia em vários processos e produtos dentro do sistema econômico. Se o novo paradigma cumpre estas condições, ele prova suas vantagens comparativas. Inicia-se, então, um processo de reestruturação das variáveis-chaves até que ele se torne predominante

#### 4.3.1 Impactos tecnológicos e organizacional da Nanotecnologia nas firmas

De acordo com literatura utilizada, a existências de grandes empresas e altos graus de concentração esta positivamente relacionada a altas oportunidades tecnológicas no passado e elevados graus de apropriabilidade (isto é, grande dificuldade de imitação) das inovações. Esse poder de apropriação da nanotecnologia por parte das firmas oligopolistas pode causar barreiras à entrada na diferenciação de produto de novos entrantes. Segundo Fagundes & Ponde (2006), a intensidade de tais barreiras será tanto maior quanto maiores:

1. o controle de acesso à tecnologia necessária para projetar os produtos por parte das firmas existentes, através de mecanismos legais de controle da propriedade industrial, segredos industriais ou presença de conhecimentos tácitos difíceis de serem imitados;
2. o montante de gastos com propaganda e vendas requeridos para garantir a fidelidade dos consumidores, impondo aos novos concorrentes despesas para tornar seu produto conhecido e aceito no mercado;
3. a durabilidade e complexidade dos produtos, que tornam a reputação desta decisiva de compra dos consumidores e fazem com que um novo concorrente tenha que incorrer em gastos elevados durante um período considerável de tempo para convencer o consumidor das qualidades do seu produto;
4. a presença de práticas e canais de distribuição que limitam a utilização de determinadas formas de acesso por exemplo contratos de exclusividade com revendedores; e
5. a presença de “consumo conspícuo”, que valoriza o prestígio de certos produtos e torna a marca um elemento crucial nas decisões de compra dos consumidores.

A respeito da difusão dessa tecnologia pelo mundo observou-se um potencial significativo, os altos investimentos em pesquisa e desenvolvimento têm contribuído para essa difusão. Porém, podemos dizer que a nanotecnologia aplicada ao setor de cosméticos está no seu estágio inicial de difusão, onde a introdução de um novo produto e processo gera uma grande incerteza quanto ao sucesso dessa inovação no mercado.



Essa introdução não acontece no vácuo, os estudos sobre o uso de nanotecnologia começaram em 1995, com a empresa L’Oreal no desenvolvimento de nanocápsulas de Vitamina E. Isto foi possível, porque a empresa possui toda uma estrutura operacional e gerencial implantada, assim como rotinas, procedimentos e uma subjacente cultura organizacional.

O ritmo de difusão de uma tecnologia depende da velocidade da sua adoção pela sociedade e também pelo número de empresas que já assimilaram a tecnologia e o número de empresas com potencial de utilizarem, mas que ainda não fizeram. Neste sentido, as firmas acreditam que processo de difusão pode levar alguns anos na indústria de higiene pessoal, perfumes e cosméticos, principalmente, pela estrutura empresarial das mesmas, ou seja, grandes oligopólios. Neste sentido, as empresas pequenas não dispõem de recursos suficientes para a implantação de uma nova tecnologia, já os setores mais concentrados, como oligopólios, possuem “mais avançados” de economia de escala capaz de viabilizar a absorção de inovações (TIGRE, 2006).

As firmas acreditam que a biotecnologia continuará a ser pesquisada, por questões ambientais e apelo dos consumidores por produtos ecologicamente corretos. Portanto, podemos dizer que o desenvolvimento da nanotecnologia por enquanto no setor de cosméticos se dá da forma incremental, onde abrange melhorias feitas no *design*, ou na qualidade dos produtos, aperfeiçoando *layout* e processos. Enquanto as inovações incrementais não suscitam grandes problemas de ajustamento estrutural, a introdução de um sistema tecnológico radicalmente novo dá origem a muitos desses problemas. Isto ocorre porque – a lista não é exaustiva – ela requer uma reformulação e uma nova configuração do estoque de capital, um novo perfil de aptidões da força de trabalho, novas estruturas administrativas e de organização de trabalho, um novo padrão de relações industriais e novo padrão de regulação institucional e nacional (FREEMAN & SOETE, 2008).

Neste sentido, aspectos institucionais também estão no âmbito do desenvolvimento da nanotecnologia no setor de Higiene pessoal, perfumes e cosméticos. As firmas acreditam que não possuíam espaço político no Governo Lula, para propor a regulamentação de forma sustentável da nanotecnologia. Esse é o grande desafio, criar uma regulamentação dos produtos de base nanotecnológica.

O poder Executivo tinha uma postura desenvolvimentista a qualquer custo, com pouca preocupação a questões relativas à saúde, e como vimos nos capítulos anteriores a nanotecnologia pode causar potenciais riscos à saúde, motivo pelo qual as empresas estão cautelosas quanto ao desenvolvimento dessa tecnologia. Elas acreditam que essa postura poderá mudar com o Governo Dilma (2011-2014), que montou uma equipe altamente técnica nas Agências de Regulamentação

As discussões precisam ser retomadas o mais rápido possível, para não frear os investimentos nesta área. Pesquisas de avaliação dos riscos precisam ser mais claras para o consumidor, para evitar um desaquecimento da demanda por esses produtos. Até o momento, na sua grande maioria, só se sabe os potenciais benefícios que a nanotecnologia pode trazer. As firmas estão preocupadas que seus investimentos podem causar prejuízo no futuro, devido a um provável desaquecimento da demanda por esses produtos quando forem descobertos os riscos à saúde humana. Mais uma vez, acreditam que o papel da ANVISA é fundamental para esse processo.

Setores da indústria de higiene pessoal, perfumes e cosméticos prevêem para os próximos anos rodadas tecnológicas para discutir o futuro da nanotecnologia no setor de cosméticos, essas reuniões serão necessárias para formalização de um novo marco regulatório dos produtos cosméticos com base nanotecnológica.

Outra preocupação é a falta de mão de obra qualificada, as universidades brasileiras estão carentes de mestres e doutores especialistas na área de farmácia que trabalham com desenvolvimento de produtos nanocosméticos. As pesquisas tem se concentrado nas áreas de fármaco que tem absorvido grande parte desses profissionais. Portanto, a falta de mão de obra é uma preocupação das firmas para o futuro. Neste sentido, o Governo Federal através de seus programas de pós-graduação precisa investir mais recursos no desenvolvimento de novos cursos de mestrado e doutorado nas áreas de farmácia com foco na nanocosmética..

O sucesso da nanotecnologia no setor de cosméticos vai depender, principalmente, de mudanças institucionais. A questão da regulamentação dos produtos nanocosméticos e o desenvolvimento de pesquisas quanto ao risco são fundamentais para esse sucesso.

## CONCLUSÕES

Essa dissertação tratou do surgimento do desenvolvimento da nanotecnologia pelo mundo, especificamente no setor de cosméticos. Os gastos em pesquisa e desenvolvimento têm demonstrado o potencial dessa tecnologia, entretanto, o risco associado ao uso da nanotecnologia tem gerado debates no meio científico e empresarial. No setor de cosméticos, os investimentos em pesquisa e desenvolvimento dos produtos com base nanotecnológica está nas mãos das grandes empresas oligopolistas que detêm o poder de apropriação e absorção dessa nova tecnologia. O desenvolvimento da nanotecnologia no setor de cosméticos é orientado pelo conhecimento da firma, ou seja, um direcionamento *technology-push*. As firmas que estão investindo essa tecnologia em seus escritórios de pesquisa e desenvolvido (P&D) já possuem todo um perfil inovador, além de possuir todo um histórico inovador em seus produtos e processos

Os produtos nanocosméticos se diferenciam em muitos aspectos dos produtos tradicionais. São produtos que visam potencializar a finalidade do cosmético comum como: entrega direcionada de ativos; possibilidade de encapsulação de ativos para liberação controlada na pele; melhora na aplicação tátil-sensorial; eficácia comprovada no curto prazo e melhoria da estabilidade físico-química do produto durante seu prazo de validade no mercado. Porém, quanto à segurança de uso do produto, ainda não existe uma regulamentação brasileira sanitária específica para garantir que esses produtos atinjam seu proposto sem prejudicar a saúde do consumidor. A grande polêmica gira em torno da capacidade desses nanomateriais penetrarem na pele e serem direcionados para via sistêmica causando futuramente possíveis doenças ou interações com sistema fisiológico humano.

A estratégia das empresas é garantir a segurança dos produtos no mercado e esperar que o Governo através de suas atribuições legais discuta aspectos sanitários e regulatórios. No Brasil, a Associação Brasileira das Indústrias de Higiene Pessoal, Perfumes e Cosmético (ABHIPEC) tem realizado reuniões periódicas para discutir aspectos legais sobre o uso da nanotecnologia no setor de cosmético.

O surgimento para um novo paradigma precisa atender três condições básicas, ou seja, redução de custos, aumento da oferta e apresentar claramente um potencial para uso ou incorporação desta tecnologia em vários processos e produtos dentro do sistema econômico. Neste sentido, de acordo com pesquisa realizada em empresa de cosméticos situada na região metropolitana de Curitiba, a nanotecnologia apresenta ainda apresenta custos altos e não possui claramente um potencial de uso ou incorporação desta tecnologia em vários processos, apesar de apresentar um crescimento da oferta destes produtos. Entretanto, apesar dos altos custos, a empresa tem realizado parcerias com Universidades Públicas que se beneficiam com a lei da inovação para desenvolver produtos de base nanotecnológicos no setor de cosméticos.

Neste sentido, a criação de redes de inovação tem um papel fundamental para o desenvolvimento do processo de difusão da nanotecnologia no setor. Entretanto, as empresas acreditam que esse processo está na sua fase de introdução, ou seja, há uma grande incerteza devido aos riscos dessa inovação no mercado. Elas acreditam que esse processo ainda pode levar alguns anos para se consolidar no mercado, apesar dos avanços institucionais como a Lei da Inovação que proporcionou grandes parcerias entre empresa e Universidade.

## REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO

ABDI. **Panorama nanotecnologia**. Centro de Gestão e Estudos Estratégicos. Brasília, 2010. 180p.

ABIHPEC. **Panorama do setor: higiene pessoal, perfumaria e cosméticos**. São Paulo, 2010.

ABI COSMÉTICA. **Estudos Setor de Cosméticos**. Disponível: [www.abicosmetica.com.br](http://www.abicosmetica.com.br). Acesso em: 01 de março, 2011.

ANTUNES, C. **Lipossomas e as suas aplicações na actualidade**. Lisboa: Universidade de Évora, 2008.

ANVISA. **Boletim Eletrônico** – Edição nº 1, de 28 de março de 2010. Disponível em: [www.anvisa.gov.br/divulda/newsletter/camaras\\_setorias/cosméticos/2006/01\\_280306.html](http://www.anvisa.gov.br/divulda/newsletter/camaras_setorias/cosméticos/2006/01_280306.html) Acesso em: 10 de março de 2011.

AQUINO, A. L. **Arranjos produtivos locais: a formação do pólo brasileiro do cosmético em Diadema**. São Caetano do Sul, 2005. 116f. Dissertação (mestrado em administração). Universidade municipal de ensino superior de São Caetano do Sul.

BRASIL. Lei nº 10.973, de 2 de Dezembro de 2004. Dispõe sobre incentivos à inovação e à pesquisa científica e tecnológica no ambiente produtivo e dá outras providências. Disponível em [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/ato2004-2006/2004/Lei/L10.973.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2004-2006/2004/Lei/L10.973.htm). Acesso em 10 de março de 2011.

BRESNAHAN, T., and M. TRAJTENBERG. “**General purpose technologies: ‘Engines of Growth’?**”, *Journal of Econometrics*, 65: 83-108 1995.

BOAS, M. **Cosmetovigilância**. São Paulo, 2007.

BOURIANOFF, G. Nanoenergetics, nanomaterials, nanodevices, nanocomputing-putting the pieces together. **European Materials Research Society**, Spring Meeting, 2004.

BURGOS, M. B. **Ciência na periferia a luz síncroton brasileira**. Juiz de Fora: Ed UFJF, 1999.

CATEC. **Pareceres Técnicos**. Disponível em <http://www.anvisa.gov.br/cosmeticos/camara.htm>. Acesso em 02 de março de 2011.

COUVREYER, P.; BARRAT, G. FATTAL, E. LEGRAND, P.; VAUTHIER, C. Critical reviews in the therapeutic drug carrier systems. **PUBMED**, 19, 2, 9-34, 2002

CRANDALL, B. C. **Nanotechnology**. London: MIT Press. 1997

DOSI, G. Sources, Procedures and Microeconomic Effects of Innovation. **Journal of Economic Literature**. XXVI (setembro), 1988.

DOSI, G. Technological paradigms and technological trajectories. **Research Policy**, vol. 2, no. 3, 147-162. 1982.

ERENO, FAPESB On Line. Beleza Fundamentada (Nanocosméticos), 2008.

EUROMONITOR International. **Hair Care Lacks Luster**. Disponível em: <<http://WWW.gcimaganize.com/marketdata/901382.html>>. Acesso em: 10 de março de 2011. August, 7, 2007c.

FAGUNDES, J.; PONDÉ, J. Barreiras à entrada e defesa da concorrência: notas introdutórias. Ierj, 2009.

FREEMAN, C. C. Introduction. In: DOSI, G. et al. (eds.). **Technical Change and Economic Theory**. London: Pinter, 1988.

FREEMAN, C. **The economics of industrial innovation**. The MIT press. 1982

FREEMAN, C.; PEREZ, C. Structural crises of adjustment: business cycles and investment behavior. In: DOSI, G. et al. (eds.). **Technical Change and Economic Theory**. London: Pinter, 1988.

FREEMAN, C.; SOETE, L. **The economics of industrial innovation**. Cambridge: The MIT Press, 1999.

FRONZA Tassiana. et al **Nanocosméticos em direção ao estabelecimento de marcos regulatórios**. Porto Alegre: gráfica UFRGS, 2007.

FRONZA, T. **Estudo exploratório de Mecanismo de Regulação sanitária de Produtos Cosméticos de Base Nanotecnológica no Brasil**, Faculdades de Farmácia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Dez 2006. 90p.

FURTADO, Andre, Difusão Tecnológico: Um debate Superado?. IN: **Economia da Inovação Tecnológica**. (org) PELAEZ, Victor, SZMRECSÁYI, Tamás, São Paulo: HUCITEC, 2006

FURTADO, C. Raízes do Desenvolvimento. Rio de Janeiro, Civilização Brasileira, 2001.

GARCIA, R. Internacionalização comercial e produtiva na indústria de cosméticos: desafios competitivos para empresas brasileiras. **Revista Produção**, v. 15, n.2. São Paulo: maio/agosto 2005.

GARCIA, R.; FURTADO, J. **Estudo da competitividade de cadeias integradas no Brasil**: impactos das zonas de livre comércio – Cadeia de Cosméticos. Nota técnica final. Campinas, 2002.

GUTERRES S Silva. Comunicação pessoal, 2008.

INPI, **Alerta Tecnológico**, Pedidos de Patente publicados no 2º semestre de 2008, São Paulo: CEDIN, 2008.

JOVANOVIC, B. and P. ROUSSEAU (2005). "**General Purpose Technologies**". In: Aghion, P. and S. Durlauf (eds.). *Handbook of Economic Growth*, volume 1B. Amsterdam: North Holland, 2005

JUMA; L, YEE-CHEONG. **Inovation: Applying Knowledge in Development**. UN Millennium Project, 2005.

LA ROVERE, Renata Lebre, Paradigmas e Trajetórias tecnológicas. IN: **Economia da Inovação Tecnológica**. (org) PELAEZ, Victor, SZMRECSÁYI, Tamás, São Paulo: HUCITEC, 2006.

LUDEÑA, M. **Avaliação de Redes de Inovação em Nanotecnologia – A Proposta de um modelo**, Faculdades de Farmácia de Economia, Administração e Contabilidade da Universidade de São Paulo USP. 2008. 177p

KUHN, T.S. **A Estrutura das Revoluções Científicas**. São Paulo, Ed. Perspectiva 1962.

MARQUES, L. **Proposta de um modelo de análise multidimensional para impactos de novas tecnologias: interações entre nanotecnologia, economia, sociedade e meio-ambiente**, Faculdades de Administração da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Out 2008. 252p.

MICALLI, A. **Regulação do comércio intramercosul no setor de cosméticos**, Faculdades de ciências humanas do Paraná. Dez 2009. 54p

MCT. **Iniciativas do MCT em nanotecnologia**. Secretária de Desenvolvimento Tecnológico e Inovação. SETEC e Coordenação Geral de Micro e Nanotecnologias – CGNT. 2007. Ministério da Ciência e Tecnologia, 2007.

MONTEIRO, Viaviane. ABIHPEC faz parceria para reduzir a informalidade. **Gazeta Mercantil**, São Paulo, 20 jun. 2006.

NELSON, R. Institutions supporting technical change in the United States. In: DOSI, G. et al. (eds.). **Technical Change and Economic Theory**. London: Pinter, 1988.

NELSON, R. R.; WINTER, S. **An Evolutionary Theory of Economic Change.**, The Belknap Press of Harvard University Press, Cambridge (MA). 1930.

NNI webpage: National nanotechnology Initiative, disponível em: <http://www.nano.gov> Acesso em 10 de março 2011.

OLIVEIRA, L. A. Valores deslizantes: esboço de um ensaio sobre técnica e poder. In: NOVAES, A. (org.). **O avesso da liberdade**. São Paulo: Companhia das Letras, 2002. p. 507-519.

PELAEZ, V. Biopoder & Regulação da Tecnologia: o caráter normativo da análise de risco dos OGMs. **Ambiente & Sociedade**, v. VII, p. 145-159, 2004.

PENROSE, Edith. **Theory of the growth of the firm**. Oxford: Basil Blackwell, 1959. Tradução para português: SZMRECSÁNYI, Tamás. Teoria do crescimento da firma. Campinas: Unicamp, 2006.

PEREZ, C. Cambio de paradigma y rol de La tecnologia em el desarrollo. **MCT**, Caracas, 2000.

PEREZ, C. Finance and technical change: a neo-schumpeterian perspective. In: HANUSCH, H.; PYKA, A. (eds.). **The Elgar Companion to Neo-Schumpeterian Economics**, Edward Elgar, Cheltenham. 2007.

PEREZ, C. Structural change and assimilation of news technologies in the economic and social systems. **Futures**, v. 15, n.4, 357-375. 1983.

POET, T.; McDOUGAL, J. M. Skin absorption and human risk assessment. **Chemico-Biological Interactions**, v. 140, p. 19-34, 2002.

O BOTICARIO. **Nossa Trajetória**. Disponível em: <http://internet.boticario.com.br/portal/site/institucional>. Acesso em 15 de março de 2011.

ROCO, M. C. The US national nanotechnology initiative after 3 years (2001-2003). **Journal of Nanoparticle Research**, vol. 6, 1-10, 2004.

ROSEMBERG, N. **Inside the back Box: technology and economics**. Cambridge University Press, Londres, UK, 297 p. 1982.

RUSSEL, A. Biotechnology as a technological paradigm in the global knowledge structure. **Technology Analysis & Strategic Management**, v11, n2, 235-254, 1999.

SANTOS, L.A. **Sistema Brasileiro de Inovação em Nanotecnologia**: uma análise preliminar. Dissertação de mestrado em Administração. Programa de Pós-graduação em Administração. Instituto Coppead de Administração da UFRJ. Rio de Janeiro, 30 de setembro de 2008. 194p.

SCCP. Scientific on Consumer Products. Request for a scientific opinion: **Safety of Nanomaterials in Cosmetics Products**. Disponível em [http://ec.europa.eu/health/ph\\_risk/committees/04\\_sccp/docs/sccp\\_nano\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/health/ph_risk/committees/04_sccp/docs/sccp_nano_en.pdf). Acesso em 12 de março de 2011.

SCHUMPETER, J. A. **Capitalismo, Socialismo e Democracia**. Rio de Janeiro: Zahar, 1984.



SCHUMPETER, J. A. **The theory of development**. Cambridge, MA. Harvard University Press, 1934.

SEBRAE, 2008 **Cosméticos à base de produtos naturais**. Estudos de mercados e Brae Espm, novembro de 2008

SEBRAE. **A competitividade da indústria de perfumes e cosméticos do Paraná**. Curitiba, Março 2007.

SEBRAE. **Indústria de cosméticos: beleza que gera riqueza**. Publicação impressa Volume único. Tiragem 2.000 exemplares. Brasília, 2008.

SERRANO, P. **Nanotecnologia setor energia**. Eliseser, 2009.

SILVERBERG, G. Long waves: conceptual, empirical and modeling issues. Em: HANUSCH, HORST; PYKA, Andreas. **Elgar companion to neo-schumpeterian economics**. Capítulo 50, 2007

SHIMA, Walter, Economias de Redes e Inovação. IN: **Economia da Inovação Tecnológica**. (org) PELAEZ, Victor, SZMRECSÁYI, Tamás, São Paulo: HUCITEC, 2006

TIGRE, P. **Gestão da inovação: a economia da tecnologia do Brasil**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2006.

TOBIN, J. Policies for prosperity: Essays in a Keynesian mode, 1989. 589 p. Disponível em <http://www.books.google.com/>, consultado em 25 de fevereiro de 2011

TOUR, J. M. et al. Nanocell logic gates for molecular computing. **IEEE Transactions on Nanotechnology**, 01.2002.

USPTO (UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE). **Base de dados de patentes**. Disponível em <http://patft.uspto.gov/netahtml/PTO/search-adv.htm>, consultado em 03 de março de 2011.

WILLIAMSON, Oliver E. **The Economic Institutions of capitalism**. New York, Free Press, 1985.

WWD. **Beauty Report International**. Disponível em: <http://www.wwd.com>. Acesso em 07 de março de 2011.

YOUTIE, J.;SHAPIRA, P.;PORTER;A.L. Nanotechnology publications and citations by leading countries and blocs. **Journal of Nanoparticle Research**, V10, 981-986, 2008