**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E CONTABILIDADE
DEPARTAMENTO DE ADMINISTRAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ADMINISTRAÇÃO**

**AVALIAÇÃO DE REDES DE INOVAÇÃO EM NANOTECNOLOGIA -
A PROPOSTA DE UM MODELO**

Mercy Escalante Ludeña

Orientador: Prof. Dr. Adalberto Américo Fischmann

Co-orientador: Prof. Dr. Guilherme Ary Plonski

SÃO PAULO

2008

Prof. Dra. Suely Villela
Reitor da Universidade de São Paulo

Profa. Dr. Carlos Alberto Azzoni
Diretora da Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade

Prof. Dr. Isak Kruglianskas
Chefe do Departamento de Administração

Prof. Dr. Lindolfo Galvão de Albuquerque
Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Ciências da Administração

MERCY ESCALANTE LUDENÑA

**AVALIAÇÃO DE REDES DE INOVAÇÃO EM NANOTECNOLOGIA -
A PROPOSTA DE UM MODELO**

Tese apresentada ao Departamento de Administração da Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade da Universidade de São Paulo, como requisito para obtenção do título de Doutor em Administração.

Orientador: Prof. Dr. Adalberto Américo Fischmann

Co-orientador: Prof. Dr. Guilherme Ary Plonski

SÃO PAULO

2008

Tese defendida e aprovada no Departamento de Administração da Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade da Universidade de São Paulo – Programa de Pós-Graduação em Ciências da Administração, pela seguinte banca examinadora:

FICHA CATALOGRÁFICA

Elaborada pela Seção de Processamento Técnico do SBD/FEA/USP

Escalante Ludeña, Mercy

Avaliação de redes de inovação em nanotecnologia: a proposta de um modelo / Mercy Escalante Ludeña. São Paulo, 2008.
173 p.

Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo, 2008
Bibliografia.

1. Administração de inovações tecnológicas 2. Nanotecnologia – Avaliação I. Universidade de São Paulo. Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade II. Título.

CDD – 658.514

Dedicatoria

A mi papacito Berardo y mi madrecita Miita

Este nuevo desafío en mi vida profesional, va dedicado
a ustedes como un homenaje aunque póstumo, al
apoyo incondicional que siempre me brindaron a lo largo
de tantos años y a pesar de las distancias físicas.
Sé Miita que esto te pondría muy feliz..
Los admiro mucho y me hacen inmensa falta ¡!

A José de Jesús

Estoy gratamente admirada por tu desprendimiento, aún en estas
horas tan difíciles, como la reciente pérdida de tu querida madre..
Sé perfectamente que esta venida a Brasil, significó un gran reto..y
muchos sacrificios.
Gracias, inmensamente gracias,
por cada uno de los momentos compartidos en esta dura jornada.
.Ser tu esposa me hace sentir muy orgullosa.
Amor inmenso ¡!

A mis adorados hijos

Angelita.. (in Memoriam)

Mi dulce bebé!! cuanto daría por que estuvieras a mi lado..
. nunca entenderé por que partiste .!!

A José Berardo y Kevin

Motores de mi existencia. ¡
espero recuperar todo el tiempo que
dejamos de estar juntos por el afán de terminar este proyecto.

A mis Hermanas

Irmita, .tu recuerdo está presente a cada instante (In memoriam)

Normita, a pesar de estar físicamente tan lejos..estamos mas unidas que nunca. Gracias
por todas tus atenciones, por ser tan incondicional con nosotros, muchas Normitas hacen falta en este mundo!! .

Finalmente a Nato, Lain, Katita y familia, Guiselita, Maydollita y familia, también les expreso a cada
de ustedes mi inmenso cariño y gratitud;

AGRADECIMENTOS

Gostaria agradecer às seguintes pessoas e instituições as quais foram fundamentais para concluir esta pesquisa.

Ao Professor Dr. Adalberto Fischmann, orientador da minha tese de doutorado. Agradeço imensamente por me abrir as portas da FEA USP para desenvolver este doutorado. Sua paciência, interesse, cordialidade, apoio incondicional em todas as horas e sua excelência profissional foram vitais para este processo de aprendizado. Infelizmente não tive a honra de ser sua aluna. Grata, imensamente grata!!

Ao professor Dr. Guilherme Ary Plonski, pela excelência acadêmica e honra de ter sido sua aluna. Obrigada pela cordialidade com que sempre sou tratada, pela desinteressada colaboração na orientação desta tese, por seus comentários, assessorias e, aprendizado. Parabéns por sua qualidade!!

Ao Professor Dr. Eduardo Vasconcellos, pelo aprendizado nos dois cursos nos quais teve também a honra de ser sua aluna, pela cordialidade com que sempre fui tratada e apoio incondicional. Parabéns também por sua excelência acadêmica !

A cada um dos professores de doutorado da FEA no período de 2004-2008, pelo aprendizado adquirido.

A cada um dos funcionários e diretivos da FEA USP, pelo apoio brindado durante estes anos. Em especial gostaria agradecer a Sra. Valeria Lourenço, por seu apoio durante todo este tempo e principalmente nos momentos críticos. Isto ficará para sempre na minha lembrança. Obrigada mesmo cara Valeria !!!! .Os meus agradecimentos também os funcionários que colaboram com a Senhora Valeria, em especial para Francisco e a Senhora Cida, pelo carinho com que sempre foi tratada.

À Pró-Reitoria de Pesquisa da USP pelo apoio brindado, com especial atenção a Senhora Rosângela, quem sempre foi muito atenciosa, gentil e muito profissional.

Ao CNPQ, pela bolsa de doutorado concedida.

À Embaixada de Brasil em Lima (Perú) já que através dela a Bolsa CNPQ se torna uma realidade para muitos estudantes, em especial a Senhora Rosas.

À Universidade Autônoma de Bucaramanga, Colômbia-UNAB, pelo financiamento parcial, em especial ao Dr. Gabriel Burgos ex-reitor da UNAB e à Sra. Maria Teresa Camargo Diretora de Relações Internacionais.

A cada um dos pesquisadores e expertos da rede Brasileira de Nanotecnologia que aceitaram participar da pesquisa empírica. Muito grata mesmo!

À rede Européia GLOBELICS pelas bolsas concedidas tanto no Portugal, Rússia e México, as quais contribuíram significativamente no meu aprendizado e aperfeiçoamento em Sistemas de Inovação e Redes.

Ao Professor Doutor Esteban Tuesta pelo apoio incondicional e assessoria no tratamento estatístico dos dados e a sua esposa Patrícia, pela leitura do português desta pesquisa.

Finalmente deixo para o ultimo para agradecer a alguém muito especial, ao Professor Doutor José de Jesús Pérez Alcázar, pela leitura, críticas, contribuições e apoio incondicional independente de qualquer circunstancia. Obrigada pela honra de ter tido seu apoio profissional de alta qualidade.!!

RESUMO

As redes de inovação são consideradas instrumentos críticos de política para promover a criação e fortalecimento de sistemas de inovação robustos e como plataformas de aprendizado para as organizações. Elas são um elemento integral para o melhoramento do desenvolvimento tecnológico e competitivo das organizações. Considerando a relevância destas redes, existe uma necessidade de avaliar o seu desenvolvimento para conhecer seu potencial inovador e desempenho, mas desafortunadamente a literatura sobre modelos de avaliação de redes é escassa, especialmente em nanotecnologia. Os poucos modelos existente são fragmentados, lineares e pouco flexíveis. Em geral a pesquisa nesta área é ainda fraca.

Por isso, o principal objetivo desta tese é apresentar a proposta de um modelo para avaliar redes de inovação em nanotecnologia. Se deseja contribuir de alguma forma, a preencher esta lacuna existente na literatura, através da proposta de um modelo sistêmico, dinâmico, flexível e transparente, sendo que o foco deste modelo é avaliar as redes de inovação públicas em nanotecnologia. O modelo valoriza as contribuições já existentes, às quais novos elementos têm sido adicionados.

O modelo foi validado em três segmentos da rede de nanotecnologia no Brasil. Para fazer esta validação, foram demonstradas três suposições associadas a este modelo através de uma pesquisa empírica. A pesquisa foi qualitativa e quantitativa e a pesquisadora usou instrumentos como questionários e entrevistas a profundidade a atores chave da rede

Espera-se que este modelo para avaliar redes de inovação possa ser particularmente útil para pesquisadores, como guia de estudos empíricos em redes de inovação e para formuladores de política pública no sentido de contribuir a aprimorar as políticas em ciência e tecnologia. Espera-se, também, que a proposta seja testada e replicada em outros setores diferentes da nanotecnologia e que o modelo possa ser estendido para avaliar também redes no âmbito industrial.

O método de estudo foi exploratório e de caso.

Palavras chaves: Nanotecnologia, redes de inovação, redes de inovação no Brasil.

ABSTRACT

Innovation networks are considered as critical policy instruments to promote the creation and fortification of robust innovation systems, like platforms of learning for the companies. They constitute themselves in integral element improving the technological development, and the competitiveness of the companies. Therefore and considering the relevance of these networks, there is a necessity of evaluating the development of them in order to know its innovation potential and performance, but unfortunately the literature about frameworks for assessing these networks is scarce, especially in nanotechnology. The existing ones are fragmented, lineal and non flexible. In general the research in this area is still weak.

In this sense, the main objective of this work is to present the proposal of a framework for evaluating innovation networks in nanotechnology. We want to close that gap somehow, within the framework of a systemic, dynamic, flexible and transparent approach. The focus of this framework is evaluating public innovation networks. The proposal values the already existing contributions, from which new elements have been added. The framework was validated in three segments of the Brazilian nano-technology network. To do this validation, it was demonstrated three suppositions associated to this model through an empirical research. This research was qualitative and quantitative and the researcher used instruments like a survey and interviews.

It is hoped that the framework for evaluating the innovation networks can be particularly useful for academics, practitioners, and policy makers in order to guide empirical studies in innovation networks and to improve their technological strategies and Science & Technology policies. It is also expected that the proposal will be replicated in others sectors and the framework can be also extended to evaluate private networks.

The method was exploratory and depth case study.

Key words. *Nanotechnology, innovation networks, innovation networks in Brazil.*

SUMÁRIO

LISTA DE ILUSTRAÇÕES	2
LISTA DE TABELAS	3
LISTA DE QUADROS.....	4
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS	5.
1. O PROBLEMA DE PESQUISA	7
1.1 Introdução e definição da situação problema.	7
1.2 Objetivo geral	11
1.3 Relevância da pesquisa	11
1.4 Delimitação da pesquisa	12
2. REVISÃO DA LITERATURA E PRÉVIAS EVIDÊNCIAS EMPÍRICAS	14
2.1 Fundamentos de redes	14
2.2 Redes de Inovação	20
2.3 Sistemas de Inovação, redes de inovação pública e países em desenvolvimento .	28
2.4 Avaliação e métricas de inovação sistêmica em redes	35
3 FUNDAMENTOS DE NANOTECNOLOGIA	54
3.1 Nanotecnologia a nível internacional	57
3.2 Redes de Nanotecnologia no Brasil	60
3.2.1 Redes de Nanotecnologia Molecular e de Interface – RENAMI	63
3.2.2 A Rede de Nanobiotecnologia	67
3.2.3 A Rede de Nanocosméticos	69
4 METODOLOGIA DE PESQUISA EMPÍRICA	75
4.1 Tipo de Pesquisa	75
4.2 Plano de pesquisa do estudo de caso	76
4.3 Análise de dados	80
4.3.1 Análise qualitativa dos dados	80
4.3.2 Análise quantitativa dos dados	98
4.4 Discussão	113
5. ESTRUTURA CONCEITUAL PARA AVALIAR REDES DE INOVAÇÃO EM NANOTECNOLOGIA	119
5.1 Características	119
5.2 Dimensões	120
5.3 Como avaliar redes	127
6. CONCLUSÕES E DIRETRIZES PARA TRABALHOS FUTUROS	131
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	134
GLOSSÁRIO	150
APÊNDICES	152
APÊNDICE 1.- Modelo de correspondência de encaminhamento do questionário. ...	153
APÊNDICE 2.- Questionário utilizado para a coleta dos dados	154
APÊNDICE 3.- Respostas dos diferentes respondentes do questionário	162
APÊNDICE 4 CD- ROM da tese	169

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Ilustração 1.-	Tipologias de rede – Exemplos	18
Ilustração 2.-	Elementos das redes de Inovação	22
Ilustração 3.-	Elementos do Sistema da Triple Hélice	32
Ilustração 4.-	Tipos de avaliação de Programas de Inovação	38
Ilustração 5.-	Resumo Técnicas e métodos de avaliação	50
Ilustração 6.-	Primeira e Segunda geração de aplicações em nanotecnologia	56
Ilustração 7.-	Etapas da Nanotecnologia	57
Ilustração 8.-	Organização da RENAMI	64
Ilustração 9.-	Esquema da Metodologia de Pesquisa	77
Ilustração 10.-	Perguntas do Modelo	108
Ilustração 11.-	Perguntas do Diagnóstico	109
Ilustração 12.-	Importância dos Fatores	112
Ilustração 13.-	Estrutura conceitual para avaliar redes de Inovação em nanotecnologia	121
Ilustração 14.-	Fases de avaliação de uma rede	124

LISTA DE TABELAS

Tabela 1.- Perfil da Amostra	99
Tabela 2.- Divisão em grandes áreas	100
Tabela 3.- Médias e desvio padrão do Grupo 1	102
Tabela 4.- Médias e desvio padrão do Grupo 2	103
Tabela 5.- Médias e desvio padrão do Grupo 3	104
Tabela 6.- Médias e desvio padrão do Grupo 4	105
Tabela 7.- Médias e desvio padrão dos itens	106
Tabela 8.- Tipos de Relacionamentos Colaborativos	109
Tabela 9.- Importância dos Fatores	111
Tabela 10.- Média dos resultados da rede segundo os respondentes	112
Tabela 11.- Importância dos fatores	113

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Classificação de Redes	18
Quadro 2 - Modelo de indicadores de desempenho – tempo real	40
Quadro 3 - Exemplos de fatores de eficiência de redes	43
Quadro 4 - Evolução de métrica de inovação por geração (exemplos)	45
Quadro 5 - Fases de avaliação.....	47
Quadro 6 - Perfil de alguns países com atuação em nanotecnologia	59
Quadro 7 - Redes de Nanotecnologia no Brasil	62
Quadro 8 - Recursos Humanos da Rede RENAMI	65
Quadro 9 - Descrição das dimensões seus fatores e exemplos de alguns indicadores	126

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CD ROM	<i>Compact disk read-only memory</i>
FEA	<i>Faculdade de Economia Administração e Contabilidade da USP</i>
TEN	Redes Tecno-Econômicas
SIN	Sistema de Inovação Nacional
P&D	Pesquisa e Desenvolvimento
SIR	Sistema de Inovação Regional
OECD	Organization for Economic Co-operation and Development
TIC	Tecnologia de Informação e Comunicação
SIR	Sistemas de Inovação Regional

1. O PROBLEMA DE PESQUISA

1.1 Introdução e definição da situação problema

O surgimento da chamada economia do aprendizado (LUNDVALL; JOHNSON, 1994, p.25; LUNDVALL, B., 2003, p. 175) tem dado lugar a uma redefinição da competitividade, onde a lógica estratégica tradicional baseada em custos e diferenciação não é suficiente, fazendo surgir uma nova lógica estratégica baseada em inovação, com elementos tais como: conhecimento, aprendizado, cooperação, etc. (LUNDVALL, 2006, p 12). A inovação é assim reconhecida cada vez mais, como a chave condutora da competitividade e por consequência do crescimento econômico e social (ROTHWELL, 1994, p.9; TIDD, 2001, p. 49). Entretanto, a natureza da inovação está mudando já que tanto as tecnologias e a inovação estão cada vez mais complexas e o conteúdo do conhecimento está se incrementando também da mesma forma.

Devido à quantidade de domínios de conhecimentos diferentes, os atores não podem desenvolver individualmente todas as competências necessárias para criar inovação. Assim as organizações de forma cada vez mais crescente, estão indo além das suas fronteiras organizacionais, para integrar recursos e capacidades, já que os recursos da inovação crítica, freqüentemente residem numa rede e não numa só firma (DE BRESSON; AMESSE, 1991, p.368; FREEMAN, 1991, p. 502; UZZI, 1996, p. 680, AHUJA, 2000c, p. 43, BULLINGER *et al*, 2004, p.333). Isto significa que o tema da inovação (o qual é altamente interativo), é um processo onde convergem muitas fontes de conhecimento e habilidades, usualmente relacionadas na forma de redes. Por consequência, a inovação, especialmente em redes, é cada vez mais considerada um ativo crucial, pelos seus inúmeros benefícios tais como: diminuição de custos e de incerteza, facilidade para capturar conhecimento de fontes externas, capacidade para elevar o aprendizado organizacional, etc.

Neste sentido e pelo seu alto potencial, estas redes vêm sendo consideradas de forma crescente como elemento fundamental para construir Sistemas de Inovação robustos e como ferramentas de análise para formular e analisar políticas públicas de ciência e tecnologia em diferentes setores industriais. Assim, governos ao redor do mundo vêm considerando-os como um fator fundamental para aumentar o potencial inovador nos diversos níveis da economia, constituindo-se, em muitos países, no pilar de suas agendas competitivas e de desenvolvimento tecnológico. Nas palavras de LUNDVALL *et al* (1999, p. 65)

“Now the interest for the National Innovation System perspective and networks is also growing strongly in Latin America, Asia, even in Africa”.

Entretanto, ressalta-se que nos países em desenvolvimento, os Sistemas de inovação e as redes como o seu principal instrumento, são imaturos (AROCENA; SUTZ, 2005; SBRAGIA *et al*, 2006). Na interpretação de AUBERT (2006), isto se deve ao clima de inovação, que nesses países é por natureza problemática, caracterizada por pobres condições de negócios e governança e baixos níveis de educação e infra-estrutura (tecnológica, legal, financeira, institucional). Tudo isto é reafirmado por SBRAGIA *et al* (2006) ao analisar, por exemplo, o caso brasileiro. Assim, na opinião destes autores, no Brasil, há ausência de cultura inovadora, alta burocracia, altos custos de capital, falta de consciência do setor empresarial quanto à necessidade de elevar o potencial inovador, principalmente através de práticas colaborativas como das redes de inovação.

Por outro lado, diante das pressões competitivas atuais e do avanço das telecomunicações, da globalização e do uso mais intensivo de conhecimento, as redes de inovação estão se modernizando e o uso de tecnologias de comunicação e informação (TICs) está dando-lhe mais agilidade e flexibilidade. Desta forma, é um consenso na literatura, que a inovação nas redes não pode estar limitada às fronteiras espaciais e deve independer das distâncias físicas a fim de facilitar o acesso a todo tipo de recursos de inovação, por isso o uso de inter-relações tanto físicas quanto virtuais faz-se necessário. Inclusive há posições a favor da total virtualidade destas inter-relações (PASSIANTE *et al*, 2004). Sem dúvida a promoção do acesso à utilização de redes digitais das organizações e de seus diferentes atores no processo de inovação, tem que ser apoiado para que a fluência tecnológica se desenvolva..

Agora à respeito da Nanotecnologia, esta é considerada como a tecnologia chave do século XXI e está afetando quase todos os aspectos da economia. Esta tem um grande potencial para estimular várias indústrias através do avanço da ciência e tecnologia com relevante impacto na economia e no crescimento social (HERBERT, 2006). Suas aplicações influenciam várias áreas de conhecimento como tratamento de águas, diagnóstico de doenças, agricultura, segurança, manufatura e saúde ambiental. Com a aplicação da nanotecnologia esperam-se obter produtos mais baratos, mais simples, mais leves, mais funcionais, etc. Outros benefícios potenciais são a criação de novas ferramentas para suportar diversas áreas de

desenvolvimento sustentável. Em geral o seu impacto será sentido de múltiplas formas e vão depender de como as tecnologias convergem ao redor da nanotecnologia. Por exemplo, podemos mencionar inclusive a crescente convergência da nanotecnologia com a biotecnologia (surgindo a nanobiotecnologia), genômica, etc.

Sem dúvida e como foi mencionada, esta indústria do futuro modifica as propriedades dos materiais convencionais e insere valor aos produtos. Pode inserir três tipos de valor, como conhecimento, valor social e de negócios, sendo o valor social o fundamental (PLONSKI, 2006). Entretanto, para inserir valor aos produtos com nanotecnologia, é preciso alto espírito empreendedor implicando inclusive em mudança de mentalidade onde novas competências têm que ser desenvolvidas. É por este alto potencial que muitos governos ao redor do mundo consideram à nanotecnologia uma área estratégica para construir futuro e por este motivo vêm desenvolvendo diversos mecanismos de política pública para fortalecer o seu sistema de inovação em nanotecnologia. Esse interesse é tanto em países desenvolvidos como em países em desenvolvimento, tal é o caso de Brasil que vem fortalecendo esta área de futuro e inclusive a está considerando como uma área estratégica de desenvolvimento tecnológico e social.

Por outro lado, como a nanotecnologia envolve muitas áreas do conhecimento, para ser desenvolvida precisa de um trabalho multidisciplinar onde interajam muitos atores com suas diversas competências, surgindo assim a necessidade de redes de inovação (SINGER; SALAMANCA; BUENTELLO, 2005; BUCHER, 2003, FYFE, 2006, HEIZEN; KUHLMANN, 2008, p. 889). Estas redes de inovação, consideradas por muitos como da última geração da inovação (ROTHWELL, 1994, p 20; FORFÁS, 2004), vêm sendo cada vez mais consideradas como instrumentos contemporâneos de competitividade. Um tipo especial de redes, as redes públicas de inovação, ou chamadas também de modo 2 de inovação (GIBBONS et al, 1994) ou redes colaborativas de pesquisa (HEINZE; KUHLMANN, 2008, p. 892), ou Triple Hélice (DZISAH; ETZKOWITZ, 2008, p. 14) vem constituindo-se em importantes plataformas de aprendizado e em significativos mecanismos de política pública para dinamizar e tornar mais robustos os seus sistemas de inovação, com os impacto positivos na competitividade. (LUNDVALL, 1992, 1998, p. 420, 2000; MALERBA, 2001, 2002, s/p).

Entretanto, considerando a relevância destas redes, há uma necessidade de avaliar o seu desenvolvimento para conhecer o seu potencial inovador e desempenho. Desafortunadamente a literatura a respeito de modelos e enfoques para avaliar redes é fragmentada, linear, não holística e não considera a natureza colaborativa das redes. Em geral os estudos a este respeito são focados nas áreas de educação, saúde, biotecnologia, enquanto em nanotecnologia estes são ainda muito incipientes. Neste contexto, surge a necessidade de enfoques que tentem superar este *gap* com especial atenção às redes de nanotecnologia.

Sem dúvida, gerenciar inovação na atual economia gera novos desafios para as organizações, já que o tradicional modelo linear de pesquisa e desenvolvimento com base na inovação está sendo substituído por um modelo de amplas redes inclusive de alcance global. Portanto, as organizações necessitam adaptar sua forma de trabalho e desenvolver competências de rede (RITTER; GERMUNDEN 2003.p 750).

Considera-se fundamental para a pesquisa em administração, contribuir na melhora da qualidade da inovação e da sua gestão, aplicando por exemplo conceitos fundamentais como sistemas de inovação, construção de competências, aprendizado interativo, entre outros (JOHNSON *et al*, 2003). Tudo isto com a finalidade de apoiar o desenvolvimento de modernos modelos conceituais, metodológicos e respectivas ferramentas inerentes à gestão de redes de inovação. Sem um suporte sistemático de metodologias e ferramentas, que considere conceitos modernos de inovação, a tarefa de desenvolver e gerenciar redes de inovação, que é complexa, seria muito difícil de ser executada (BULLINGER *et al*, 2004, p. 3348). Desta forma a avaliação de redes, considerada como um instrumento do processo de gestão de redes, precisa ser pesquisada, sobre tudo na área de nanotecnologia. Ressaltando-se que, ao estudar a inovação, por exemplo, nos países em desenvolvimento, tem que se prestar atenção às especificidades do país, tanto no nível de desenvolvimento, tamanho e especialização, quanto às tradições culturais e administrativas (AROCENA; SUTZ, 2000, 2003^a, 2005).

Finalmente, ressaltam-se as palavras de Castells (2003, p. 209), que afirma que o modelo empresarial em rede (cada vez, mais internacional e associado ao processo de inovação) será o modelo predominante na maioria dos setores do mundo e será capaz de se expandir por todas as avenidas da economia global a qual conta com o poder da informação propiciado pelo novo paradigma tecnológico das TICs.

Com base no exposto, a situação problema fica da seguinte forma:

Como será a estrutura conceitual para avaliar redes de inovação em nanotecnologia, que considere os seus fatores mais críticos?

1.2 Objetivo geral

Apresentar a proposta de uma estrutura conceitual para avaliar redes de inovação em nanotecnologia, que considere os seus fatores mais críticos.

Objetivos específicos

- Identificar o estado da arte das redes de inovação no contexto competitivo atual e com foco no processo de avaliação destas redes na área de nanotecnologia.
- Desenvolver pesquisa empírica, junto aos atores chaves da rede de nanotecnologia brasileira para obter percepções dos fatores críticos a serem considerados na avaliação de estas redes.
- Desenvolver e descrever a proposta de uma estrutura conceitual para avaliar redes de inovação em nanotecnologia.

1.3. Relevância da pesquisa

Antes de comentar a respeito da relevância da pesquisa, se considerou conveniente precisar que alguns autores (PORTER, 1994, p. 428) fazem diferença entre os conceitos de modelo, estrutura conceitual e *framework* conceitual, entretanto neste trabalho estes termos serão usados indistintamente. A continuação a relevância desta pesquisa.

Pesquisas referentes à avaliação de redes são incipientes na literatura, muito mais na área de nanotecnologia, considerada área portadora de futuro e de criação de valor para muitas organizações a nível internacional e nacional. Existem algumas contribuições em outras áreas de conhecimento, mas de caráter fragmentado e sem considerar a natureza dinâmica destas redes. Por este motivo, através desta pesquisa se pretende contribuir de forma modesta com a academia, na discussão dos métodos e ferramentas que podem ser usados para analisar, avaliar o desempenho das redes de inovação em nanotecnologia desde uma perspectiva sistêmica.. Além disso, será oferecido um modelo de apoio para a realização de pesquisas

empíricas em redes de inovação em nanotecnologia desde a ótica de redes públicas. Sem dúvida, este modelo poderá ser aplicado para outras redes públicas de alta tecnologia, mas será necessário tomar em conta as particularidades de cada setor.. Espera-se assim contribuir com a literatura relacionada à gestão de redes de inovação, especificamente com um dos seus processos como é o caso da avaliação, tema ainda pesquisado de forma muito escassa na literatura e principalmente em nanotecnologia.

No nível das organizações que trabalham com redes e dos formuladores de políticas espera-se oferecer-lhes uma ferramenta de análise para orientar a tomada de decisões no que diz respeito às suas políticas de inovação, especialmente quanto ao desenvolvimento e gerência de redes de inovação em nanotecnologia, com ênfase ao processo de avaliação de desempenho de ditas redes. Os governos em geral e especificamente os governos dos países em desenvolvimento estão fazendo investimentos, alguns de forma crescente, entretanto eles carecem de ferramentas com visão holística, com transparência e flexibilidade para saber o potencial inovador destas redes.

Ao respeito dos impactos sociais do projeto, considera-se que o tema da inovação em redes, é um meio para contribuir na qualidade de vida, através da oferta à sociedade, de inovações que facilitem melhores serviços e produtos com mais rapidez e menores custos, diminuindo as assimetrias e disparidades de desenvolvimento especialmente nos países em crescimento. Este trabalho de forma indireta contribui a este fim.

1.4 Delimitação da pesquisa

A pesquisa tem como foco a definição de uma estrutura conceitual para avaliação de redes de nanotecnologia, à partir da ótica das redes públicas de pesquisa (Universidades e Institutos Públicos). Assim serão estudados de forma holística (sistêmica) os fatores críticos que devem ser considerados em dita avaliação, não só do ponto de vista dos resultados obtidos, senão também das dimensões ambientais e da dinâmica e governança da rede que podem estar afetando o seu desempenho. Isto significa que a redes serão estudadas dentro de uma perspectiva sistêmica.

A continuação o resto do trabalho será dividido da seguinte maneira: no Capítulo 2, é feita uma revisão da literatura sobre redes, redes de inovação, Sistemas de inovação, avaliação de

redes e gerência da inovação em redes; no Capítulo 3, serão introduzidos alguns conceitos relacionados com Nanotecnologia, a sua importância e a redes de inovação em nanotecnologia no Brasil; no Capítulo 4, será descrito o processo de desenvolvimento da pesquisa de campo, a análise de dados e seus resultados; no Capítulo 5 descreve-se a estrutura conceitual de avaliação proposta; e por último no Capítulo 6 são dadas algumas conclusões e diretrizes para trabalhos futuros.

2. REVISÃO DA LITERATURA E EVIDÊNCIAS PRÉVIAS EMPÍRICAS

O marco de referência conceitual baseia-se nos seguintes temas: fundamentos de redes, redes de inovação, sistemas de inovação, redes de inovação pública e a situação dos países em desenvolvimento, avaliação e métricas de inovação sistêmica em redes e por último será estudada a gerência de inovação em redes. O tema de nanotecnologia e das redes de nanotecnologia será estudado no Capítulo seguinte.

2.1. Fundamentos de redes

O tema de redes é abordado por vários campos do conhecimento, tais como, geografia economia, estratégia, marketing, sociologia, gerência da inovação, tecnologias da informação e telecomunicações e gerência do conhecimento entre outros, de tal forma que muitas vezes os seus conceitos e abordagens chegam a serem confusos.

Assim, por exemplo, quando se tenta encontrar na literatura, uma definição a respeito de redes, observa-se que esta é confundida com o conceito de clusters e vice-versa (COOKE, 2001, p.945; BITITCI, 2004). Vejamos por exemplo a definição de clusters de Bititci (2004):

“Clusters são redes verticais e laterais que envolvem empresas diferentes e complementares ao redor de uma indústria específica. Estas redes podem ser formais ou informais, se desenvolvem em diferentes níveis, dependendo da atividade pública ou foco comercial. O seu desenvolvimento é suportado por uma cultura local, que possibilita a competência e a cooperação.”

Nesta definição os clusters são considerados como redes, isto é, como mecanismos que possibilitam o aprendizado coletivo, a geração e difusão da inovação. Quanto à escala espacial, vejamos uma definição de clusters recente de Preisll (2003).

“Um cluster é um conjunto de organizações inter-dependentes que contribuem à realização de inovações num setor econômico ou indústria”.

Nesta definição não há uma orientação geográfica, o critério decisivo é que os atores relevantes tomam parte da mesma atividade, a inovação. A definição é específica à indústria. Os clusters nesta definição são formados por todos os atores que contribuem à inovação.

Como pode se observar há dois aspectos que merecem serem ressaltados, um é a definição de clusters, onde inclusive há autores que os consideram como redes e o outro aspecto é a falta de relevância a sua dimensão geográfica. Portanto se ambos os termos são definidos indistintamente e sem tomar em conta a dimensão geográfica dos clusters, os clusters constituem a mesma coisa que redes.

Quanto ao termo de redes, este é usado em diferentes campos de conhecimento (sociologia, gerência, marketing etc.) e com diferentes significados. Academicamente, o termo é usado em redes sociais (NOHRIA, 1992; UZZI, 1997) na perspectiva de redes inter organizacionais (NOHRIA, 1992, POWELL, 1990, POWELL et al, 1996^a, 2005, 2005) e no enfoque de redes industriais (HAKANSSON; FORD, 2002), entre outros. Sendo que cada enfoque estuda em particular um aspecto da rede. Poucos estudos se centram no estudo das redes como um todo (PROVAN; MILWARD, 2001, p. 415, PROVAN; KENIS, 2007, p. 20).

No que diz respeito à definição de uma rede, esta é considerada como uma estratégia (JARILLO, 1998), como estrutura de governança (POWELL, 2005, p. 1136) e outros a consideram como instrumentos de mudança social (PYKA; SAVIOTTI, 2005, p. (s/i)). Na literatura de sistemas de inovação (LUNDVALL, 1992; MALERBA, 2002), as redes são instrumentos de política pública fundamentais para promover a inovação. A seguir serão apresentadas algumas definições.

Para Jarillo (1998), as redes são acordos de longo prazo, com propósitos definidos, entre diferentes organizações, embora baseadas em intensas interações e que lhes permitem estabelecer ou sustentar vantagens competitivas. Na compreensão de Powell (2005, p. 1136), as redes são uma forma de governança e o caminho intermediário entre as estruturas competitivas do mercado e a posição individual ocupada pela empresa e as hierarquias presentes nas relações entre as partes. Já Guarau (2005), afirma que uma rede consiste de relações conectando atores (indivíduos, grupo de indivíduos, partes de firmas, firmas ou grupos de firmas) que estão cooperando para adquirir recursos que não poderiam adquirir só a nível individual. Nas palavras de Debresson (1991, p. 370), as redes são uma forma útil para

analisar o fenômeno da inovação (este tema da inovação nas redes será abordado mais na frente).

As pesquisas em redes têm sido criticadas pela confusão na própria definição do que é uma rede (termos são utilizados por pesquisadores de forma indistinta), por limitar a unidade de análise às firmas e setores industriais, pela falta de estudos empíricos que suportem as definições teóricas, pela diversidade de tipologias, e entre outros pela confusão de termos, por exemplo: entre clusters e redes, com notáveis exceções (LASTRES; CASSIOLATO, 2001). Quanto a estes últimos, há inclusive alguns estudos indicando que os termos são diferentes e que não são necessariamente excludentes, sendo que estudos de clusters podem ser complementados por estudos de redes.

Em geral, o uso do conceito leva a confusão na literatura, mas na discussão de redes, autores como POWELL *et al*, (1990; 1996a; 2005) concluem que o termo rede é importante ainda que tenha diferentes significados já que é ferramenta útil para análise de interações entre agentes diversos.

Quanto às motivações para a formação de uma rede, estas podem ser diversas: complexidade dos produtos, acesso ao conhecimento externo, aprendizado organizacional e difusão da informação, atenção mais rápida das demandas, defesa contra a incerteza tecnológica, etc. (DE BRESSON, 1991; POWELL *et al*, 1990; 1996a; 2005).

As características das redes segundo HOFFMANN *et al* (2004) são as seguintes:

- a. Relatividade dos papéis dos atores organizacionais. – quer dizer que os atores econômicos têm diferentes papéis. Assim, num momento, numa rede determinada, um ator pode ser fornecedor de uma empresa, em outro momento ser seu parceiro, em outro momento ser seu competidor e até seu cliente.
- b. Interação. – ditas interações permitem que os atores confrontem seus problemas para definir suas necessidades e encontrar soluções.
- c. Dependência das partes. – a qual se desenvolve gradualmente e de acordo com a natureza das partes.
- d. Complementaridade. – em função da dependência entre a empresa e as outras entidades, é difícil desconectar a empresa de sua rede, já que perderia sua identidade.

- e. Especialização. – em função das suas vantagens, as empresas se situam no nível de um componente e não de um sistema como um todo. Desta forma, poderão estabelecer alianças, oferecendo vantagens para os seus integrantes.
- f. Competitividade entre redes. – ocorre pelo efeito da eficiência da especialização. As redes maiores são mais eficientes que as redes menores, embora precisem mais tempo e recursos para serem viáveis.

Para outros autores (HAGE, HOLLINGSWORTH, 2000, p. 980; HARLAND et al, 2004, p.13.; STEWARD; CONWAYS, 2000, p. 285; PYKA, SAVIOTTI, 2005; RITTER, GERMUNDEN *et al*, 2003, p. 695) existem também outras características como as seguintes:

1. Exclusividade. – o número de relações que as redes podem estabelecer simultaneamente é limitado, assim relações que parecem ser de longo prazo, podem ser cortadas para que sejam estabelecidas novas relações, isto torna as redes exclusivas.
2. Indefinição na gerência de redes. – há autores que afirmam que as redes não podem ser gerenciadas. Outros afirmam que isto é possível, como no caso das redes estratégicas, onde o ator central é quem gerencia a rede (GERMUNDEN, HEYDEBRECK, 1995, p. 840).
3. As fronteiras das redes não são claras. - as relações não podem ser analisadas ou compreendidas separadamente de outras relações nas quais os atores estão envolvidos ou dos efeitos de outras relações na ampla rede.

No que diz respeito á classificação de redes, esta também é diversa. Veja na Ilustração 1, algumas tipologias de rede. As tipologias variam de acordo aos campos de conhecimento e ao autor. No Quadro 1, apresenta-se uma breve síntese de acordo com a literatura revisada.

Desta classificação e para propósito da presente pesquisa serão ressaltadas as redes de inovação e neste contexto as redes de pesquisa pública (veja na Seção 2.2).

Ilustração 1. Tipologias de Rede – Exemplos.

Fonte: SODA et al, 2004, p. 898

Quadro 1 - Classificação de redes

Tipo de rede	Autores
1. Alcance: Local/regional, nacional, internacional, transnacional, global.	SKYRME, 2006; HARLAND <i>et al</i> , 2004; SWAN <i>et al</i> 1999.
2. Área de conhecimento Sociologia: redes Sociais Produção: redes industriais Gerência: redes inter-organizacionais	NOHRIA, 1992; UZZI, 1998. HAKANSSON; FORD, 2002; NOHRIA, 1992; POWELL, 1990; JARILLO, 1988; POWELL, 1990.. GULATTI <i>et al</i> , 1999; ENKEL, 2002; PERKS <i>et al</i> , 2006; HARLAND <i>et al</i> , 2004; LUGEN, 2005; BULLINGER <i>et al</i> , (2004), Novikona J, 2004; SKYRME, 2006; VON HIPPEL, 2001; SEUFERT <i>et al</i> , 2002; FORSMAN <i>et al</i> 2006; DE BRESSON <i>et al</i> , 1991; 1995, etc.).

Marketing:	HARLAND, et al. (2004).
Gestão tecnológica: Redes de inovação.	AHRWEILER, Petra. <i>et al</i> (2003), PYKAS, KUPPERS, 2003; ROUSSEVA, 2006 STEWARDS, CONWAY, 2000; FORFAS, 2004.,
3. Interações:	
Geográficas- espaciais Híbridas (interações físicas e virtuais) Virtuais	ELKE <i>et al</i> , 2002; PASSIANTE <i>et al</i> , 2000; 2002; 2003; 2004; CARAYANNIS, 2004; 2005; 2006; ROMANO <i>et al</i> , 1998; 2001; VON PIEL, 2001).
4. Pelo ambiente:	
internas, Externas	AMIN; COHENDET, 1999; BUNNELL; COE, 2001; CONTI, 1993; DICKEN <i>et al</i> , 2001; MALECKI; VEDHOEN, 1993)
5. Pelo nível de formalidade:	AGAPITONA, 2003; BURT, 1992; ENKEL, 2004..
informais, formais	
6. Pelo enfoque	ELKE <i>et al</i> , 2002
Enfoque estrutural (foco na formação, características) Enfoque de relações (foco em interações e dimensão de relações Enfoque processo.	AGAPITONA, 2003; STRAUB, 1992; WASSERMAN <i>et al</i> , 2004.
7. Pela perspectiva.	ELKE <i>et al</i> , 2002
Macro Micro	
8. Pela dimensão jurídica	
Redes Públicas (Chamadas também de Redes de Inovação Pública, Redes Públicas de Pesquisa, Redes de excelência Modo 2 de inovação, etc.) Redes de firmas (privadas)	BOZEMAN, 2000; CALOGHIROU, <i>et al</i> , 2001; MEYER-KRSHMER; SCHMOCH, 1998. GIBSSON, 2004. PYKAS, 2002; RALLET <i>et al</i> , 1999; GULATTI <i>et al</i> , (1999); ENKEL, 2002; PERKS <i>et al</i> , 2006; HARLAND <i>et al</i> , 2004; LUGEN, 2005;, BULLINGER <i>et al</i> , 2004; NOVIKONA, 2004; SKYRME, 2006; VON HIPPEL, 2001; SEUFERT <i>et al</i> , 2002; FORSMAN <i>et al</i> , 2006, DE BRESSON <i>et al</i> , 1991; 1995, etc.).

Fonte: elaborado de acordo com a literatura revisada

2.2. Redes de Inovação

Para compreender o tema de redes e sua relação com os sistemas de inovação considera-se conveniente começar pelo termo inovação. Hoje em dia a inovação é considerada por muitos autores como um dos mais importantes elementos competitivos e estratégicos de uma organização no ambiente dinâmico das organizações (COHEN, 1989; 1990; DOSI, 1988; CHESBROUGH, 2003; CHRISTENSEN, 1997; ROTHWELL, 1994; VON HIPPEL, 2001,); inclusive sendo considerado um mantra (PLONSKI, 2004).

A definição de inovação tem evoluído nos últimos 40 anos. Nos anos 60 e 70 a inovação foi considerada como o processo fundamental para desenvolver uma nova idéia, logo conceitos tais como efetividade, lucratividade e satisfação do cliente foram integradas. A inclusão do processo de comercialização no significado da inovação é provavelmente o resultado do incremento da competitividade dos negócios e do foco no cliente (CHRISTENSEN, 1997; ROTHWELL, 1994; VON HIPPEL, 2001).

Por outro lado, é conveniente comentar que há uma grande quantidade de literatura relacionada ao processo de inovação e ao desenvolvimento econômico desde diferentes perspectivas teóricas: a geográfica, baseada na teoria geral da localização (SCOTT, 19989); a da competitividade que direciona o papel da localização na competitividade (PORTER, 1990; 1998; 2004); a das regiões, que apreendem (BOEKMA *et al*, 2000); e a da perspectiva de Sistemas de Inovação, nos seus diferentes níveis, nacional (SIN), regional/local, setorial, de sistemas técnicos, inclusive o da Triple Hélice (LUNDVALL, 1992; 1997; 1999; NELSON, 1993; FREEMAN, 1987; 1995; COOKE *et al*, 1993; SAXENIAN, 1994; DOLOREUX *et al*, 2000; MALERBA *et al*, 2001; CARLSSON, 1989). Esta lista sem dúvida não é completa, contudo permite ter uma visão geral do tema.

Dentro destas perspectivas e considerando a opinião de muitos especialistas a respeito do caráter interativo do processo de inovação, tanto no nível intra-organizacional, como inter-organizacional (VON HIPPEL, 2001; Chesbrough, 2004; FREEMAN, 1987b, 1995), surge a necessidade da análise do processo de inovação, desde uma perspectiva sistêmica (LUNDVALL *et al*, 2000; 1999; 1992; PYKA, 1999). Isto será explicado posteriormente.

Em geral, observa-se que o contexto competitivo atual, força às firmas (pequenas, médias ou grandes) a participar de múltiplas redes de inovação, desenvolvendo desta maneira múltiplos papéis (HUGGINS, 2001; HAGE *et al*, 2000; HAGEDOORN, 2002; CRAVENS *et al*, 1994; GAWER *et al*, 2002; RYCROFT, 2005; PITTAWAY *et al*, 2004; OECD, 1996; 1999; NOVIKONA, 1994; NOHRIA *et al*, 1992; BENKLER, 2006; CHARAN, 1991; LI FENG, 2002). A mais recente análise de rede de inovação tem assinalado a possibilidade de que ela é só uma forma temporal de organização industrial, a qual finalmente terminaria numa organização hierárquica (PYKA, 1999). Tal caráter temporal poderia ser o resultado de descontinuidades na geração de conhecimento, como a emergência de um novo paradigma tecnológico, embora a taxa de criação de redes colaborativas tenha-se incrementado (BIEMANS, 1992; AHRWEILER, 2000; AHRWEILER *et al*, 2004; VON HIPPEL, 2001), isto poderia estar unido à criação de novo conhecimento. Desta forma, manter atitudes cooperativas é desejável já que se têm evidências de sua eficiência para o desenvolvimento e comercialização de novos produtos ou serviços (GIBBONS, 1994, PYKA *et al*, 1999; 2005; SWAN *et al*, 1999; GUEDES, 2000; 2001; LUGUEN, 2005; .

Com relação aos níveis da inovação (o chamados também de gerações de inovação, como se verá na seção de avaliação de redes) AMIDON (1997) define os seguintes:

- Nível 1: transferência tecnológica - onde *saídas* tangíveis são transferidas.
- Nível 2: troca de conhecimento - significa que as pessoas são um mecanismo de transferência.
- Nível 3: colaboração de conhecimento - quer dizer inovação conjunta, por exemplo, com clientes, fornecedores, etc.
- Nível 4: inovação de conhecimento - incluindo a gerência de processos sistêmicos
- Nível 5: redes de inovação - consideram-se à inovação como uma rede dinâmica de fluxos de conhecimento a qual se torna a fonte da vantagem. Neste nível a inovação é considerada como altamente dinâmica, onde diferentes parceiros estratégicos de negócios são necessários.

A pesquisa relacionada com esta tese concentra-se no nível 5, isto é, nas redes de inovação. Esta é definida de acordo com diferentes perspectivas. Para PYKA (1999), uma rede de inovação é uma ferramenta de mudança social, cuja principal finalidade é promover o desenvolvimento tecnológico, através da criação, geração e difusão de conhecimento. Ele

afirma que quanto maiores são as mudanças nas necessidades dos clientes e mercados, maiores são os desafios para as redes de inovação. Este autor define também alguns elementos que formam estas redes, tais como, incerteza tecnológica, ambiente dos mercados, e direitos de propriedade intelectual (veja Ilustração 2).

Na opinião de Carayannis (2006) as redes de inovação são infra-estruturas reais e virtuais que servem para promover a criatividade, ampliar a capacidade de invenção e catalisar a inovação, num domínio público ou privado no contexto da perspectiva de sistemas abertos. Para este autor, ditas redes são úteis também na formação e crescimento do empreendedorismo tecnológico. Neste contexto, a inovação intensifica o empreendedorismo tecnológico e é visualizada como um elemento central dos sistemas de inovação.

Ilustração 2- Elementos das redes de inovação
Fonte: PYKA (2002)

No que diz respeito ao papel das redes de inovação, estas são consideradas cruciais para promover o desenvolvimento tecnológico. Com base nas sínteses de vários autores, veja-se a seguir alguns dos seus potenciais benefícios (KHANNA et al, 1998; DE BRESSON, 1991; BULLINGER *et al*, 2004; MILES; SNOW, 1986, p. 55; 1992; GULATI, 1998, p. 1442, AUBERT, 2004; CARAYANNIS, 2006; GERMUNDEN *et al*, 1995; LARSON, 1991; WASERMAN, 1994; FORFÀS, 2004, HAGEDDORN et al, 2000, p.562).

- Diminuem custos (de produtos, serviços chaves, etc.). Constroem, incrementam ou complementam capacidades tecnológicas.
- Favorecem o controle das incertezas tecnológicas.

- Facilitam o desenvolvimento mais rápido de novos produtos e serviços.
- Capturam conhecimento de fontes externas, ajudando no acesso a recursos de informação e conhecimento global.
- Facilitam o aprendizado organizacional e as habilidades de comunicação dos parceiros da rede.
- Otimizam os investimentos em Pesquisa e desenvolvimento (P&D).
- Melhoram a compreensão das necessidades dos mercados e de forma antecipada.
- Introduzem com mais sucesso a comercialização da inovação dos produtos. Maior diferenciação competitiva.
- Expandem oportunidades para inovação, diminuem as fronteiras para a pesquisa, educação e negócios.
- Facilitam a integração de diferentes tipos de conhecimento no nível de diferentes domínios e entre atores.
- Ativam, difundem e expandem o conhecimento gerado localmente e a geração de “ba” (NONAKA; KONNO, 1998, p. 40) a nível físico e virtual, isto é, maior acesso à informação e às redes de conhecimento.
- Promovem a inovação tecnológica e a competitividade regional. Facilitam a cooperação (voluntária) entre universidades, indústria, governo e outros atores;
- Concentração ao respeito da situação dos problemas dos parceiros, solução a problemas similares de comportamento e competências para a solução de problemas.
- Habilidade para desenvolver e manter relações estáveis de negócios e processos de interação em longo prazo.
- Promovem a questão da confidencialidade. Na Ilustração 4, são descritos alguns dos métodos utilizados em cada tipo de avaliação. Eles podem ser divididos em quantitativos e qualitativos ou semi-quantitativos.
- Confidencia nas parcerias em redes.
- Ausência de hierarquias na rede.
- Facilitam a mudança social, promovem o desenvolvimento e redução das diferenças espaciais e sociais.

As pequenas e médias empresas precisam também participar em redes de inovação para atrair ou terceirizar os recursos necessários para o bom desenvolvimento de seus projetos (GUARAU, 2005). Embora a complexidade do ciclo de desenvolvimento de produtos, force

as firmas, independentemente do seu tamanho, a participar em múltiplas redes, desenvolvendo vários papéis.

Processos de rede ou componentes

A literatura considera três componentes ou processos de rede: estrutura (ou configuração de redes), dinâmica e governança para formar uma rede de inovação. O processo mais pesquisado conceitualmente (embora não empiricamente) tem a ver com a configuração. Já pesquisas a respeito da sua dinâmica e principalmente do seu desempenho, são quase inexistentes.

A seguir será descrito, mais detalhadamente, o processo de configuração. Inicia-se pela definição e depois abordam-se alguns dos seus principais autores.

A configuração de redes, esta referido ao desenho e gerência da posição de firmas numa rede para acessar e mobilizar conhecimento crítico para a inovação, o qual reside dentro da rede (PARKS E JEFFERY, 2006,). As firmas buscam configurar e manipular suas redes para ter acesso e reter conhecimento através da rede. Ao fazer isto, as firmas podem mais efetivamente desenvolver o seu papel como facilitadoras da inovação e do controle da inovação (FRENKEN, 2000, p.258).

A configuração da rede muda e se adapta de acordo com os requerimentos e capacidades dos parceiros dentro e no contexto da indústria e também de acordo com o contexto cultural, político e econômico no qual está inserida. As configurações nas redes são dinâmicas e as firmas podem tomar suas decisões e adaptá-las conforme as mudanças do ambiente, à gerência e à posição da rede.

Quanto aos processos para formar uma rede de inovação, eles podem ser emergentes, isto é, podem ser desenvolvidos a partir de mudanças no ambiente e interesse comum dos membros de redes (CONWAY, 1995) e também podem ser induzidos, quer dizer em muitos casos as redes podem ser apoiadas, lideradas e configuradas por uma entidade ou firma líder (dando lugar à perspectiva do ator central ou focal), na busca por explorar e configurar a rede para avançar na inovação. Ditas firmas, que conduzem as redes de inovação, podem efetivamente manipular a rede e desenvolver controle a respeito da capacidade de criar valor na indústria.

Ao configurar a rede, alguns autores concentram-se no tipo de relações que podem se dar na rede, por exemplo, afirmando que as redes fechadas parecem atuar como um canal mais efetivo para a inovação do que as abertas. Outros se referem à forma como devem ser configuradas as redes e ao tipo de relações (propõem que todas as firmas devem estar conectadas ao ator central, quem efetua o controle sobre a rede).

Dentro das configurações de redes, um aspecto a ser ressaltado é referente às noções teóricas existentes na literatura para formular as estratégias de redes, as quais são explicadas usando diferentes perspectivas teóricas. Assim, por exemplo, se considera duas estratégias de redes necessárias para adquirir capacidades tecnológicas: exploração e exploração (MARCH, 1991). Quanto à estratégia de exploração, esta se baseia nos conceitos de laços fracos (GRANOVETTER, 1973, p. 1365), na centralidade (POWELL et al, 2005) e nos buracos estruturais (AHUJA, 2000, p. 430). Esta estratégia serve para selecionar parceiros, e oferece acesso a redes de companhias. Neste tipo de estratégia o aprendizado está baseado no “*Know How*” dos diferentes parceiros. As companhias de uma rede diferente de firmas possibilitam a uma firma apreender de uma diferente base de conhecimento. As firmas possuem esta estratégia para desenvolver produtos, facilitando alianças com laços fracos. Os laços fracos neste contexto são companhias fora do campo tecnológico central num diferente sub-setor da indústria. Esta estratégia é caracterizada por um comportamento oportunístico e as firmas tentarão posicionar-se estrategicamente entre duas redes diferentes de firmas. A rede se orienta a se abrir em lugar de se fechar.

A segunda estratégia, a de exploração está baseada na noção de laços fortes ou capital social e um alto nível de compromisso (GRANOVETER, 1973, p. 1370). É caracterizada por múltiplos acordos com os mesmos parceiros e uma rede de parceiros que freqüentemente colaboram em longos períodos de tempo. É uma rede de firmas similares e relacionadas. Esta estratégia busca fortalecer laços existentes e construir parcerias novas e diretas. Laços fracos no sentido de parceiros diretos não são fontes para o aprendizado ou inovação. Ao maximizar o número de laços fortes amplia-se a base de conhecimento de produtos e tecnologias relativas. Esta base necessita ser mantida como uma fonte para a inovação incremental. Se bem que as inovações radicais fornecem mais laços fracos, que fortes, o qual facilita o processo de transferência de conhecimento necessário para a inovação.

As duas estratégias explicadas podem conduzir a diferentes posições nas redes de inovação (TIDD, BESSANT, PAVITT, 2001, FREMAN, 1991, p. 500). Os laços fracos são extremamente poderosos nas redes de inovação já que a inovação depende de novas combinações de conhecimento. Embora a falta de confiança e compromisso dos parceiros pode seriamente restringir sua importância, a estratégia de exploração pode ser associada com inovação radical e a estratégia de exploração com inovação incremental (MARCH, 1991). Espera-se que ditas estratégias sejam utilizadas em forma balanceada dentro do portfólio de estratégias corporativas para poder sobreviver e prosperar num ambiente de mudança.

Seguindo com a análise de outros modelos para configurar redes de inovação, temos a perspectiva da configuração baseada em redes de atores, a qual é apresentada por Callon *et al*, (1992, p. 220). Os autores desenvolveram o termo Redes Tecno-Econômicas (TEN), o qual é definido como

Um conjunto coordenado de atores heterogêneos que participam coletivamente na conceição, desenvolvimento, produção e distribuição ou difusão de procedimentos para produzir bens e serviços, alguns dos quais originam transações de mercado. As TENs são organizadas ao redor de três pólos: científico, técnico e de mercado.

As TENs são diferentes das redes definidas pelos economistas (associação privilegiada de fatores não humanos, uma exceção atualmente é a economia evolucionária) e da sociologia (interações privilegiadas entre humanos, negligenciando o suporte material). Os autores manifestam que as redes são configuradas num processo de tentativa e erro, já que ninguém pode identificar os atores certos, nem formular com precisão os inumeráveis atores potenciais que poderiam surgir. O estabelecimento destas redes e seu desenvolvimento implicam em custos que nenhum dos parceiros pode realizar sozinho. Eles argumentam que o papel do governo é apoiar nestes custos, já que as redes constituem formas relevantes para dinamizar a ação dos diversos atores que a compõem, através de intensas interações, fortalecendo assim os programas tecnológicos. Neste sentido, consideram crucial a necessidade de desenvolver ferramentas para formular, estruturar, estes programas e para gerenciar e avaliá-los. Por esta razão, os autores desenvolveram uma estrutura de enfoque analítico e alguns métodos para possibilitar uma melhor aplicação destas intervenções e um contínuo monitoramento de seus efeitos. O seu estudo é uma contribuição à concepção de ferramentas e estruturas de análise que permitam o estabelecimento e a gerência destas redes tecno-econômicas.

Por outro lado, a proposta de um modelo que oferece uma relação sistemática com a estrutura social de um campo organizacional e o comportamento de uma organização dentro do campo de rede, é proposto por GULATI (,1995, p 85; 1998, p 1295); GULATI; GARGIULO,1999,p. 1445; GULATI et al, 2000, p. 208). Também definem mecanismos que permitem às organizações, escolher com quem construir parcerias nas diferentes redes nas quais podem estar envolvidas. Ressaltam que a posição que ocupa uma firma numa rede é crucial principalmente em ambientes de incerteza e que podem influenciar na visibilidade e atratividade com relação a parcerias com outras organizações. Sendo central que se tenha acesso à informação. Os autores definem que o processo de diferenciação estrutural é o centro do seu modelo na formação de uma rede.

Outra contribuição ao respeito de configuração de redes é a definida por PARKS E JEFFERY, (2000), eles apresentaram as descobertas de um estudo em profundidade a respeito da evolução de três redes de inovação na indústria de tecidos (setor têxtil) ao nível global. Apresentaram uma tipologia ao respeito de três tipos de configurações: a) inovação a través de configuração de rede em “outsourcing”; b) redes de inovação centralizadas através de sub-redes; e c) controle de redes de inovação através de uma rede focalizada.

No que diz respeito às tarefas típicas de uma rede de inovação (a qual deve ser executada por cada participante, segundo GERMUNDEN E RITTNER, (1995)) são as seguintes:

- Preparar o ambiente para as relações de negócios.
- Troca de informações entre diferentes companhias.
- Marketing de rede e venda de componentes de redes.
- Planificação, organização e financiamento de projetos conjuntos.
- Planificação da coordenação e integração das atividades conjuntas.
- Estabelecimento e manutenção da infra-estrutura.
- Cooperação com tomadores de decisão, regionais, setoriais, nacionais, etc.
- Criação de uma imagem para a rede.
- Gerência de conflitos.

2.3 Sistemas de inovação, redes de inovação públicas e países em desenvolvimento.

A versão moderna de Sistemas de inovação surge através dos trabalhos de Lundvall, (1980) e propriamente como Sistemas de Inovação Nacional (SIN), são desenvolvidos por Freeman, (1987b2, 1995) e posteriormente por NELSON (1993). Este marco teórico surge e está sendo aplicado crescentemente nos países desenvolvidos, embora tome elementos de trabalhos de intelectuais de países em desenvolvimento, como por exemplo, de HIRSCHMAN, (1958), principalmente no que diz respeito ao valor que a inovação tem nas instituições. Portanto é uma estrutura teórica que pode e vem sendo aplicada em países em desenvolvimento com diferentes níveis de maturidade, tal é o caso de China, Índia, Brasil, entre outros (CASSIOLATO; LASTRES, 2003; AROCENA; SUTZ, 2000; 2003a; 2003b; 2005; FAGERBERG, VERSPAGEN, 2003; FURTADO *et al*, 2002; LASTRES; CASSIOLATO, 2005; SBRAGIA *et al*, 2006; ALCORTA, 2004).

Quanto a sua definição, pode ser dito que os Sistemas de Inovação (SI) são sistemas de instituições cujo objetivo é criar, armazenar e transferir conhecimento, habilidades que definem novas tecnologias. Como consequência estas instituições influenciam a direção, velocidade da inovação e difusão do conhecimento (FREEMAN, 1995; LUNDVALL, 2000; 1998; 1992, EDQUIST, 1997, 2000). Segundo JONHSON *et al*, (2003), a qualidade da inovação leva em conta conceitos tais como sistemas de inovação, construção de competências e aprendizado interativo. Neste contexto, as redes são um dos elementos relevantes dos SI e constituem-se em importantes ferramentas para facilitar a qualidade inovadora e para desenvolver sistemas de inovação robustos. Isto é confirmado por FORFAS (2004):

The widely adopted National Innovation System (NIS) approach to economic development prescribes a central role for networks, as conduits of knowledge within the system. The NIS doctrine contends that innovation predominantly involves collaboration and the exchange of tacit knowledge at the interfaces between organizations.

Considerando os níveis de análise, os sistemas de inovação podem ser analisados em vários níveis, dependendo do foco de estudo. Podendo ser a nível nacional, regional-local, setorial, de sistemas técnicos, etc. Veja a seguir cada um dos níveis mencionados.

a. **Sistemas de inovação nacional (SIN).** - Durante as últimas duas décadas, têm surgido vários enfoques alternativos que consideram a inovação como um processo complexo o qual não poderia ser reduzido ao modelo linear de P&D. Segundo LUNDVALL (1999) o motivo mais fundamental para considerar a inovação como sistema foi o fato de considerar a inovação, como um processo interativo onde as retro-alimentações do mercado, *input* de conhecimento de clientes etc., interagem com a criação de conhecimento e iniciativas empreendedoras. Este autor utilizou o conceito de SIN (1992) para capturar as relações e interações entre laboratórios de P&D e institutos tecnológicos de um lado, e os sistemas de produção de outro lado. Neste sentido um SIN é um conjunto de instituições diferentes, que contribuem conjunta o individualmente no desenvolvimento e difusão de novas tecnologias, oferecendo a estrutura dentro das quais os governos formulam e programam políticas para influenciar o processo de inovação.

O modelo sistêmico de inovação SIN, envolve inúmeros atores que atuam segundo lógicas e prioridades diferentes e que só se desenvolvem num ambiente estimulante e catalizador de competências de cada um dos atores (SBRAGIA *et al*, 2006).

Vale mencionar que num SIN, as empresas não inovam isoladamente, geralmente o fazem no contexto de um sistema de redes de relações diretas ou indiretas com outras empresas, com infra-estrutura de pesquisa pública ou privada, com instituições de ensino e pesquisa, com um sistema normativo e um conjunto de outras instituições, sem deixar de lado uma série de políticas públicas bem direcionadas, estáveis e desburocratizadas (SBRAGIA *et al*, 2006).

b.- **Sistemas de Inovação regional (SIR)-Local e os clusters.** - Para COOKE E MORGAN, (1993) o conceito de Sistema de Inovação Regional, pode ser compreendido como uma extensão e adaptação do conceito de SIN, definido nos trabalhos de FREEMAN, (1987^a 1987b); NELSON, (1992, 1993); LUNDVALL, (1992); e EDQUIST, (1997, 2000). Esta consiste em analisar a existência de atores (instituições, clusters, universidades, indústrias), competências regionais e as interações dentro das redes de inovação e entre elas, oferecendo às autoridades regionais uma ferramenta que facilite a definição de políticas para incrementar a competitividade.

Para COOKE (2001b) um SIR é um sistema de inovação definido geograficamente e que se focaliza em redes de inovação numa região, é um subsistema do SIN. É a estrutura dentro da qual o governo formula e implanta políticas para influenciar o processo de inovação. Neste contexto a OECD (1996) considera que os clusters podem ser vistos como parte de um sistema regional de inovação e inclusive os clusters industriais poderiam ser pensados como um pequeno sistema de inovação (promovem dinamicidade ao SIN).

Dentro do conceito de SIR, vários autores consideram também os Sistemas locais de inovação (chamados também de clusters). Embora alguns autores acreditem que os clusters são diferentes dos SIR (SAXENIAN, 1996, ROSENFELD, 2005). Aqui a definição de sistema é geográfica. O foco está nas diferenças de cultura e competitividade, que levam a diferenças entre regiões.

Observa-se também que estes autores, fazem críticas ao trabalho de PORTER (1998), manifestando que dito autor não faz distinção entre clusters e SIR. Consideram que um SIR suporta mais de um cluster local e que é um conceito mais amplo. Afirmam também que há diferentes tipos de SIR, os quais devem ser colocados no contexto da base de conhecimento de várias indústrias, já que o processo de inovação das firmas é projetado por sua base de conhecimento específica.

Na América Latina, por exemplo, os trabalhos de LASTRES *et al* (2005), abordam o tema, na análise de vários setores industriais, só que estes chamam os clusters de arranjos produtivos locais, ou sistemas de inovação locais.

Do exposto acima, pode-se dizer que de forma geral não existe na literatura uma estrutura de análise comum, que permita definir claramente os sistemas de inovação regional, há muita confusão em sua terminologia e em seus limites.

c.- Sistemas de inovação setorial. -autores como MALERBA *et al* (1993; 2001; 2002); analisam a inovação, especialmente no nível de setores produtivos, como por exemplo de telecomunicações, aeronáutico, etc. A definição de sistema neste caso baseia-se na indústria ou setor. Mas, em lugar de se focalizar em interdependências dentro de clusters ou indústrias, os sistemas de inovação setorial estão baseados na idéia de que diferentes setores ou industriais operam segundo diferentes regimes tecnológicos os quais se caracterizam por

combinações particulares de oportunidade e adequação, níveis de acumulação de conhecimento tecnológico e características da base de conhecimento relevante. Estes regimes podem mudar com o tempo, tornando a análise dinâmica. Os autores afirmam que a inovação no nível setorial tem suas próprias particularidades e que esta muda de setor a setor. Os Sistemas de inovação ao nível setorial têm três elementos relevantes, atores, base de conhecimento e redes, estes elementos mudam segundo a natureza de cada setor.. Segundo MALERBA, o enfoque setorial, inclui ao enfoque de sistemas técnicos Carlson (1997,1992) e CALLON (1992),

d.- Sistemas Técnicos.- este enfoque foi desenvolvido por CARLSSON (2002), o qual contribuiu com o enfoque da inovação como impulsor do desenvolvimento tecnológico e da dinâmica industrial. Este enfoque também teve as contribuições de CALLON *et al* (1992). Para estes autores, a função de um Sistema de Inovação (SI) é gerar, difundir e utilizar tecnologia. Desta maneira, as principais características do sistema são as capacidades (juntas representam a competência econômica) dos atores para gerar, difundir e utilizar tecnologias (artefatos técnicos, assim como o *know how* técnico que têm valor econômico). A competência econômica (o tecno-econômica) é definida como a habilidade para identificar e explorar oportunidades de negócios (CARLSSON, 2002). Isto envolve quatro tipos de capacidades: A primeira é seletiva, ou estratégica (a habilidade para fazer escolhas de mercados, produtos, tecnologias e da estrutura organizacional); a habilidade para se engajar em atividades empreendedoras; para selecionar pessoal chave e para adquirir competências. Uma importante parte desta capacidade é a capacidade de absorção, isto é, a habilidade para escanear e monitorar informação tecnológica e econômica relevante, para identificar oportunidades técnicas e de mercado, para adquirir conhecimento, informação e habilidades para desenvolver tecnologias. A segunda capacidade é o da competência da habilidade organizacional (habilidade para gerar e melhorar tecnologias através de novas combinações de conhecimento e habilidades existentes), A terceira é a habilidade funcional (execução eficiente de várias funções) e a quarta é a capacidade do aprendizado ou habilidade adaptativa, que é a habilidade para aprender do sucesso e do fracasso. Esta habilidade é essencial para a sobrevivência em longo prazo. Por último as propriedades do sistema são: flexibilidade, robustez, habilidade para gerar mudanças e responder a mudanças do ambiente.

e.- Triângulo de Sábato e outros.- Na América Latina, um estudioso do processo de inovação foi Jorge Sábato (SÁBATO; BOTANA, 1968), quem ficou conhecido com o seu

modelo “Triângulo de Sábado”. Neste modelo são considerados três atores chaves, o governo, universidades e as empresas, os quais interagem para gerar inovações, cada um com um papel específico. Autores que não têm criado nenhum modelo de sistemas de inovação (em algum nível da economia) mas que analisam a aplicação de sistemas de inovação no contexto dos países em desenvolvimento são AROCENA *et al* (2000), LASTRES, CASSIOLATO, *et al* (2001, 2004), AUBERT (2006), ALCORTA (2004), entre outros.

f. Triple Hélice.- É um conceito analítico e normativo que leva em consideração as múltiplas relações recíprocas entre governo, academia e indústria em diferentes fases do processo de geração e difusão de conhecimento. Cada Hélice é uma esfera institucional diferente que trabalha de forma cooperativa e em interdependência com as demais esferas por meio de fluxos de conhecimento entre elas (DZISAH; ETZKOWITZ, 2008, p.9). Veja Ilustração 3, a seguir, onde se aprecia o papel das redes de inovação, dentro do que os autores chamam sistema circulatório da Triple Hélice. Neste chamado sistema circulatório, as redes cumprem um papel relevante , já que é através delas quês as idéias fluem dentre os três atores, governo, academia e indústria, promovendo assim a inovação.

Ilustração 3. Elementos do sistema da Triple Hélice

Fonte: LEYDESDORF; ETZKOWITZ, 1998, p.9

Por outro lado, de acordo com PATEL E PAVITT (1995), países desenvolvidos possuem SINS maduros (Estados Unidos, França, Japão, Reino Unido, Itália) e podem mantê-los na fronteira tecnológica. Um segundo grupo de países possui sistemas intermediários (Suécia, Dinamarca, Holanda, Suíça, Coreia do Sul, Taiwan), os quais estão orientados basicamente à difusão da inovação com forte capacidade doméstica para absorver os avanços gerados nos sistemas maduros. Já os países em desenvolvimento (exemplo Brasil, Argentina, México, Índia, China) possuem sistemas incompletos, com infra-estruturas tecnológicas reduzidas. Para SBRAGIA *et al* (2006) tais países possuem sistemas de ciência e tecnologia, e não se transformarão ainda em efetivos sistemas de inovação. Para estes autores, no caso do Brasil, ao contrário do que acontece com os países desenvolvidos (que gastam boa parcela de sua produção em pesquisa e desenvolvimento), são gastos em geral poucos recursos com P&D. O resultado disto é a pouca inovação, responsável pela baixíssima competitividade do país em mercados internacionais e no mercado interno (já que o índice de mortalidade das empresas brasileiras é de 50%).

O SIN do Brasil revela sem dúvida, deficiências em vários dos seus componentes, entretanto não é a debilidade de cada componente que inibe a inovação, e sim a ausência de articulação entre eles e de um ambiente estimulador, tudo isto unido à falta de perfil empresarial favorável à inovação, já que este é um determinante chave na capacitação tecnológica da empresa (ANPEI, 2004). Nas palavras de PLONSKI (2006), a atitude dos gerentes muitas vezes nada favorável à inovação, chega a ser uma seria restrição neste processo .

A pesquisa colaborativa e as Redes de Inovação Públicas

A pesquisa colaborativa é considerada um mecanismo chave para produzir e difundir conhecimento em ciência e tecnologia. O seu papel é integrar o conhecimento distribuído e competências em idéias novas e avenidas de pesquisa. A necessidade por fluxos efetivos de conhecimento inter-organizacional é de particular importância em domínios de pesquisa emergentes como a nanotecnologia. (HEINZE; KUHLMANN, 2008, p. 888).

Nesta pesquisa as redes de inovação pública ou chamadas também de pesquisa colaborativa pública a nível de rede, são definidas como: Instrumentos de política pública para promover a geração, difusão e utilização da inovação, através de interações e sinergias entre atores públicos (universidades e institutos públicos) e privados. Sendo que estas interações podem

ser tanto físicas quanto virtuais. Todas estas ações, associadas ao empreendedorismo tecnológico, se esperam contribuam ao dinamismo e robustez do sistema de inovação, com impactos favoráveis no desenvolvimento econômico e social (HEINZE; KUHLMANN, 2008, p.7; KATZ; p. 1; GEUNA; NESTA, 2006, p. 792, BAMMER, 2008, p. 880;).

Um conceito útil para poder analisar o tipo de interações a serem desenvolvidas pelos cientistas dentro de uma ação colaborativa em rede, é chamado de Atividades de Rede. Para este estudo será utilizado o conceito e tipologias de interações propostas por RIJNSOEVER, *et al* (2008, p.s/n) o qual se detalha a continuação:

Atividade de rede é a forma pela qual os pesquisadores usam seus contatos para propósitos de pesquisa. Estas podem ser de diferentes tipos, desde os formais a informais, veja a seguir algumas destas:

- Redes da faculdade, incluindo só contatos dentro dos pesquisadores da faculdade;
- Redes da Universidade, incluindo os contatos dentro da universidade, mas fora da sua faculdade;
- Redes externas, incluindo todos os contatos dos pesquisadores trabalhando em outras universidades;
- Redes com a Indústria, incluindo os contatos com firmas.

Em cada uma destas interações a natureza e a interdisciplinaridade varia. Com uma firma por exemplo, as relações colaborativas podem incluir, desde, uma pesquisa colaborativa, o pesquisador pode ser um fornecedor de conhecimento, a companhia pode financiar a pesquisa, a companhia pode ser uma spin-off da universidade, etc. (RIJNSOEVER *et al*, 2008 p. s/n)

Numerosas iniciativas têm sido desenvolvidas para fortalecer estas redes desde a ótica das políticas públicas de inovação em vários países tanto desenvolvidos quanto subdesenvolvidos, com o objetivo de que os pesquisadores que trabalham de forma individual, ou em grupos isolados, passem a interagir de forma mais articulada com outros pesquisadores, inclusive independentemente das distâncias geográficas, a fim de explorar de melhor forma os recursos

de inovação. Um exemplo disso são as redes de excelência, as quais já constituem formas maduras de trabalho colaborativo em rede (KATZ, MARTIN, 1997, p. 6).

Têm se desenvolvido também iniciativas de política pública para promover e fortalecer através destas ações colaborativas a interação ente ciência e tecnologia, isto é, entre pesquisa pública e privada, a fim de que o conhecimento gerado vire riqueza e impacte favoravelmente ao país e à sociedade. Assim instrumentos de política têm sido desenvolvidos, como por exemplo: marco legal de metrologia e de incentivos à iniciativa privada, fundos para a pesquisa pública, fomento ao treinamento de recursos humanos, formação de capital de risco, etc. Tudo isso com a intenção de criar e ou fortalecer um ambiente de inovação, o empreendedorismo e competências para trabalho em rede. Alguns países têm conseguido melhores resultados respeito a outros com estas políticas, mas sem dúvida, isto também depende da própria trajetória tecnológica e a cultura inovadora de cada país.

2.4. Avaliação e métricas de inovação sistêmicas em Redes

O interesse nesta seção é analisar a literatura, relacionada aos processos, mecanismos e métricas de avaliação de redes desde uma perspectiva sistêmica, com foco na nanotecnologia. Neste sentido se revisam inicialmente alguns fundamentos do processo de avaliação em redes e seguidamente o tema de avaliação é revisado em varias áreas de conhecimento, desde a gerência estratégica, gerência de inovação em redes, literatura de redes, até literatura de desempenho de sistemas de inovação. Espera-se que através desta análise se obtenham elementos críticos que contribuam na configuração da proposta deste trabalho.

2.4.1 Fundamentos de avaliação em redes

O que é a eficiência e eficácia nas redes de inovação?

Redes de inovação eficientes estão relacionadas à rapidez no desenvolvimento dos produtos, e serviços, ao uso mais racional dos recursos de P&D, etc. Já a eficácia da rede está relacionada com a capacidade de alcance dos objetivos e metas almejadas. Assim nesta pesquisa a avaliação de desempenho de redes de inovação significa a valoração da eficiência e eficácia da rede em termos do seu potencial inovador.

Diferentes fatores tornam uma rede eficiente e ou eficaz. Veja a continuação no Quadro 2,

uma síntese de fatores encontrados na literatura.

Porque é importante avaliar redes?

A avaliação de redes, embora seja um processo complexo, é relevante pelos motivos seguintes:

- a. Torna essencial o aprendizado. Sendo que este processo de aprendizado pode ser de três formas (VINNOVA, 2006, p. 16):
 - Como aprendizado operacional. - a avaliação proporciona lições de como as coisas podem ser feitas melhor;
 - Retro-alimentação de Política. - serve para checar a extensão em que as redes alcançaram seus objetivos e contribuindo além disto ao desenho de futuras estratégias;
 - Impacto de redes. - a intenção é contribuir a melhorar a eficiência e eficácia do sistema de inovação nacional, determinando os resultados e impactos dos indicadores pré-estabelecidos.
- b. Contribuí contabilmente, já que está baseada em indicadores de efetividade e eficiência;
- c. Facilita o planejamento da rede, já que ajuda a medir o progresso e a propor soluções aos problemas. Isto requer que a rede seja adaptável. Algumas redes tem dificuldades para mudar o seu foco, processos ou parceiros. Estratégias para desenvolver flexibilidade implicam usar o processo de avaliação, a fim de ter um amplo foco temático e estruturas flexíveis, acorde as mudanças do ambiente..
- d. Permite ter parâmetros de comparação e acompanhamento. - quer dizer permite analisar como a rede está desenvolvendo o seu trabalho e como isto pode ser melhorado, inclusive de forma comparada com outras redes similares.

Segundo LENGRAND (2006), os estudos orientados a avaliação de programas e redes de inovação, apresentam as seguintes características:

- Há países que subutilizam o enfoque de avaliação;
- Nas culturas mais avançadas, a avaliação vai além de simples auditoria de desempenho, e cada vez se está tornando uma parte integral de um enfoque baseado no aprendizado para formuladores de política;

- Avaliações podem oferecer percepções crescentes dos sistemas de inovação;
- Não existe um método único que possa responder a todas as perguntas de avaliação e que possa ser aplicado a todo tipo de estudos (isto é corroborado por GREGERSEN E JOHNSON, 2004). Tipicamente as avaliações precisam a combinação de vários métodos de avaliação;
- Precisa de usuários bem informados e que compreendam as limitações de qualquer estudo de avaliação.

Considerações de outros autores nesta linha e em forma específica para avaliar redes se apresentam a continuação:

- Valoração crescente de intangíveis.- tais como construção de relações, influência de interações, entre outros (GAJDA, 2004, p.66).
- Restrições na avaliação das atribuições. - medir os créditos de resultados ou mudanças numa rede é problemático, por motivos de ter vários atores e pela natureza política e até global de muitas redes. Melhor que procurar por impacto da rede, se deve focalizar na definição das atribuições da rede, a qual finalmente é um tema de confiança ().
- Resultados internos e externos.- em qualquer processo de avaliação de rede é relevante colocar atenção aos processos de interação internos e externos entre e através dos membros da rede (CHURCH, 2003).
- Necessidade de indicadores de rede e ferramentas de suporte.
- CHURCH *et al* (2003, p 40), recomendaram que:os processos de avaliação sejam incorporados na rotina de trabalho das redes. Sendo que há necessidade de que a avaliação se torne um processo explícito, deocrático, orgânico e dinâmico.

Que tipos de avaliação da inovação podem ser realizados?

As avaliações variam na forma, métodos usados, na escala, alcance, na extensão na qual os resultados são disseminados e usados, mas segundo LENGRAND (2006, p. 61) (veja Ilustração 4), são encontrados três tipos fundamentais de avaliação – porém, orientados à avaliação de programas de inovação:

- **Avaliação Ex-ante.** - conduzida antes da implementação e se focaliza nos seus objetivos e como devem ser alcançados. Avaliações de este tipo são utilizadas para

oferecer respostas a perguntas de risco e incerteza. Por exemplo, quais são os impactos da implementação de rede? Exemplos destas avaliações são os estudos de (previsão) *Foresight*, as técnicas baseadas em custo e benefício, etc.

Ilustração 4 – Tipos de Avaliação

Fonte: LENGRAND (2006, p. 61)

- **Avaliação Intermédia.** - implica revisar o progresso ou resultados em algum ponto do seu desenvolvimento.
- **Avaliação em tempo real.** - consiste no seguimento em detalhe através de sua operação.
- **Avaliação Ex-post.** - examina os resultados depois que têm sido desenvolvido (pode ser mais de uma vez). Podem ser usados métodos quantitativos e semi- qualitativos.

Nestas avaliações Polt and Rojo, (2002) in Lengrand (2006, p.61), consideram como um tópico de avaliação de programas de inovação as redes, a fim de analisar a estrutura de cooperação entre atores.

Na literatura de Gerência estratégica, a avaliação considerada indispensável é a avaliação estratégica (JHONSON; SCHOLE, 2001), a qual está baseada na predefinição do

direcionamento futuro e a longo prazo, produto de uma visão coletiva de futuro (WELLS, 1998) e a partir da qual se definem as estratégias (FISCHMAN, ALMEIDA, 1990; BROWN, EINSEHARDT, 1998; MINTZBERG AHLSTRAND, LAMPEL 1998, MINTZBERG, 1998). Ditas estratégias são comunicadas num plano estratégico. Nesta área, o trabalho de KAPLAN E NORTON (2000, p.77). é um dos trabalhos que sobressaem. Entretanto este modelo é mais orientado a firmas que a redes. Deste modelo são interessantes, para avaliar a inovação, a perspectiva de avaliação orientada na estratégia e as dimensões que avaliam intangíveis, especialmente a relacionada com o aprendizado.

Na literatura de Redes, o tema de avaliação de desempenho é analisado de forma fragmentada. Diversos autores consideram determinados elementos das redes como condicionantes do seu desempenho inovador, tais como a estrutura da rede e componentes como sua centralidade (posição de uma firma na rede), conectividade, tipo de laços etc (POWELL, 1990, p 312; POWELL et al, 1996^a, p. 120; POWELL et al, s/d , p. 30; AHUJA, 2000, p. 428; GRANOVETTER, Outros autores consideram que o que afeta o desempenho da rede é a dinâmica da rede. Isto implica temas como a evolução da rede, a incursão de novos atores, a saída de outros, o próprio processo colaborativo da rede e as intensa interações para troca de fluxos de conhecimento, processo de aprendizado e capacidade de absorção etc. (LEYDESDORF, EZOWITZ, 1998, p. 198; PARKS, JEFFERY, 2000, p.140, CHIESA, TOLETTI, 2004, p. 79; COHEN, W.M.; LEVINTHAL, 1989, p. 574; 1990, p., BENKLER, s/d). Para alguns autores é a definição do tipo de rede que tem efeitos no desempenho (MESSICA (2007, p.22).

Quanto a governança de redes e como esta afeta o desempenho das redes, destaca-se o trabalho de Provan e MILWARD (2001); PROVAN (2007) os quais valorizam a avaliação de redes, embora afirmem mais uma vez que é uma tarefa complexa e geralmente negligenciada na literatura. Eles oferecem uma discussão a respeito da efetividade, relevância da governança de redes e impacto no seu desempenho. O seu trabalho foi na área de redes do setor público. Assim ,este autores afirmam que parece existir rejeição entre muitos que estudam redes para discutir mecanismos de controle, inclusive muita literatura em redes organizacionais não explicita o tema da governança. Os motivos para isto é que as redes são organizações autônomas e assim são essencialmente empreendimentos cooperativos. De acordo com Provan e Keith, 2007:

Since networks are not legal entities, the legal imperative for governance is simply not present. A common assumption is that since networks are collaborative arrangements, governance, which implies hierarchy and control, is inappropriate.

ENKEL E GASSMANN (2005, p. 123) são outros autores na linha de redes que contribuem na temática de avaliação. Eles determinam fatores que afetariam o desempenho das redes, tais como: fundos (considerado como chave, por quanto com os fundos os quais podem ser públicos, privados, vem a responsabilidade por objetivos conectados a estes fundos); estrutura da rede (aqui argumentam que se podem avaliar diversos elementos, já que a literatura não tem oferecido uma estrutura que possa ser a melhor para as redes de inovação, por exemplo, número de membros e seleção de membros, seus roles, a gerência da rede, nível de gastos de pesquisa e tipo e qualidade de resultados); interação e conectividade dos atores (a relação entre os membros, baseado na sua conectividade é um fator crucial de sucesso para os resultados inovadores da rede, por exemplo, confiança, cultura de rede, reciprocidade, densidade e integração, flexibilidade de relações, etc.); e a influência da rede nas instituições membro de origem (capacidade de absorção dos membros quando retornam a sua sede de origem). O seu trabalho foi aplicado numa área de alta tecnologia e em geral a sua contribuição não se limitou só a definir fatores de desempenho de redes de inovação em termos de resultados que ilustraram as atividades passadas, senão também o seu interesse foi oferecer um instrumento para os gerentes de redes que permitisse monitorar o desempenho em tempo real (em forma positiva ou negativa) chamado por eles de forças centrípetas e forças centrífugas, sendo que as forças centrípetas tem que superar as forças centrífugas para garantir um desempenho adequado no futuro (ENKEL; GASSMAN, 2005, p. 131). Veja Quadro 2.

Quadro 2 - Modelo de indicadores de desempenho- tempo real

Forças Centrífugas (-)	Forças Centrípetas (+)
Batalha por fundos e por reconhecimento	Correto balance entre laços fortes e fracos, existência de <i>gatekeepers</i>
Forte influência do governo, de instituições membros	Visão coletiva na rede
Não realização de metas diminui o interesse pessoal de participação	Decisões democráticas
Relações, interações caracterizadas por falta de confiança e por agendas escondidas	Recursos compartilhados, recursos complementares, e competências
Decisões hierárquicas, pouca influência de instituições membros	Interações baseadas na confiança, na abertura.
	Realização de metas individuais e corporativas.

Fonte Enkel e Gassman, 2005, p. 131.

Na literatura de redes, a dimensão de avaliação estratégica é também considerada na proposta de CALLON et al (1992, p.218) orientada a avaliar redes tecno econômicas. Este autor afirma que a avaliação de redes se dá em duas fases, a avaliação estratégica (que é a base) e a partir dela surge a avaliação tecno econômica. Só que chama a atenção a falta de instrumentos gerenciais de apoio para suportar este processo em redes.

Outros autores inclusive assinalam alguns fatores de sucesso das redes e que afetam positivamente o seu desempenho, veja alguns exemplos

Segundo MESSICA (2007, p.22) a forma de tornar efetiva a uma rede é a través das seguintes atividades:

- Identificar a tipologia de sua rede.- isto permite determinar suas fortalezas e deficiências e desenho de uma melhor tipologia. Isto é corroborado por BORGATTI, FOSTER, 2003, p. 995);
- Os fluxos de informação e colaboração devem ser o ponto de início para analisar e avaliar uma rede – permitindo o melhor alcance dos objetivos das Redes de Inovação (RI), isto é facilitar e promover o pensamento criativo, aquisição ou troca e ou transferência de conhecimento entre os atores Também corroborado pro COWAN, JONARD, 2006),
- Selecionar os membros da rede de forma adequada;
- Maximizar o número de interações entre membros;
- Definir co-gerência da rede, no lugar de gerência de um só líder;
- Possibilitar fluxos de informação antes que procedimentos administrativos.

Para AHRWEILER (2003, p. 209) o desempenho da rede está sujeita a que supere desafios, como os seguintes: a capacidade de desenvolver competências de rede; ao fato de sempre considerar a natureza política das redes; ao desafio de desenvolver novos mecanismos de governança para interagir com multiculturalismo, multi-atores e com a minimização de conflitos e a repensar e incorporar mais intensamente ambientes virtuais de inovação, sobre tudo se a intenção é redes com dimensão global., já para BORGATTI; FOSTER (2003, p.21) os fatores que afetam o desempenho das redes de inovação estão relacionados ao acesso a recursos, a construção de capital social, ao impacto do ambiente e ao compromisso para

trabalhar em rede dos atores envolvidos.

No estudo de WISSEMA; EUSER (1999, p. 37) fatores como: a) mobilização da atenção para obter recursos, infra-estrutura, etc., b) visão coletiva da rede; c) minimização de conflitos de interesse entre os membros; d) equilíbrio de interesses entre os membros e e) tipo de rede acorde ao tipo de inovação, são considerados fatores de sucesso das redes e que afetam diretamente o seu desempenho.

Na literatura de gerência de inovação (ROTWELL *et al*, 2005; RITTEN; GERMUNDEN, 1998) a análise centrou-se na chamada terceira geração de inovação, isto é gerência de inovação em redes. Para LUGGEN *et al* (2005, p.78), nesta terceira geração de inovação em redes, a inovação não é só interdisciplinar senão também inter-organizacional e intercultural, se tornando numa tarefa complexa, e precisando de altos níveis de coordenação e de instrumentos de apoio para se tornar viável.

Nesta parte foi analisado como a gerência da inovação em redes afeta o desempenho das redes e também se procurou analisar até que ponto os autores tinham considerado a avaliação como um processo de esta gerência. Em geral se encontrou que os autores afirmam que a gerência influencia o desempenho de redes e em especial a definição de estratégias de rede. A maioria de autores nesta linha considera que a definição de uma visão coletiva de futuro para rede, traduzida em estratégias de rede, são fundamentais para definir as bases de um processo de avaliação (RITTEN; GERMUNDEN, 1998; LUGGEN *et al*, 2005; BULLINGER *et al*, 2004; HARLAND *et al*, 2004, OJASALO, 2008, p 140; BIEMANS, 1990, p. 532, HINTERHUBER, LEVIN, 1994, p. 48; JARILLO, 1988, p 39; KESSLER, CHARLES, 2007, p. 404)) e por outro lado também se encontrou que poucos consideram o processo de avaliação como parte desta gerência. Uma das notáveis exceções são: LUGGEN *et al*, 2005; BULLINGER *et al*, 2004. Alguns autores consideram que quando a rede é pública o tema de avaliação se torna crítico já que o governo pressiona para ter resultados dos investimentos públicos feitos para a partir de ditas avaliações definir diretrizes para avaliar e redirecionar suas políticas públicas de inovação (AHRWEILER, 2003, p. 200; CHURCH, 2002, p.46).

Agora com relação à literatura de avaliação de desempenho de sistemas de inovação, deu-se atenção ao trabalho de GREGERSEN E JOHNSON (2004), pela proposta de indicadores

dinâmicos e pela perspectiva sistêmica do desempenho (veja detalhes de indicadores mais na frente). Entretanto, sobre temas de avaliação orientados ao emergente sistema de nanotecnologia e o papel das redes no desempenho não se encontraram trabalhos a exceção de alguns, os quais exploram em forma isolada alguns temas relacionados ao sistema de inovação em nanotecnologia, emergência de redes e tema de patentes, etc. (MIYAZAKI, ISLAM, 2007; p. 670; MAYER, 2006, p. 1648; HEIZE; KUHLMANN, 2008, p. 890; BOZEMAN; LAREDO; MANGEMATIN, 2007, p.532). Uma breve introdução sobre nanotecnologia e as suas redes será feita no próximo capítulo.

Veja a seguir (quadro 3) um resumo dos fatores que afetam o desempenho das redes, segundo o identificado na literatura.

Quadro 3 - Exemplos de Fatores de eficiência de redes

Fator de desempenho	Autores	Descrição
1. Comunicação	MESSICA (2007) AHRWEILER et al, 2004.	Intensidade, frequência etc. de fluxos de comunicação entre atores
2. Tipologia de rede.-	MESSICA (2007, p.22) BORGATTI, FOSTER (2003). WISSEMA, EUSER, (1999)	Cada tipologia tem uma determinada finalidade ex Rede estrela- facilita coordenação não colaboração Origina engarrafamento, pela coordenação central
3. Gerência de redes de inovação	GULATI ET AL, (2000;, LUGGEN <i>et al</i> (2005);GERMUNDEN, HEYDEBRECK (1995)	Processo de definir Estratégia coletiva de inovação, estrutura e mecanismos para implementar-la e seguimento de suas atividades.
4. Estrutura de rede (desenho) (cria valor)	ELKEN; GASSMAN (s/d), POWELL, 1990	Centralidade, compromisso de atores, no de atores, etc
5. Coordenação	MESSICA (2007, p.22)	Intensidade de interações internas e externas para facilitar o fluxo de conhecimento e a inovação entre atores.
6. Colaboração	POWELL et al, 1996aMESSICA (2007, p.22), HEIZEN, KUHLMANN, 2008; KATZ, MARTIN, 1997; HEIZEN KUHLMAN, 2008 AHRWEILER et al, 2004. BAMMER, 2008	Ações conjuntas de atores em vários níveis, entre indivíduos, organizações, setores, etc. para o alcance de objetivos.
7. Capital social	RYCROFT, 2003 AGAPITONA, 2003	Ex.Stock de aprendizado coletivo que pode só ser criado quando um grupo de organizações

		desenvolve a habilidade para trabalhar juntos para obter mútuos ganhos.
8. Orientação estratégica da rede (estratégia de rede)	LUGGEN <i>et al</i> (2005) WISSEMA, EUSER, (1999)	Definição de futuro da rede e fontes de geração de valor.
9. Fundos (cria valor)	ELKEN; GASSMANN (s/d)	Recursos financeiros são fundamentais para desenvolver redes
10 Políticas Públicas de inovação e instrumentos	KATZ, MARTIN, 1997; HEIZEN KUHLMAN, 2008 AHRWEILER et al, 2004. BAMMER, 2008ios	Diretrizes e Mecanismos para criar ambiente de inovação num país (instituições, marcos legais, regulatórios, incentivos, recursos etc)..
11. Conectividade dos membros (cria valor)	ELKEN; GASSMANN (s/d)* POWELL, 1990, AHUJA, 2000)	Intensidade de comunicação, (tácito, explícito conhecimento, Quantia de comunicação, Formas de comunicação, Diversidade de competências ou conhecimento
12. Competência de rede	(RITTER; GERMUNDEN, 2003, p. 745)	Habilidades e atitudes de redes
13. Capacidade de absorção dos atores e aprendizado.	ELKEN; GASSMAN (s/d) (COHEN; LEVINTHAL, 1990)-	Capacidade de absorção e .aprendizado. organização).
14 Governança	PROVAN, MILWARD, 2001, PROVAN, KENIS, 2007	Estrutura administrativa da rede e mecanismos de suporte gerencial: Sistemas para administrar conhecimento, Mecanismos, ações para integrar atores, relações etc. para facilitar alcance de objetivos, canais de comunicação etc.,
15 Visibilidade internacional	AHRWEILER, 2003	Reconhecimento internacional do conhecimento certificado (jornais), patentes, mobilidade internacional etc.
16 Cultura de inovação e trajetória tecnológica	BARTOLOMEW, 1997, NELSON, BENKLER, s/d	Atitudes a inovação, ao empreendedorismo e os padrões de comportamento de desenvolvimento tecnológico do país.

Métricas de inovação tradicional vs. contemporâneas

A inovação como atividade complexa e multidimensional não pode ser medida com um simples indicador, nem muito menos com indicadores que não reflitam sua dinâmica. Assim, hoje em dia são necessárias novas formas e métricas para avaliar a inovação desde um ponto de vista dinâmico, multidimensional e de forma sistêmica e que possam ir além de entradas

(inputs) de inovação e saídas (outputs), considerando, também, o próprio processo de inovação. Espera-se que ao considerar este tipo de visão, possa ser refletido de melhor forma a dinâmica da inovação na atual economia em rede global, de tal forma que auxilie tanto aos formuladores de políticas, quanto às firmas no aprimoramento de suas estratégias de negócios (MILBERGS; VONORTAS, s/d).

Uma componente chave de uma efetiva política de inovação é medir os fatores que orientam o desempenho da inovação e a monitoração dos resultados. Entretanto, hoje em dia os indicadores refletem mais a era industrial e menos a dinâmica contemporânea (baseada em idéias e processos). São necessárias neste sentido, métricas de desempenho dinâmicas, oportunas e multidimensionais. .

Assim, neste sentido e na tentativa de avaliar a dinâmica das interações próprias da chamada terceira geração da inovação, estão surgindo métricas que tentam avaliar este processo de inovação em rede. Avanços na construção de métricas que avaliem o caráter dinâmico da inovação vêm surgindo aos poucos, entretanto ainda é muito incipiente principalmente em nanotecnologia. Algumas das contribuições encontradas na literatura, serão relacionadas a continuação.

.MILBERGS e VONORTAS (sd,) estudaram a respeito de métricas contemporâneas para inovação no contexto de uma economia em rede e chegaram a estabelecer o que eles chamaram das quatro gerações de indicadores. Sendo que na quarta geração eles consideram exemplos de alguns indicadores a serem desenvolvidos para suportar a atual economia em rede. Mas observam que sendo a inovação um assunto internacional e as métricas propostas ainda de limitado valor analítico, sugerem que ditas métricas só podem ser implementadas através de uma relação próxima com o governo, associações comerciais e profissionais, organizações de pesquisa e organizações internacionais.

Quadro 4 - Evolução de métricas de inovação por geração (exemplos)

1a Geração indicadores input 1960- 1960 (Enfoque Linear da inovação)	2 da Geração Indicadores de output (1970 a 1980)	3era geração Indicadores de inovação (1990)	4ta geração Indicadores de Processo de inovação (2000 +) Enfoque sistêmico da inovação- Fase embrionária.
---	---	--	---

Gastos de Capital	Patentes	Surveys de inovação	Conhecimento
Gastos de R&D	Publicações	Index	Intangíveis
Intensidade tecnológica	Produtos	Benchmarking da capacidade inovadora	Redes
			Técnicas gerenciais
			Sistemas dinâmicos

Fonte: Adaptado de Milbergs e Vonortas N (s/d)

Outro autor que tem estudado o tema de novas métricas para a inovação contemporânea, é RYCROFF (2003). Ele reitera que em ambientes de globalização, marcados por colaboração tecnológica, há necessidade de considerar indicadores baseados na dinâmica das redes de inovação, os quais teriam o grande potencial de integrar os tradicionais indicadores de entrada e saída. Este autor faz a proposta de um indicador baseado no capital social.

O tema de avaliação da inovação e métricas tem sido estudado também por vários autores, tais como SMITH (2004,p. 150); CARLSSON *et al* (2002), IEDI, 2008, entre outros, entretanto estas contribuições avaliam a inovação desde um ponto de vista estático e tradicional.

Ao estudar métricas em relação à governança de redes, encontram-se que escassos autores pesquisaram a respeito deste tema. Notável exceção é PROVAN E KEITH (1997), que discutiram as características de cada forma de governança, ressaltando uma serie de componentes críticos para explicar a efetividade da governança e sua evolução de uma a outra forma. Ressaltaram quatro elementos para estudar o desempenho da governança como: o capital social (confiança), o número de participantes, as metas comuns e as competências ao nível de rede.

Quanto a algumas evidências empíricas existentes na literatura para avaliar redes citamos dois casos, uma da agência VINNOVA e a outra da rede brasileira de nanotecnologia. A agência VINNOVA, (2006) desenvolveu um esquema de avaliação dos centros de competência com caráter bi-anual. Para desenvolver este processo convidam a pares avaliadores tanto nacionais como internacionais, da academia (pesquisadores, alunos de pós-graduação), da industria (como ouvintes) e a avaliação é feita de acordo a fases de implementação destas redes. Em cada fase o foco de avaliação varia. Um outro aspecto importante é que a avaliação se faz em várias dimensões (*ex-post*, durante e a futuro) e também se analisa a atratividade da rede a nível nacional e internacional. Quanto a críticas a este modelo é que só avalia a inovação

das redes em termos de alguns elementos de entrada e em general se avaliam saídas, mas não considera a análise do processo de inovação, isto é, de sua dinâmica e no contexto de resultados de rede. É uma avaliação tradicional e baseada em aspectos estáticos da inovação. Veja o quadro 5.

No caso de avaliação de redes no âmbito de países latino americanos, se cita o caso do Brasil, onde a avaliação das redes de nanotecnologia é feita pelo Ministério de Ciência e Tecnologia em termos de relatórios (cada dois anos) e é baseada na apresentação oral suportada em relatórios de resultados de cada rede. O conteúdo da avaliação é tradicional e em termos de resultados gerados como se fossem grupos de pesquisa (*ouputs*) e não propriamente de resultados como redes.. Assim se solicitam *outputs* tradicionais como publicações científicas, Patentes, RHs (Recursos Humanos) formados (Mestres, PhDs., Graduação, spin offs) etc. Tem-se conhecimento que na última avaliação realizada (2008) a intenção era avaliar as redes brasileiras de nanotecnologia, através dos seus resultados como redes (BAIBICH, 2008).

Quadro 5. Fases de avaliação

Fases	Fase 1	Fase2	Fase3	Fase 4
Horizonte de tempo	Até 1 e ½ ano	Até 5 anos	Até 8 anos	Até 10 anos
Foco da avaliação	Só relatório de Fortaleças e desafios	Resultados alcançados (OUTPUT) Formação de RR HH-Mestres PhD em formação Projetos colaborativos em andamento Publicações científicas	Resultados alcançados (OUTPUTS) Formação de RR HH-Mestres PhD Projetos colaborativos em andamento e projetos colaborativos concluídos Patentes Publicações científicas Spin-offs. Visibilidade internacional	Resultados alcançados (OUTPUTS) Formação de RR HH-Mestres PhD Projetos colaborativos em andamento e projetos colaborativos concluídos Patentes Publicações científicas Co publicações científicas Co patentes Spin Offs Visibilidade internacional
Realizada por	Auto avaliação	Avaliação de pares Nac. e internacional	Avaliação de pares Nac. e internacional	Avaliação de pares Nac e internacional
Modalidade de apresentação de	Relatório	Relatório e Workshop	Relatório e Workshop	Relatório e Workshop

resultados				
Frequência de avaliação	--	Bi anual	Bi anual	Bi anual

Fonte Adaptado de Vinnova (200)

Uma proposta muito interessante a respeito de desempenho de sistemas de inovação e métricas corresponde a GREGERSEN E JOHNSON (2004), estes autores fazem sua proposta procurando contribuir na avaliação do desempenho dos Sistemas de inovação, e trazendo conceitos dinâmicos como capacidades (*capabilities*). O foco desta pesquisa nas palavras dos autores é:

a procura por métricas de desempenho dinâmicas que possam ajudar a indicar em que medida um Sistema de inovação está possibilitando seu aprendizado e suas capacidades de inovação e se direcionando a uma sociedade de aprendizado (Gregersen e Johnson , 2004, p.8-9).

Assim estes autores oferecem uma serie de novos elementos de desempenho tais como: a dimensão dinâmica além de estática, a visão ampla e não só estreita, o desempenho discreto e intenso (incluindo desempenho econômico e socioeconômico). Argumentam também que dependendo da maturidade do Sistema de inovação e de suas tecnologias, os indicadores deverão ser ajustados, enfatizando que em geral qualquer lista de fatores de desempenho é arbitrária, se não está justificada por um modelo teórico consistente, uma agenda de pesquisa específica o simplesmente criada por metas de política pública (GREGERSEN; JOHNSON, 2004, p. 10).

Finalmente respeito a pesquisas para avaliação de redes em nanotecnologia é ainda incipiente, existem alguns trabalhos que tentam avaliar alguns aspectos de inovação nesta área relacionados com análise bibliométricos, e análise de patentes (MEYER, 2006) e alguns de governança de redes públicas de pesquisa, entre outros. .

Ferramentas de suporte à avaliação das redes de inovação

Algumas das ferramentas utilizadas para suportar a avaliação tanto da perspectiva das *entradas, saídas* como do processo dinâmico da inovação em rede, são apresentados a seguir: Segundo LENGRA (2006p. 78) há diferentes métodos para avaliar o potencial inovador: (veja ilustração 5 para mais detalhe):

- Métodos para acessar e gerar dados – técnicas de produção de data que são usados em pesquisa primária e secundária.
- Métodos para estruturar e explorar intervenções.
- Métodos para análise de dados – formas de processamento e definição de conclusões a partir de material estatístico e qualitativo, e abordagens mais elaborados de modelagem e simulação.
- Métodos para tirar conclusões, incluindo avaliação de impacto.

Estes métodos analisados desde outra perspectiva são:

- Análises bibliométricos.- A data bibliométrica oferece a oportunidade de calcular indicadores relevantes de interesse para as novas teorias da inovação, especificamente das redes dentro do marco dos sistemas de inovação (KATZ; KICKS, 1998), Análises cienciométricos usando uma serie de índices de entrada (“input”) e saída (“output”), com maior foco na produção científica e nos fundos para a pesquisa principalmente pública. (COCCIA, 2007).
- Análise de patentes, de co-patentes (ex. EJERMO; KARLSSON, 2006; KIM; SONG, 2007)
- Análise de empreendimentos tecnológicos em nanotecnologia, como spin-offs.
- Análise da dinâmica das redes, baseada em técnicas de redes sociais (WASSERMAN; FAUST, 1994; AGAPITONA, 2003, p.12; RYCROFT, 2003) e suportada em softwares como PAJEK, que serve para achar as características da rede graficamente.
- Outras ferramentas incluem: análises SWOT (Fortalezas, Fraquezas, Oportunidades e Ameaças), gerência baseada em resultados, análise de estruturas lógicas, mapeamento de resultados, etc.

Quantitative Methods

- **Statistical data analysis**

- o **Innovation Surveys:** These provide basic data to describe the innovation process, which are summarised using descriptive statistics.

- o **Benchmarking studies:** These permit comparisons between sets of entities, based on a relevant set of indicators and accompanied by a reasoned explanation of their values.

- **Modelling approaches**

- o **Macroeconomic modelling and simulation approaches:** These are used to provide an assessment of the broader socio-economic impact of policy interventions.

- o **Microeconomic modelling:** These ranges of approaches permit the study of the effect of policy intervention at a variety of levels (individuals, institutes, firms, etc.). Mechanisms allow for the control of counterfactual events, through the specification of models that allow estimation of the effects on the outcome for participants had the programme not taken place.

- o **Productivity analysis approaches:** These allow an assessment of the impact of R&D on productivity growth at different levels of data aggregation. This set of approaches is particularly relevant for the analysis of the broader effects of R&D on the economy.

- o **Control group approaches:** These permit evaluators to capture the effect of programmes on different participants (and, in certain cases, non-participants) using statistically sophisticated techniques.

Qualitative and semi-quantitative methods:

- **Interviews and case studies:** These approaches use direct observation of naturally occurring events, generally from the perspective of programme participants and stakeholders, to investigate behaviours, stimulated by the innovation programme, in their indigenous social setting.

- **Cost-benefit analysis:** Through the appraisal of all the economic and social effects of a programme, these approaches allow evaluators to ascertain whether a programme (or project) is economically efficient

- **Expert Panels/Peer Review:** This type of approach is frequently used to measure scientific output, where they rely on the perception scientists have of the scientific contributions made by other peers. As such, peer review is the most widely used method for the evaluation of the output of scientific research. However, the approach has also been used for the evaluation of R&D collaboration programmes, such as Eureka.

- **Network Analysis:** Approaches of this type allow analysis of the structure of cooperation and relationships and the consequences of participants' decisions on actions. They provide explanations for the observed behaviours by analysing their social connections into networks.

- **Foresight/Technology Assessment:** Although more typically used for *ex ante* evaluation, these approaches may be used to identify potential mismatches in the strategic efficiency of projects and programmes.

Ilustração 5. Resumo técnicas e métodos de avaliação

Fonte: Polt e Rojo, 2002- In Lengrand, 2006. (p. 90.)

Ressalta-se que um dos autores que tem pesquisado intensamente em ferramentas de suporte para avaliar redes é CHURCH (2003, p 40). Eles criaram ferramentas como: canais de

comunicação em redes, ferramentas para valorar a contribuição em redes, ferramentas para monitorar redes, *check list* de redes entre outras. Sendo que ditas ferramentas muitas delas estão na fase experimental.

Comentários da literatura

As redes de inovação são centrais ao processo de invenção-inovação, se espera que promovam o conhecimento coletivo e expertise de seus membros.

Avaliar desempenho de redes e em forma específica de redes de inovação, assim como mecanismos gerenciais de suporte é um tema ainda negligenciado na literatura, com escassas exceções (ENKEL; GASSMANN, 2005, p. 7; PROVAN; MILWARD, 2001, CHURCH, 2002). O mesmo acontece para redes de nanotecnologia. Os poucos trabalhos existentes para redes em geral têm privilegiado a avaliação ex-post (baseada em resultados passados da rede), mas têm sido tratados de forma fragmentada e sem visão sistêmica de seus componentes.

A pesar deste panorama, há começado a surgir um crescente interesse por este tema e por definir modelos que avaliem resultados das redes e também por modelos que monitorem a criação de valor das redes em tempo real (ENKEL; GASSMANN, 2005), assim como por definição de métricas de inovação (entretanto com pouca pesquisa para métricas de redes). Em geral, prevalecem métricas tradicionais de entrada e saída, mas não referidas ao processo de inovação em redes, onde se reflita as múltiplas interações e o caráter dinâmico da inovação em redes. Algumas exceções a esta afirmação são os trabalhos de Rycroft, 2004, Gregersen, Johnson, (2004).

Também há necessidade de desenvolver propostas para avaliar as redes de inovação, desde uma perspectiva de fatores chamados “hard” e “soft”, isto é tanto quantitativos quanto qualitativos, de caráter amplo e dinâmico (que possam ir além das tradicionais avaliações de entradas e saídas), considerando também o processo de inovação em rede, e dentro de um enfoque sistêmico, multidimensional considerando mecanismos de avaliação de desempenho não só de resultados passados (ex post), senão de resultados em tempo real (durante) e por que não de avaliações ex-ante (como *foresights* de redes). Tudo isto com a finalidade de dar resposta á dinâmica da inovação no contexto da atual economia do conhecimento ou economia do aprendizado (LUNDVALL, 1992; GERSEN; JOHNSON, 2004, p. 5-7). Além

de tudo isto se deve procurar que a avaliação e suas métricas sejam usadas para propósitos de comparação, e principalmente como um mecanismo de aprendizado, não como mecanismo de punição.

Assim mesmo como outros autores recomendaram o processo de avaliação de redes deve estar incorporada na rotina das redes e com o desafio de ir gerando uma cultura de avaliação o melhor ainda, de auto-avaliação (CHURCH et al, 2003, LEGRAND, 2006).

Encontrou-se também na literatura que as métricas têm evoluído por várias fases e que hoje temos já propostas de uma quarta geração de indicadores, sendo que esta última tenta dar resposta á necessidade de construir indicadores que reflitam a dinâmica do processo de inovação (isto é, das redes), além dos tradicionais de ENTRADA e SAÍDA, existentes. Entretanto, a pesquisa ainda está numa fase embrionária. Além disso, também se faz necessário que qualquer proposta de fatores de desempenho e métricas contemporâneas seja suportada num modelo teórico, numa agenda de pesquisa ou para atender objetivos de política pública (GREGERSEN, E JOHNSON, 2004, p. 10), e considerando que a proposta do modelo de avaliação e métricas não pode ser universal, senão ajustado às características de cada campo científico (COCCIA M, 2005, p. 317)..

Encontraram-se poucas pesquisa empíricas a respeito de evidencias sobre fatores ou elementos que incidem no desempenho das redes de inovação. Porém, no que diz respeito ao avanço na pesquisa sobre instrumentos de suporte gerencial para avaliar a inovação e sua dinâmica, encontraram-se algumas ferramentas relevantes e algumas delas suportadas em análises bibliométricos, análises de patentes, em softwares e ou em técnicas de redes sociais.

Esta pesquisa tenta contribuir de forma modesta a superar esta lacuna na literatura sobre tudo na área de nanotecnologia, com a proposta de um modelo para avaliar redes de inovação em nanotecnologia, e está aberta a contribuições e diálogo que permitam a sua melhora. A partir da literatura, pode-se ter uma visão inicial do framework, percebe-se que avaliar redes é um processo complexo que inclui muitas dimensões, fatores e indicadores, principalmente quando se quer avaliar estas redes de forma sistêmica. Fazendo um exercício de abstração é possível tentar definir algumas dimensões que possam refletir esse processo de avaliação, é claro que está classificação não é definitiva, mas é um exercício rigoroso que pretende contribuir à literatura de redes de inovação. Podemos classificar os fatores críticos de desempenho, em

forma preliminar, em três dimensões:

- **Dimensão Ambiente de rede:** inclui todos aqueles fatores que são entradas à rede e afetam seu desempenho;
- **Dimensão Processo da rede:** é uma das contribuições deste trabalho, porque tenta avaliar a caixa preta do processo de inovação em rede e um ponto de início para compreender a gerência de redes.
- **Dimensão Transferência Tecnológica:** inclui todos aqueles fatores relacionados com as saídas da rede, isto é, as inovações geradas pela rede e como elas passam a serem comercializadas gerando riqueza.

Outros aspectos do processo de inovação como são a produção, distribuição, análise da demanda, não são considerados neste *framework*, por ser ele focado para as redes públicas.

3 NANOTECNOLOGIA- POTENCIALIDADES E DESAFIOS-

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 bilionésima parte de um metro, isto é, dez vezes o diâmetro de um átomo de hidrogênio. O diâmetro de um cabelo humano equivale à aproximadamente 80,000 nanômetros. Em tais escalas as regras ordinárias da física e da química não se aplicam mais. Por exemplo, características de materiais tais como sua cor, condutividade, reatividade, podem variar substancialmente entre a nano e a macro escala.

Existem algumas definições da nanotecnologia, a seguir serão descritas algumas delas.

“A nanotecnologia pode ser vista como a criação de materiais funcionais, dispositivos e sistemas através do controle da matéria na escala de nanômetros, implicando em sistemas que apresentem novos fenômenos e propriedades, que são dependentes do tamanho, como a super plasticidade devido à alta área superficial destas partículas” (DURÁN et al (2006)

Outra definição comumente usada é da National Nanotechnology Initiative's (NNI, 2000)

“Nanotechnology is the understanding and control of matter at dimensions of roughly 1 to 100 nm, where unique phenomena enable novel applications. The diameter of DNA, our genetic material, is in the 2.5nm range, while red blood cells are approximately 2.5_μm. Encompassing nanoscale science, engineering and technology, nanotechnology involves imaging, measuring, modelling, 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.”

A nanotecnologia modifica as propriedades de materiais convencionais, sendo que com isto agrega valor aos produtos. A tecnologia na escala nanométrica tem infinitas possibilidades, é questão de imaginação. Pode-se agregar valor a uma gama imensa de produtos a partir do emprego de nano-tubos, nano-poros, nano-fios ou nano-filmes (TOMA 2006). A nanotecnologia tem capacidade de agregar aos produtos três tipos de valores: do conhecimento, da vida social e dos negócios, sendo que o valor social não pode ficar de fora

(PLONSKI, 2006). É bom ter em mente que para agregar valor aos produtos com nanotecnologia, é preciso que os empresários tomem consciência das suas múltiplas possibilidades, implicando isto numa mudança de mentalidade e num trabalho cooperativo entre diversos atores (TOMA 2006). Considerando que a nanotecnologia envolve várias áreas do conhecimento, esta precisa de equipes multidisciplinares, e é fundamental que existam parcerias das empresas com centros de pesquisa.

A nanotecnologia impacta várias áreas de conhecimento, como: a biologia, química, física, ciências da vida, engenharias entre outras. Sendo que inclusive a tendência é rumo a uma convergência de disciplinas. Se fala de convergência de Nanotecnologia, Biotecnologia, Tecnologias de comunicação e informação e Ciências cognitivas. Alguns usam as siglas BANG, implicando a inter-conectividade de Bit, Átomos, neurônios e genes. Nanotecnologia não é somente sobre inovação industrial, e sim sobre a criação de uma indústria genérica que penetrará e transformará outras indústrias BOZEMAN Et al, 2007, p. 807-808).

Já a respeito de aplicações de nanotecnologia estas incluem várias áreas tais como: agricultura, eletrônica, meio ambiente e energia, segurança, etc. Veja Ilustração 6.

De acordo com SALAMANCA-BUENTELLO, *et al* (2005, p. 105), para países em desenvolvimento as aplicações de nanotecnologia recomendadas são as seguintes:

1. Armazenamento, produção e conversão de energia;
2. Melhoramento da produtividade agrícola;
3. Tratamento de águas;
4. Diagnóstico de doenças;
5. Sistema de “Drug delivery”;
6. Processamento e armazenamento de alimentos;
7. Controle da poluição do ar;
8. Construção;
9. Monitoramento da saúde; e
10. Detecção e controle de pestes e vetores.

Espera-se que a nanotecnologia contribua com novas ferramentas com as quais se possam orientar os problemas de desenvolvimento sustentável e inclusive fortalecer as tecnologias já disponíveis e torná-las mais eficientes. Dada a promessa dos benefícios da nanotecnologia, o desafio está em como desenvolver competências para aproveitar o seu potencial.

Ilustração 6 – Primeira e Segunda Geração de aplicações em nanotecnologia

Fonte: BOWMAN, 2007, p. 309

Muitos governos a consideram já como uma área estratégica e promotora do desenvolvimento econômico e, portanto está recebendo altos investimentos públicos. Segundo Hebert (2006) se o objetivo é agregar valor ao setor econômico de um país, o financiamento para a nanotecnologia, que deve ser alto, deve atender às demandas principalmente da academia.

Infelizmente, além do seu alto potencial, muitos temas permanecem ainda obscuros e precisam de maior pesquisa principalmente no que diz respeito dos seus impactos na saúde humana, na saúde ambiental e também dos efeitos que poderia ter principalmente nos países em desenvolvimento.

3.1 Nanotecnologia a nível internacional.

A nanotecnologia começa a se configurar como um fenômeno global. Os seus avanços são mais aceitados em países desenvolvidos, embora venham se realizando significativas atividades nos países em desenvolvimento. Segundo Hebert (2006), existem quatro etapas nas qual a área de nanotecnologia é caracterizada (Veja Ilustração 7):

- Financiamento. - pelo fato de requerer principalmente pesados investimentos públicos;
- Desenvolvimento científico. - isto é, o conhecimento capaz de gerar novos produtos e serviços, que tem origem nas universidades e centros de pesquisa. As universidades em geral têm vínculo com a demanda do mercado, facilitando a comercialização;
- Fabricação. -. em larga escala; e.
- Comercialização. - isto é, a capacidade de que as inovações cheguem ao mercado.

Ilustração 7 - Etapas da Nanotecnologia

Fonte: Herbert (2006)

Dos países desenvolvidos, apenas os Estados Unidos e o Japão dominam as quatro etapas das atividades do setor: financiamento, desenvolvimento científico, fabricação em grande escala e comercialização (Herbert, 2006), apesar de que o conhecimento não está mais concentrado apenas nestes dois países (Romero, 2006), pois a capacidade de pesquisa e inovação em nanotecnologia está se difundindo pelo mundo todo, em especial pela Europa e Ásia.

Os americanos, líderes em publicações da área, ocupavam, em 2004, com 50%, o primeiro lugar, enquanto os artigos de autores chineses representavam 10%. Mesmo assim, os artigos chineses continuam sendo menos citados que os dos países industrializados. Os Estados Unidos contam com o maior número de publicações científicas na área: mais que o dobro da China, que ocupa a segunda posição. Observe-se que se os Estados Unidos são sempre os primeiros no número de patentes em nanotecnologias, a China faz parte de países cujo número de patentes está em franco crescimento.

Na Europa, as atividades científicas relevantes são dominadas por acadêmicos e instituições de pesquisa do governo. No caso da Alemanha, merece destaque, já que a inovação tem sido a base da sua prosperidade. Uma das mais importantes iniciativas é o trabalho em redes de inovação, a rede de competência Kompetenznetze, que é um instrumento crítico para tornar conhecidas internacionalmente as melhores redes de competência na Alemanha, pois é uma plataforma de comunicação e informação para aqueles que buscam parceria. Em nanotecnologia se destacam as redes de nano biotecnologia.

O Reino Unido também se destaca por ser altamente inovador, com ótimas políticas de financiamento, ainda que tenha problemas para comercializar as inovações em nanotecnologia. A França é também altamente inovadora, com capacidade para comercializar facilmente suas inovações, embora com escasso financiamento público em nanotecnologia. Na Ásia, além do Japão, líder mundial, se têm como líderes em nanotecnologia, no nível de países em desenvolvimento, a China, Coreia do Sul e Índia. A seguir, descreve-se um pouco mais ao respeito destes países. Já em países latino americanos, as iniciativas se encontram em Brasil, Argentina, Chile, México, com diferentes níveis de desenvolvimento (FOLADORI, 2008, MCT, 2006). A seguir será apresentado no quadro 6, o resumo da situação global.

Quadro 6 - Perfil de alguns países com atuação em Nanotecnologia

País	Aspectos positivos	Desafios
USA	<p>Dominam as quatro etapas que movimentam o setor:</p> <p>1. Financiamento. - financiamento público (US. 11 bilhões). Os gestores norte americanos iniciam seus projetos com base em recursos designados a partir de necessidades de universidades. 2. O desenvolvimento científico - o conhecimento capaz de gerar novos produtos e serviços - tem origem nas diversas universidades. 3. Comercialização e \$. Fabricação em grande escala. - As universidades, em geral tem vínculo com a demanda do mercado, facilitando a comercialização, fabricação em grande escala. E em geral privilegiam a participação empresaria embora os científicos estejam trabalhando nas empresas e mostrando alto número de patentes.</p>	
Japão	<p>Dominam as quatro etapas que movimentam o setor. Os gestores japoneses iniciam seus projetos com base em recursos públicos designados a partir de necessidades das universidades. Fabricam em grande escala e comercializam os seus produtos. Privilegiam a participação empresaria e os científicos estão trabalhando nas empresas. Aprecia-se também alto número de patentes.</p>	
Alemanha	<p>Alemanha é um país rico, embora seja pobre em recursos naturais. A inovação tem sido a base da sua prosperidade e tem sido produto de muito trabalho.</p> <p>Uma das mais importantes iniciativas são as redes de competência: KOMPETENZNETZE (um instrumento crítico de marketing internacional das melhores redes de inovação, dentre as quais está a rede de inovação de nanotecnologia).</p>	Para isso Alemanha precisa ser forte em educação e pesquisa e é preciso mais companhias que suportem o processo de inovação.
Reino Unido	Boas políticas de financiamento e é extremadamente inovador.	Faltam habilidades para comercializar produtos
França	Produtos desenvolvidos em escala nano são facilmente comercializados	Praticamente não tem financiamento público.
China	Estão aprendendo a inovar Tem um grande diferencial: produção industrial em grande escala	Não tem financiamento público
Coréia do Sul	<p>Vem crescendo num nível superior a media dos países de seu grupo.</p> <p>Vem investindo enormes esforços para fortalecer o seu sistema nacional de inovação. Está orientado basicamente à difusão da inovação com forte capacidade doméstica para absorver os avanços técnicos gerados nos sistemas de inovação maduros.</p> <p>Expansão geral do sistema educativo. A educação é fator fundamental e prioridade. número um. Altos níveis de investimento estrangeiro, investimento pesado em infra-estrutura de telecomunicações, importação de tecnologia combinada com iniciativa local de mudança tecnológica e desenvolvimento de uma forte estrutura de ciência e tecnologia</p>	

	integrada com P&D industrial.	
Índia	Potenciais fornecedores de inovações, por meio de universidades e centros de pesquisa.	Não demonstram sucesso nas etapas de financiamento, fabricação e comercialização.
Filipinas	Orientada a fomentar as exportações, cada vez fabricam produtos com maior conteúdo tecnológico.	
Brasil	Reconhece a nanotecnologia como oportunidade de desenvolvimento econômico e social. Tem o financiamento do Governo federal (US 31 milhões de dólares). A nanotecnologia é desenvolvida em redes de pesquisa nacional principalmente em universidades ao redor de todo o país e também através de vários grupos e instituições ao nível nacional. A parceria com empresas nacionais e internacionais e a comercialização é ainda muito incipiente. Em marcos regulatórios contam com a lei de inovação.	A população ainda não tem informação ao respeito dos potenciais benefícios da nanotecnologia e de seus impactos. A difusão é ainda incipiente, assim como os marcos regulatórios para nanotecnologia. Falta maior participação do setor privado nos esforços de inovação tecnológica. Os cientistas estão localizados nas universidades, não em empresas. O número de artigos científicos está crescendo, embora não o número de patentes.
Argentina	Recente aliança com Brasil para promover nanotecnologia.	
México	Processo emergente	Não recebe apoio governamental.

3.2. A Nanotecnologia e as Redes no Brasil

A Nanotecnologia é considerada uma área estratégica e portadora de futuro para o Brasil. O país acredita no potencial que esta emergente indústria oferece para o desenvolvimento econômico e social do país. Um dos mecanismos utilizados para fortalecer o seu programa de nanotecnologia o constitui as redes nacionais de pesquisa.

As redes no Brasil, são consideradas um instrumento de Política Pública e um elemento fundamental para robustecer o seu Sistema de Inovação. O objetivo de formar estas redes, segundo o governo, foi desenvolver pesquisa e tecnologias que se transformem em produtos a serem comercializados a fim de elevar a competitividade do país.

Estas redes em nanociências e nanotecnologia, surgiram para acompanhar a rápida evolução nesta área, pela iniciativa do Ministério de Ciência e Tecnologia do país e o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq, em 2001. Por este motivo e para conformar as redes, se iniciou o processo através de chamada pública:.

Essa chamada tinha como objetivo fomentar a constituição e consolidação de redes cooperativas integradas de pesquisa básica e aplicada em nanociências e nanotecnologias, organizadas como centros virtuais de caráter multidisciplinar e abrangência nacional. Por meio dessas redes o CNPq pretendia: a) dar início a um

processo de criação e consolidação de competências nacionais, b) identificar grupos ou instituições de pesquisa que desenvolvam ou possam vir a desenvolver projetos relacionados com a área de nanociências e nanotecnologias, e c) estimular a articulação desses grupos e instituições com empresas potencialmente interessadas ou atuantes no setor, além de seu intercâmbio com centros. Houve uma rápida resposta da comunidade científica brasileira, que rapidamente se organizou para formar diversas redes com os mais variados temas (KNOBEL, 2002)

Assim em 2001 e posterior à convocatória nacional e respectiva avaliação, se aprovaram quatro grandes redes nacionais de pesquisa em nanotecnologia, para o período de 2001 a 2004, as quais teriam uma coordenação e sub-coordenação. Elas seriam descentralizadas e estariam localizadas nas universidades. Os fundos governamentais iniciais foram modestos (cada uma das redes recebeu em torno de R\$ 750.000,00, para um ano de atividade) tendo em conta o número de pesquisadores em cada rede e o custo dos materiais usados em laboratórios. Nas palavras de MALTA (2002).

Ditos recursos iniciais foram modestos, já que se destinaram principalmente à estruturação dessas redes, através de um levantamento de competências, de modo geral, e de grupos de pesquisa atuantes que tenham interesses comuns ou complementares em temas da nanociência e da nanotecnologia. Nesse processo inicial de estruturação, o CNPq buscou, sobretudo, fomentar as interações e intercâmbios entre esses grupos

As redes configuradas foram as seguintes:

Rede de Pesquisa em Nanobiotecnologia, Rede de Nanotecnologia Molecular e de Interfaces (RENAMI), Rede Cooperativa para Pesquisa em Nanodispositivos Semicondutores e Materiais Nanoestruturados, Rede de Materiais Nanoestruturados. Mais na frente se apresenta um breve perfil destas redes, colocando-se maior ênfase às duas primeiras redes, motivo de nosso estudo. Como será apreciado mais adiante a rede de nanobiotecnologia, depois foi desmembrada e a partir dela surgiram outras redes, tais como a de Nanosméticos, a qual também é motivo do nosso estudo.:

No período de 2004 estas redes chegam a ser institucionalizadas e inseridas em ações do Plano PPA 2004-2007. Este logro foi alcançado graças ao apoio do Dr. Fernando Galembeck, experto de reconhecida trajetória internacional em nanotecnologia. Neste plano as ações estavam orientadas principalmente a fortalecer redes existentes, aprimorar a infra-estrutura laboratorial, fomentar o treinamento e formação de Recursos Humanos, e maior inter-relação universidades e institutos de pesquisa pública com as firmas a fim de que o conhecimento gerado possa se transformar em tecnologias.

Neste transcurso de tempo e a partir deste período, as redes produto de sua própria evolução, foram reestruturadas surgindo as atuais 10 redes. Estas continuam sendo apoiadas principalmente com recursos públicos, tanto do governo federal, como estadual. O financiamento privado ainda é incipiente, mas está crescendo e o mercado de capital de risco está igualmente em formação. No Quadro 7, são relacionadas as redes.

Quadro 7 - Redes de Nanotecnologia no Brasil.

No.	Nome da Rede	Coordenação Nac.	
01	Rede de Nanofotônica	UFPE	Universidade Federal de Pernambuco
02	RENAMI Rede de Nanotecnologia Molecular e de Interfaces-Estágio III	UFPE	“ “
03	Rede Nacional de Nanobiotecnologia e Sistemas Nanoestruturados (Nano Bioestruturas)	UFRN	Universidade Federal do Rio Grande do Norte
04	Rede de Nanobiomagnetismo	UNB	Universidade Nacional de Brasília
05	Simulação e modelagem de Nanoestruturas	USP	Universidade de São Paulo
06	Microscopias de varredura de sondas –software e hardware abertos.	LNSC	Laboratório Nacional Luz Síncrotron
07	Rede cooperativa de Pesquisa em revestimentos Nanoestruturados	PUC-RJ	Universidade Católica do Rio de Janeiro
08	Nanotubos de carbono-ciência e aplicações.	UFMG	Universidade Federal de Minas Gerais
09	Nanocosméticos do conceito as aplicações nanotecnológicas.	UFRGS	Universidade Federal do Rio Grande do Sul
10	Nanoglicobiotecnologia	UFPR	Universidade Federal do Paraná.

A seguir será dado um breve perfil das redes a serem pesquisadas de forma empírica. As informações que se descrevem a continuação tem sido obtidas de fontes públicas tais como sites das redes, documentos e reportes públicos e depoimentos de atores chaves nas redes publicados em meios de comunicação.

3.2.1 Rede de Nanotecnologia Molecular e de Interfaces (RENAMI)

(Segundo o site da rede RENAMI : <http://www.renami.com.br/>)

A RENAMI é o resultado da fusão de três redes originalmente nucleadas no Departamento de Química Fundamental da UFPE e na COPPE-RJ, no Instituto de Química da USP, e no Instituto de Macromoléculas da UFRJ. (MALTA, 2002), Esta rede tem como objetivo geral : Induzir uma cooperação efetiva entre grupos de pesquisa no Brasil que dominam o conhecimento de técnicas complementares, experimentais, e teóricas.

O objetivo científico principal, é o estudo e desenvolvimento de materiais nanoestruturados, interfaces e dispositivos de nanotecnologia molecular; sintetizar sistemas supramoleculares e moléculas inteligentes; desenvolver interfaces moleculares e nanopartículas; pesquisar e explorar novas metodologias analíticas; e finalmente, projetar e produzir dispositivos baseados na tecnologia de microfabricação. Ênfase é dada ao sinergismo entre modelagem teórica de nanoestruturas, baseada na dinâmica molecular, métodos de química e técnicas de preparação e caracterização desses materiais.

Outros Objetivos:

- Formar recursos humanos altamente qualificados para a investigação de materiais avançados.
- Dar eventualmente apoio tecnológico a empresas de base tecnológica, através da oferta de pessoal de alto nível, consultoria, projetos de pesquisa e desenvolvimento em parceria e transferência de tecnologia.

A Ilustração 8, esquematiza de modo sintético esses objetivos Malta, (2002).

Quanto aos fundos, a rede é financiada pelo governo federal através do MCT/CNPq.

A respeito da estrutura de governança esta é conformada da seguinte forma:

- Um coordenador ao nível nacional- com sede em universidade (atualmente é na Universidade Federal de Pernambuco)
- Um vice-coordenador
- Pesquisadores (de 17 instituições no nível nacional)
- Colaboradores nacionais e internacionais
- Estudantes de Pós-doutorado, doutorado, mestres e de graduação.
- Empresas
- Institutos de Pesquisa públicos
- Agências de inovação USP- UNICAMP
- Agências de financiamento: CNPQ e FINEP.

Ilustração 8 - Organização da RENAMI

Fonte: <http://www.renami.com.br/>

Participam da rede várias equipes de 15 instituições, com habilidades técnicas como: sintetizar sistemas supramoleculares e moléculas inteligentes, desenvolver interfaces moleculares e nanopartículas, pesquisar e explorar novas metodologias analíticas, e finalmente, projetar e produzir dispositivos baseados na tecnologia de microfabricação. Veja a seguir as principais instituições ligadas ao RENAMI:

- UFPE - Universidade Federal de Pernambuco - Oscar Manoel Loureiro Malta

- USP - Universidade Estadual de São Paulo
- UFRJ - Universidade Federal do Rio de Janeiro
- IMA - Instituto de Macromoléculas / UFRJ
- PEMM/COPPE - Programa de Engenharia Metalúrgica e de Materiais / Instituição Alberto Luiz Coimbra
- PUC-RJ - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro
- UFPR - Universidade Federal do Paraná
- UFPB DEMa - Universidade Federal da Paraíba- Departamento de Engenharia de Materiais
- UEPG - Universidade Estadual de Ponta Grossa
- UNESP - Universidade Estadual de São Paulo - Júlio Mesquita
- USP-IF/S. Carlos- Instituto de Física da Universidade de São Paulo - Campus de São Carlos
- CNEN / Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares
- IPT / Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo
- CBPF – Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas
- University of Minnesota, Campus de Duluth- EUA
- University of Bourgogne - França
- Uersity of Utrecht - Holanda
- France Télécom (CNET) - França
- PQS&D Ltda. - Ponto Quântico Sensores e Dosímetros Ltda.
- GKSS - Germany national research facility - Chemical Department.

O quadro 8, de Recursos Humanos está descrito a seguir:

Quadro 8. Recursos Humanos da Rede RENAMI

Pesquisadores Principais	Colaboradores Nac	Colaboradores Internacionais	Estudantes
39	17	07	40

Dinâmica da rede

A seguir se descrevem os mecanismos de interação utilizados entre os membros da rede, tanto entre pesquisadores públicos quanto interações com as firmas:

- **Reuniões Anuais na sede da coordenação geral**

A primeira reunião geral da RENAMI, realizada foi em março 2002 em Recife, onde esses temas foram discutidos, contou com a participação de mais de quarenta pesquisadores e teve uma participação expressiva de estudantes. O objetivo desse primeiro encontro foi promover a exposição das linhas de pesquisa dos membros da rede, de suas necessidades e das facilidades que cada grupo pode colocar à disposição, com o intuito de fomentar intercâmbios e colaborações entre pesquisadores. Segundo, Malta, (2002)

A preocupação com o envolvimento de estudantes é uma das tônicas do projeto inicial da RENAMI, buscando-se assim contribuir para a formação de recursos humanos de alto nível. Uma parte dos recursos alocados à rede foi destinada para a concessão de bolsas de iniciação científica (doze bolsas já foram implementadas pelo CNPq).

Várias colaborações entre grupos da RENAMI estão em andamento, a exemplo da colaboração entre o grupo do Instituto de Macromoléculas da UFRJ e o grupo do Departamento de Engenharia de Materiais da UFPB que estão produzindo argilas nanoestruturadas com alto valor agregado. Recentemente foi firmado um acordo entre a RENAMI e a rede de nanotecnologia que está sendo nucleada no Instituto de Baixas Temperaturas e Pesquisas Estruturais da Academia Polonesa de Ciências, e na Faculdade de Química da Universidade de Wroclaw da Polônia (MALTA, 2002)

- **Realização conjunta de tele-conferências,**

No início da rede foi muito utilizado, entretanto segundo Toma (2008) este mecanismo resultou não eficaz e muito cansativo e foi abandonado.

- **Uso de TICs- Ambiente virtual**

A parte operacional da rede é gerenciada através de um ambiente virtual (www.renami.com.br). Neste ambiente dispõe-se de escaninhos virtuais, sala de debates, espaço de notícias, informações sobre a rede e sobre dados pessoais de seus membros, e espaço de solicitações financeiras

Entre as preocupações na rede podem ser mencionadas o tema da multidisciplinaridade e interação entre pesquisa pública e firmas. Este último ponto é atualmente muito fraco. Para promover a colaboração entre a rede e firmas, se tem feito esforços através de mecanismos como: oferta de consultorias e projetos colaborativos, tentando formar as bases para a futura

produção de dispositivos nanotecnológicos em escala industrial. Entretanto, este é um processo que não ocorre do dia para a noite. Requer amadurecimento (MALTA, 2002). É de ressaltar que pequenos passos nessa direção têm sido dados. Um exemplo disto é a empresa Ponto Quântico Sensores e Dosímetros Ltda, sediada em Recife, que está lançando um dosímetro de uso pessoal para radiação ultravioleta, baseado em compostos com íons lantanídeos. O projeto foi desenvolvido em colaboração com o grupo do programa de metalurgia e engenharia de materiais da COPPE-RJ.

Em geral esta rede apresenta significativa produção intelectual, mas pouco potencial inovador e empreendedorismo tecnológico..

3.2.2. A Rede de Nanobiotecnologia.

A nanobiotecnologia é um novo campo de pesquisa, e é produto da combinação de pesquisas nas áreas de nanotecnologia e biomedicina envolvendo áreas como a genômica, robótica, descoberta de novas drogas e processos químicos.

O que existe dentro de cada célula? Como esse material pode ser utilizado pela indústria para gerar novos produtos e conhecimentos? Essas e outras questões deram origem à Rede Nacional de Pesquisa em Nanobiotecnologia, a qual é um conjunto de instituições envolvidas num grande projeto para desvendar os mistérios de partículas tão pequenas quanto decisivas para entender a arquitetura da matéria .

No caso da Rede Nacional de Nanobiotecnologia, esta é coordenada pelo Departamento de Físico-Química do Instituto de Química da Universidade estadual de Campinas (UNICAMP), e está formada por três sub-redes: nanopartículas para liberação controlada de fármacos, materiais nanoestruturados para sensores e nanopartículas magnéticas. Entretanto, o interesse desta rede está na utilização de sistemas em liberação controlada de fármacos. De esta forma o seu esforço, está representado pelas novas estratégias para a veiculação de ingredientes ativos. Suas áreas de pesquisa são: área de farmacêuticos e terapias; área de diagnósticos e terapias (materiais magnéticos) e área de diagnóstico e instrumental (DURAN; DE AZEVEDO, 2002).

Os Sistemas de liberação controlada (*drug delivery systems*), consistem em dispositivos dirigidos a alvos específicos em organismos, são os campos da nova área da nanotecnologia, denominada nanobiotecnologia. Segundo DURAN E DE AZEVEDO (2002), oferecem várias vantagens quando comparado aos sistemas convencionais de administração de fármacos, veja a seguir:

Nas formas de administração convencionais (nebulização, spray, injeção, pílulas) a concentração da droga na corrente sanguínea apresenta um aumento, atinge um pico máximo e então declina, Desde que cada droga possuir uma faixa de ação terapêutica acima da qual ela é tóxica e abaixo da qual ela é ineficaz, os níveis plasmáticos são dependentes das dosagens administradas. Este fato é problemático se a dose efetiva estiver próxima à dose tóxica. O objetivo dos sistemas de liberação controlada é manter a concentração do fármaco entre dois níveis por um tempo prolongado, utilizando-se de uma única dosagem. Portanto, sistemas de liberação controlada representam um desenvolvimento relativamente novo e, quanto às suas necessidades, tem o objetivo de prolongar e melhorar o controle da administração de fármacos.

Há alguns pontos nesta nova tecnologia que precisam ser amadurecidos e pensados com cuidado. Por exemplo, a dificuldade de interrupção da ação farmacológica de um medicamento administrado via nanoesferas e o alto custo dos polímeros biodegradáveis. Há também o risco de nanopatologia, designando a presença de nanopartículas de natureza inorgânica, em tecidos humanos que não são metabolizadas e tem excreção dificultada levando a sintomas como febre, acidose metabólica, o que obriga a rever os conceitos de biodisponibilidade nestes sistemas.

A rede de nanobiotecnologia pretende investir na aplicação comercial dos produtos desenvolvidos a partir das pesquisas no setor. Segundo Maciel (2002), as novas técnicas podem ser utilizadas, pela indústria farmacêutica, por exemplo, no desenvolvimento de novos medicamentos que previnam e combatam doenças tropicais, no tratamento de câncer ou, ainda, na descoberta de dados genéticos. A indústria química pode utilizar as pesquisas para desenvolver novos fluidos magnéticos ou embalagens biodegradáveis.

As pesquisas da rede têm reunido muitos esforços, atualmente as instituições envolvidas na rede são: UNICAMP, USP, UNB, EMBRAPA Instrumentação, UFMG, URGs, UFSC, UFOP, UFRJ, UFPE, UFG, UFU, UEPG, USF, UNIV, MOGI DAS CRUZES, UNESP, UFSCAR, EMBRAPA, FUNED, COPPETEC, IAC e a empresa privada FUNDAÇÃO BIOMINAS (que promove incubação de novas empresas de base tecnológica), além de algumas instituições Internacionais (em geral incluem mais de 90 cientistas). Atualmente já são 40 patentes depositadas e mais de 500 artigos publicados. Entretanto é preciso ainda mais flexibilidade para agilizar o processo de inovação, assim como incentivar uma mais intensa participação da iniciativa privada nos investimentos. Esta participação pode ser na forma de consórcios ou investimentos diretos, ou mesmo a criação de empresas de base tecnológica para que a articulação da rede integrada com a produção tenha êxito

Esta rede atualmente tem sido reestruturada e a partir dela tem surgido outras novas redes. Uma delas é a rede de Nanocosméticos que será descrita a seguir.

3.2.3 Rede de Nanocosméticos

A definição tradicional de cosmético é de um produto que não penetra na pele e tem principalmente atividade sensorial. Entretanto um nanocosmético pode ser definido como

uma formulação cosmética que veicula ativos ou outros ingredientes nanoestruturados e que apresenta propriedades superiores quanto a sua performance em comparação com produtos convencionais (FRONZA et al., 2007. p. 14) [...] Estes produtos contém nano estruturas organizadas e menores a 100 nanómetros (nm) e por conceito produtos nanocosméticos apresentam efeito local e ou numa região (FRONZA et al, 2007, p. 57).

Os produtos chamados de nanocosméticos tiveram os seus inícios há mais de uma década, quando a primeira empresa ao nível internacional em lançar produtos com base nanotecnológica, a Lancôme, divisão de Luxo da L'Oréal, lançou um creme para o rosto com propriedades para combater o envelhecimento da pele. O desenvolvimento nanotecnológico foi feito na Universidade de Paris 11, a qual licenciou a patente para dita empresa. Esse foi o início para que a partir daí muitas grandes empresas ao nível mundial comecem a investir nessa área. No Brasil o interesse nesta área é recente, mas envolvendo cada vez mais universidades e firmas (ERENO, 2008. p1).

Assim por 2005, surge a rede de nano cosméticos brasileiras, a qual é uma das 10 redes de pesquisa pública 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 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 consequentes impactos econômicos e sociais. Para o país a cosmética é uma área portadora de futuro (GUTERRES, 2008) .

A rede tem o seu nó central ou 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 Riberão Preto), a Universidade estadual de Campinas- UNICAMP , Instituto de Pesquisas Tecnológicas-IPT e a Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Mantém vínculos colaborativos com universidades na França, Suíça, Suécia, Alemanha, Inglaterra e Holanda (muitos destes vínculos já foram herdados da forma de trabalho anterior, isto é, a de grupos de pesquisa). O foco da pesquisa é voltado para produtos destinados à aplicação na pele do rosto e do corpo, com ação antienvelhecimento e de foto proteção.

Dado que a Cosmética é um setor altamente dinâmico e focado ao cliente, os seus ciclos de produção são muito curtos. Os produtos se tornam obsoletos rapidamente. Por isso as empresas estão sempre traz as tendências tecnológicas. Sendo assim, a rede funciona como catalisadora para impulsionar a aproximação universidade e empresa. Quando a rede surgiu, foram integradas pesquisas já existentes em outras áreas e que poderiam ter aplicação em cosmética e a partir daí se estruturaram os projetos de pesquisa. A rede pretende estudar todo o ciclo de produção, por exemplo, um grupo na UFRJ trabalha com alergenidade de produtos cutâneos utilizando o modelo de estudo e dois outros grupos, do IPT e da UFRGS, na outra ponta do ciclo de produção, trabalham com produção em escala (GUTERRES, 2008)

No que diz respeito aos resultados desta nova rede, eles são bastante promissórios, a significativa produção intelectual é um dos fatores sobressalentes e demonstrado com reconhecimento internacional pelas diversas publicações científicas em periódicos científicos

especializados e nas atividades colaborativas internacionais de vários dos seus pesquisadores. Um exemplo, é o caso da Dra. Carmem Verissima do Instituto de Biologia da UNICAMP (SP), com vínculos colaborativos com a Alemanha, especificamente do prestigioso Instituto Max Plank. A formação de Recursos Humanos, também é outra fortaleza desta rede.

Entre os desafios se encontram o tema da multidisciplinaridade, o qual precisa ser fortalecido a fim de que a rede também fortaleça sua dinamicidade. Um aspecto interessante é considerar também na rede pesquisadores da área das engenharias, outros da medicina para assim fortalecer mas ainda a qualidade da pesquisa (GUTERRES, 2008, POLHMANN, 2008). Também é preciso uma linguagem comum entre os pesquisadores (VERISSIMA, 2008) já que isto facilitaria muito a comunicação entre os membros da rede. Também são considerados, entre outros desafios: um maior diálogo e canais adequados de informação aos pesquisadores entre os diferentes níveis; um uso mais racional dos laboratórios por parte dos integrantes da rede localizados nos diferentes centros; e maiores recursos para pesquisa.

Quanto à parceria pesquisa pública-privada, estas vêm surgindo, assim alguns exemplos se citam a continuação:

- O caso da parceria da Dra Maria Helena Andrade Santana da UNICAMP- Faculdade de Engenharia Química, quem está atualmente desenvolvendo projeto colaborativo com a Empresa Cristália, segundo a professora, é um logro obtido com muito esforço e a partir de todo um processo de aprendizado de novas competências, tais como por exemplo as gerenciais que facilitaram a interação com a empresa. (SANTANA, 2008);
- 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 a avaliação da penetração cutânea de fármacos, cujos resultados podem refletir a segurança 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 Federal 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).

A indústria de cosméticos e o segmento de nanocosméticos têm a promessa de revolucionar a indústria de cosméticos através da oferta de produtos com novas propriedades e de alto desempenho. Entretanto os temas de toxicidade e segurança não podem ser considerados triviais.

No que diz respeito à participação das firmas neste dinâmico setor, esta é cada vez maior, entretanto muitas delas fabricam alguns produtos com base nano, mas não estão dedicadas unicamente a produzir nanocosméticos. É mais um segmento dos cosméticos e é classificado dentro de um setor específico da indústria química, juntamente com os produtos de higiene pessoal e perfumaria. A indústria cosmética representa em média mais de 12% da produção da indústria química mundial. O Brasil ocupa a quarta posição dentre os 10 maiores consumidores de produtos cosméticos do mundo. O crescimento de 34.2% no consumo de produtos de beleza em 2005, elevou o faturamento do mercado cosmético para US\$ 13,8 bilhões, fazendo com que o Brasil ultrapasse mercados tradicionais como Alemanha e Reino Unido, permanecendo logo antes de EUA, Japão e França. Em geral a expectativa é que siga crescendo (FRONZA *et al*, 2007, p. 20).

Internacionalmente as empresas fabricantes com base de nanotecnologia, são L'oreal, Estée Lauder, Procter &Gamble, Shiseido, Chanel, Revlon, entre outras, as quais vêm comercializando centenas de nanocosméticos, Para se ter uma idéia, só em Estados Unidos e Austrália, existem cerca de 116 produtos com base de nanotecnologia, entre cosméticos, protetores solares, e de higiene pessoal (estes são desodorantes, sabonetes, pasta de dentes, xampus, condicionadores, cremes anti rugas, perfumes, esmaltes, loções pós-barba, etc.). “Perfumes como o Allure, da Chanel, contêm nanoestruturas do tipo micelares, que controlam a liberação gradual de alguns aromas e a sua manutenção por mais tempo”, exemplifica GUTERRES (2007, p. 3).

No Brasil ainda poucas empresas vêm trabalhando com base na nanotecnologia e não há empresas produtoras exclusivamente de nanocosméticos. De acordo com estudo de Fronza (2006) em FRONZA *et al* (2007):

mais de 7% das empresas de cosméticos pesquisadas no Brasil incorporam nanotecnologia em seus produtos (lista do Anuário Brasileiro de Informação Cosmética, Internet). No mercado internacional, alguns produtos de base nanotecnológica encontram-se disponíveis há mais de 15 anos.

As maiores empresas brasileiras neste setor são por exemplo: o Boticário (62 lugar no nível internacional) e a Natura. Estas empresas já estão comercializando produtos com base nanotecnológica. O Boticário, está produzindo um creme anti-sinais para a área dos olhos, testa e contorno dos lábios chamado Nanoserum, e um produto para clareamento. Sendo que a tecnologia, foi desenvolvida em parceria com o laboratório francês Comucel e teve investimentos de R\$ 14 milhões e faz parte da linha Active, que começou 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.2). Em geral no Brasil já se comercializam mais de 15 produtos de cosméticos de base nanotecnológica, a tendência é produtos para a pele do rosto (anti-rugas, oleiras, clareador de pele, firmadora da pele, e em geral sobre antienvelhecimento cutâneo). Os produtos com base nanotecnológica têm a tendência a ser bem mais caros.

A comercialização dos produtos se dá livremente, não há regulamentação sanitária sobre produtos do tipo nanocosméticos a nível internacional e nacional. Mas infelizmente existe insegurança sobre a toxicidade e danos ambientais destes produtos baseados em nanocosméticos. Isto precisa ser resolvido já que pode originar serias consequências.

Neste campo de pesquisa têm-se dois tipos de nano partículas as solúveis (nano partículas solúveis) e as insolúveis. Ambas apresentam riscos, mas estas últimas são as que apresentam maiores riscos e são o ponto crucial para a segurança das estruturas. Por exemplo os riscos podem se dar via absorção dérmica, inalação, ingestão oral ou contato ocular (*o risco está associado ao uso de nanoestruturas cujas partículas tem diâmetro abaixo de 100 nanômetros (nm.)*).

Assim como 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 por parte das indústrias.

Segundo o professor Baibich (ERENO, 2007,p.3), investimentos para avaliar a segurança dos produtos com base nanocosmética a fim de que não penetrem pela corrente sanguínea são altos e isso por consequência torna a nanotecnologia mais cara, porque quem for responsável vai ter que seguir todos os parâmetros científicos antes de fazer *marketing* de um novo produto.

No Brasil pesquisadores da rede nanocosméticos com sede na Universidade Federal do Rio Grande do Sul, fizeram um estudo a respeito de considerações a serem tomadas em conta para o estabelecimento de marcos legais, vejamos a seguir algumas destas:

Necessidade de que se informa no rótulo do produto, na embalagem secundaria do mesmo, ou na ausência deste, na embalagem primaria a presenca de nano estrutura, sempre que as mesmas estiverem presentes na composição do produto.

Colocar rótulos alertando se o produto pode ser utilizado em pele saudável não irritada. Já que os testes de toxicidade têm sido em peles saudáveis.

Estudos de toxicidade crônica (FRONZA et al, 2007, p. 58).

Uma das formas de se ter controle sobre o tamanho das partículas que estão sendo fabricadas é pela nanometrologia, trabalho que se constitui num desafio para o Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial –Inmetro.

4. - METODOLOGIA DE PESQUISA EMPÍRICA

4.1 Tipo de Pesquisa

A pesquisa foi desenvolvida em duas fases (Veja Ilustração 9), sendo que em cada fase o tipo de estudo e os instrumentos de pesquisa para a coleta de dados mudaram, vejamos a seguir:

Primeira fase da pesquisa.- esta fase foi exploratória (Vergara, 2004). É exploratória porque é realizada na área de nanotecnologia com pouco conhecimento acumulado e sistematizado a respeito da gerência de redes de inovação e em especial no processo de avaliação de desempenho. A pesquisa exploratória, segundo YIN (2006) VERGARA (2004, p. 47) e EINSENHARDT (2007) é qualitativa e de caso.

Nesta fase exploratória foi feita uma revisão da literatura através da análise de documentos públicos nacionais sobre a rede brasileira e redes internacionais em nanotecnologia (relatórios, documentos oficiais, evidências empíricas, etc., disponíveis na web). Como resultado desta fase foi feita a proposta inicial de um modelo conceitual para avaliar o desempenho das redes de inovação em nanotecnologia, o qual considera os fatores mais críticos a serem considerados na sua avaliação (ver seção 3 Proposta do Modelo).

Nesta primeira fase foram aplicadas 6 entrevistas semi-estruturadas a expertos de Nanotecnologia, as quais tiveram a finalidade de aprimorar a primeira versão do modelo conceitual.

Segunda fase.- Estudo empírico. A pesquisa nesta fase foi de Estudo de caso (Yin, 2006 e EINSENHARDT, 2007) e teve por finalidade obter informações e percepções junto aos atores-chaves da rede brasileira de nanotecnologia, a respeito dos fatores críticos que afetam o desempenho da rede. Como a rede brasileira tem vários segmentos distribuídos no território nacional, só se consideraram, 3 dos 10 atuais segmentos da rede (ver mais na frente).

Segundo GASSMAN AND ENKEL (s/d) e EINSEHARDT (2008) o estudo de caso tem as seguintes características:

- 1 É holístico já que tem o intuito de olhar o problema como um todo coeso;.
- 2 pode ser só de um caso ou de múltiplos casos.- o ideal é que o estudo seja baseado em pelo menos dois casos, os quais devem ser inclusive contrastantes nos seus resultados, para tornar as evidências mais robustas; e
- 3 uso de dados qualitativos e quantitativos. - este tipo de pesquisa pode utilizar tanto dados qualitativos quanto quantitativos.

Com esta fase pretende-se demonstrar três supostos deduzidos da primeira fase. Estes supostos estão baseados nas dimensões detectadas pela autora, como críticas para avaliar o desempenho de uma rede: O ambiente da rede, os processos da rede, e a transferência de tecnologia. Cada uma destas dimensões tem fatores associados que formaram o modelo de avaliação.

Suposto 1. O ambiente da rede e os fatores que o formam afetam o desempenho da rede.

Suposto 2. Os processos da rede e os fatores que o formam afetam o desempenho da rede.

Suposto 3 Os processos de transferência tecnológica e os fatores que o formam afetam o desempenho da rede.

Para esta pesquisa o desempenho da rede significa os resultados que a rede alcança durante o processo de inovação e depois de um período determinado. Este desempenho pode ser medido através de indicadores de aspectos tangíveis e intangíveis inerentes à natureza da rede.

4.2 Plano de pesquisa do estudo de caso (Yin, 2006)

No estudo de caso, a unidade de análise é o caso. Nessa situação foram escolhidos três segmentos da rede de nanotecnologia brasileira, assim tiveram-se três unidades de análise, fundamentalmente, o segmento de nanobiotecnologia, de nanocosméticos e de RENAMI Rede de Nanotecnologia Molecular e de Interfaces-sede São Paulo.

Seleção dos sujeitos

Os sujeitos que forneceram os dados foram os atores chaves da rede nos seus diferentes níveis: coordenadores, sub-coordenadores da rede, pesquisadores “seniors”, pesquisadores “juniores” (alunos de graduação, pós-graduação), representantes do governo (Ministério de Ciência e Tecnologia- coordenação geral de Nanotecnologia), representantes de P&D de

empresas parceiras da rede, gerentes de spin-off formadas a partir das redes, entre outros. Foram também considerados expertos em nanotecnologia no Brasil.

Ilustração 9 - Esquema da metodologia de pesquisa
 Fonte: elaboração própria (inspirado em HARLAND *et al* , 2004)

Coleta de Dados

A proposta do modelo foi feita na primeira fase da pesquisa, para tanto foram utilizadas fontes secundárias e primárias. As fontes secundárias foram bibliográficas (obtidas em livros, artigos de periódicos e revistas científicas, anais de congressos, artigos científicos, teses, dissertações, pesquisas em web sites, etc.) e documentais (relatórios públicos do governo brasileiro e de outras entidades a respeito da rede de nanotecnologia, etc.). As fontes primárias foram obtidas através de entrevistas semi-estruturadas aplicadas a 6 expertos em nanotecnologia brasileira.

Na segunda fase da pesquisa, isto é, na fase de teste do modelo a partir do estudo de casos, a coleta de dados se utilizou de diferentes fontes:

Fontes Secundárias e primárias. As fontes secundárias foram obtidas a partir de relatórios públicos disponíveis na web ou nas oficinas das entidades governamentais, em artigos jornalísticos, artigos científicos publicados em bases de dados públicas, em informações obtidas pela pesquisadora por meio de participações em congressos e fêrias tecnológicas relacionados à Inovação na Indústria brasileira, inovação e nanotecnologia desenvolvidos durante 2007 e 2008 no Brasil, e congressos internacionais a respeito de redes, sistemas de inovação na Europa (Portugal e Rússia).

Quanto às fontes primárias, estas foram obtidas através da aplicação dos seguintes instrumentos de pesquisa:

.Questionários.- A elaboração do questionário baseou-se nas recomendações feitas por GÜNTHER (2003) e foi desenvolvido de acordo com o modelo conceitual preliminar de avaliação de desempenho de redes de inovação em nanotecnologia. Este continha as seguintes partes (Veja apêndice 2):

- informações sobre o perfil do entrevistado: órgão em que o entrevistado trabalha, rede à que pertence e localização.
- escalas de Likert com 5 opções (com as opções: total desacordo, desacordo, indiferente, concordo, concordo totalmente), considerando ademais dessas opções a opção “desconheço”, pois segundo GÜNTHER (2003), quando existe a opção do respondente não ter condições de responder, deve-se deixar a alternativa “não sei” explícita. Estas questões estavam relacionadas às dimensões, fatores e indicadores descritos no modelo, veja Capítulo 3. Também estavam relacionadas com a consulta da importância e situação dos fatores nas redes, isto é, algumas eram de diagnóstico e outras verificavam a validade do modelo, com isso poderíamos obter resultados tanto da situação da rede quanto da importância dos fatores no processo de validação.
- ordenação dos tipos de relações colaborativas entre centros de pesquisa e firmas segundo a relevância (escala de relevância decrescente)

- ordenação dos fatores (variáveis independentes) que afetam o desempenho da rede por ordem de importância (1 indicou mais importante, 15 indicou menos importante). Neste caso, foram selecionados apenas os 5 fatores mais importantes.
- foram também consideradas as variáveis dependentes do modelo, isto é, o quanto os participantes consideravam a importância de cada uma das variáveis. Estas foram ordenadas por preferência (1 indicava mais relevante e 6 indicava a variável menos relevante) e posteriormente medidas as suas grandezas.

Para a aplicação do questionário, elaborou-se primeiro um pré-teste com alguns expertos no tema. A intenção inicial era aplicar o questionário virtualmente, isto é, os atores poderiam preencher o questionário utilizando a web. Constatou-se pouca participação dos atores, então foi decidido que a aplicação do questionário seria realizado de forma pessoal, sendo a própria pesquisadora quem coletaria os dados nos centros escolhidos. Os centros visitados foram: a Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP): Instituto de Química, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS): Departamento de Química, Instituto de Pesquisas Tecnológicas do estado de São Paulo (IPT), Secretaria Nacional de Nanotecnologia em Brasília; Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Departamento de Física e o Instituto de Química da USP. No total foram preenchidos por coordenadores de rede, pesquisadores, e alunos de doutorado, 30 questionários. O trabalho de coleta de dados não foi maior devido a dificuldades a serem comentadas.

Guia de Entrevista

A entrevista foi desenvolvida para suportar a pesquisa qualitativa. Esta teve 20 perguntas e foi organizada em blocos de análise segundo as dimensões do modelo preliminar proposto para avaliação de redes de nanotecnologia. Esta entrevista teve duração de até três horas cada uma e foi aplicada pela pesquisadora de forma pessoal nas diferentes sedes das redes e atores chaves, tais como Porto alegre, Brasília e o Estado de São Paulo (Campinas e Cidade de São Paulo)

O período de coleta de dados foi de abril 2007 a junho de 2008 de forma intermitente e de acordo à disponibilidade dos entrevistados.

4.3. Análise dos dados

A análise dos dados foi feita de forma qualitativa e quantitativa.

4.3.1 Análise qualitativa dos dados.

Este tipo de análise foi desenvolvido tanto na primeira fase da pesquisa exploratória como no estudo de casos. Esta análise é enriquecedora já que permite ter uma visão mais ampla do problema a ser pesquisado, assim como facilita captar percepções dos entrevistados. Neste tipo de avaliação, podem ser utilizadas suposições, que não implicam teste, apenas confirmação ou não via mecanismos não-estatísticos (VERGARA, 2004, p.10).

Tem-se combinado dois critérios (VERGARA, 2004, p.12) o descritivo (já que existe a preocupação de incluir dados no problema é que pesquisado) e o interpretativo (por que se situa o problema num nível de abstração a fim de definir enlaces com os fundamentos teóricos e evidências empíricas que permitam obter considerações e argumentos), vejamos isto de acordo às palavras textuais de Vergara (2004, p.15.).

A primeira etapa depois da coleta de dados será o momento em que se tentará estabelecer semelhanças, diferenças, tendências, e padrões relevantes. Essa etapa é de fundamental relevância, já que tornará possível a formulação de perguntas analíticas ao respeito de vários tópicos que atravessam o tema. As categorias teóricas mais específicas serão delineadas mais claramente nessa etapa, quando em função dos padrões relevantes de dados, será possível estabelecer relações com o quadro teórico inicial, procurando incluir algo novo ao que já se conhece ao respeito do tema

Na pesquisa empírica, os dados obtidos a partir das entrevistas foram transcritos e apresentados aos entrevistados para serem confirmados ou para serem alterados caso houvesse necessidade (VERGARA, 2004, p. 17). Para facilitar a análise os dados foram primeiro codificados com o propósito de apresentá-los de forma estruturada.

Os dados foram tratados de forma interpretativa, também foram estabelecidos padrões, e em geral foi feito um esforço para relacionar os dados obtidos nas entrevistas com a literatura,

evidências empíricas já existentes e documentos. A partir desta análise foi possível obter elementos que permitiram aprimorar a primeira versão do modelo de avaliação de desempenho de redes de inovação em nanotecnologia.

4.3.1.1 Dimensões de Análise e perguntas

A partir da análise da literatura se elaborou uma proposta inicial do modelo de avaliação de redes de nanotecnologia, a qual considerou dimensões de análises, que serviram de base tanto para a análise qualitativa, quanto quantitativa, veja a seguir a análise qualitativa segundo estas dimensões. As dimensões consideradas pelo modelo são:

- (I) Ambiente da rede (Ambiente Nacional de inovação-SIN): Políticas públicas para a inovação em redes nanotecnologia e instrumentos, instituições, infra-estrutura, orientação estratégica nacional da rede e ambiente inovação internacional.
- (II) Processo inovação em Rede: Colaboração – Interação entre atores
- (III) Transferência Tecnológica da rede
- (IV) Fabricação em escala e Comercialização¹
- (V) Demanda dos usuários intermédios e finais (segurança no ambiente e na saúde)¹

A seguir será feita uma análise dos resultados das entrevistas feitas a 25 atores, entre coordenadores, pesquisadores e alunos de pós-graduação. Entre os expertos consultados na área, serão destacados: o Dr. Norberto Baibich, coordenador geral de micro e nanotecnologia no Brasil; o Dr. Alfredo de Souza Mendes, Vice-coordenador de micro e nanotecnologia no Brasil; o Professor Dr. Fernando Galembeck, um dos maiores expertos na área no Brasil; o Professor Dr. Oswaldo Masambani, diretor da agência USP de inovação; a Professora Dra. Silvia Guterres, coordenadora da rede de nano-cosméticos; o Prof. Dr. Nelson Durán, ex-coordenador da rede de nanobiotecnologia; o Prof Dr. Enrique Toma Heizi, Coordenador do Instituto Milênio de materiais complexos; entre outros importantes expertos.

4.3.1.2 A avaliação.

Para fazer a avaliação qualitativa, serão classificadas as perguntas pelas dimensões mencionadas acima. Para facilitar a análise das respostas, para cada pergunta será dada uma

¹ Os blocos IV e V não serão analisados já que pertencem ao estudo de redes de inovação desde a perspectiva da indústria

resposta sintetizada, isto é resumida de todos os respondentes, que em alguns casos será complementada com data secundária.

Dimensão I.- Ambiente da rede (Ambiente Nacional de inovação-SIN).

As perguntas a seguir estão relacionadas com as políticas públicas para a inovação em redes de Nanotecnologia e instrumentos, instituições, infra-estrutura; Orientação Estratégica Nacional da Rede e Ambiente de inovação Internacional

Perguntas:

As perguntas a seguir foram formuladas aos atores acima mencionados, explicando-lhes primeiro que o enfoque dado às redes e ao tema dos fatores a serem considerados para sua avaliação, estava dentro de um contexto de redes de um sistema de inovação.

Considera que a pesquisa em redes é um modelo que deve ser promovido e fortalecido para robustecer a pesquisa em Nanotecnologia e pelo tanto o Sistema de Inovação?

R:. A pesquisa em redes é um modelo que deve ser fortalecido, com isso se robustece o Sistema Nacional de Inovação e o emergente Sistema de Inovação em Nanotecnologia. A Nanotecnologia por seu caráter multidisciplinar, precisa das redes para fortalecer a pesquisa e a geração de tecnologias. As redes vieram para ficar, e são irreversíveis (GALEMBECK, 2008; TOMA, 2008; BAIBICH, 2008).

Em países como o Brasil, em desenvolvimento, estas redes de inovação são ainda mais críticas dadas as possibilidades e impactos positivos que oferecem, seja para acesso a recursos de conhecimento, de informação a nível inclusive global, como também a utilização mais eficiente de laboratórios, infra-estrutura, etc. Entretanto, se deve estar ciente que é toda uma mudança de paradigma (sobre tudo para os nossos países ocidentais) e é um processo gradual. Os resultados chegarão em um longo prazo.

Qual é a importância de uma orientação estratégica nacional para nanotecnologia, , concertada entre os diferentes atores? Existe de fato esta orientação na área de nanotecnologia brasileira? Que avanços se têm?

R: Dos 25 atores chaves entrevistados, entre expertos em Nanotecnologia no Brasil, coordenadores de redes, diretores de agências de inovação, formuladores de Política Pública (representantes do Ministério de Ciência e Tecnologia do Brasil- isto é o coordenador geral de nanotecnologia e o sub-coordenador de nanotecnologia no Brasil), um 90%, concordaram que a definição de uma estratégia nacional de Nanotecnologia é fundamental para o desempenho da rede. Esta estratégia permitiria definir o norte da pesquisa em nanotecnologia num horizonte de longo prazo, previa priorização das áreas de pesquisa acorde às necessidades do país. Sendo que esta estratégia precisa ser concertada entre os diferentes atores e sem dúvida requer de apoio político.

O que se tem atualmente são orientações em curto prazo, isto é, programas e ações para Nanotecnologia (como o Programa de Ciência e Tecnologia 2004-2007 e o 2007-2010). Sem dúvida é um aspecto positivo, mas se o objetivo é alcançar uma Nanotecnologia de classe mundial, são necessários horizontes de longo prazo em congruência com o que acontece no mundo nesta área (TOMA. 2008; KOITI 2008). Segundo GALEMBECK (2008): “*O governo deve ao país uma estratégia de nanotecnologia*”.

Em geral o clamor é por uma estratégia de nanotecnologia em longo prazo, a qual independa do governo de turno e sim se constitua em assunto de estado. Neste contexto cabe lembrar que muitos países desenvolvidos têm conseguido avanços significativos em nanotecnologia e um comum denominador tem sido a definição de uma estratégia nacional em longo prazo, caso de Estados Unidos, por exemplo, com a sua famosa Iniciativa Nacional de Nanotecnologia.

Considera que cada rede deve ter uma orientação estratégica (plano estratégico) e alinhada às estratégias nacionais? Esta orientação estratégica tem algum efeito no desempenho da rede?

R: Foi um consenso entre os entrevistados, a relevância de orientação estratégica por cada rede. Infelizmente disseram também que isto é uma grande fraqueza das redes. Associaram esta dificuldade ao fato do governo também carecer de uma orientação estratégica em longo prazo.

As políticas de inovação são fundamentais para fortalecer redes e portanto promover robustos sistemas de inovação? Qual é a sua apreciação da Política de inovação no Brasil e quais os efeitos desta no desempenho das redes em nanotecnologia?

R: Vinte entrevistados, isto é 80% deles, responderam que são fundamentais e que têm um impacto direto no desempenho das redes e no fortalecimento do sistema de inovação. Ditas políticas contribuem no fortalecimento do ambiente de inovação no país, mediante seus diferentes mecanismos: como criação de leis, incentivos por exemplo à iniciativa privada (seja mediante subsídios, taxas financeiras, etc.), formação de Recursos Humanos, promovendo um mercado de capital de risco, entre outros. Mas com relação à Política de inovação Brasileira, embora tenha tido importantes avanços, precisa de aprimoramento no que diz respeito à nanotecnologia, por exemplo. Para muitos dos entrevistados não estão claros os benefícios da Lei de Inovação e seus impactos na nanotecnologia, indicaram que são necessários maiores esclarecimentos ao respeito.

Qual é a relevância dos fundos no desempenho da rede? Que tipo de fundos devem ser procurados, somente públicos? Que tão suficientes são os fundos para sua rede?

R: Para quase a maioria dos entrevistados, os fundos são indispensáveis para desenvolver a pesquisa. Quando as redes estão em formação os fundos públicos são muito importantes. Na medida que a rede vai tendo maturidade, vai obtendo fundos de outras fontes, de capital de risco, de empresas em projetos colaborativos, de agências internacionais, através de projetos em conjunto com instituições internacionais, etc.

Para o atual coordenador da rede RENAMI, os fundos são insuficientes vejamos a seguir:

"os modestos recursos alocados inicialmente pelo CNPq destinam-se à estruturação dessas redes, através de um levantamento de competências, de modo geral, e de grupos de pesquisa atuantes que tenham interesses comuns ou complementares em temas da nanociência e da nanotecnologia. Nesse processo inicial de estruturação, o CNPq busca, sobretudo, fomentar as interações e intercâmbios entre esses grupos (MALTA, 2002)."

Considera que a Infra-estrutura laboratorial afeta o desempenho da rede? A rede tem uma infra-estrutura adequada para facilitar a pesquisa de classe mundial em nanotecnologia? Que tanto é usada racionalmente pelos membros da rede?

R: A infra-estrutura laboratorial tem um papel chave na pesquisa em nanotecnologia. A pesquisa em Nanotecnologia é cara, precisa de instrumentos de análise sofisticados os quais são muito caros, de salas limpas, etc. Sem infra-estrutura adequada é inviável fazer pesquisa e acompanhar os avanços ao nível internacional.

Segundo atores da academia, a infra-estrutura é boa, mas o país precisa fazer maiores investimentos para melhorar a qualidade da pesquisa ainda mais. Reconhecem que se tem feito importantes investimentos nesta área, tais como o Laboratório Nacional de Luz Sincroton (em Campinas São Paulo) e os Institutos do Milênio, que são de qualidade internacional.

Quanto ao Laboratório de Luz Sincroton, por exemplo, ele tem alcance nacional e internacional e está aberto a todo pesquisador que precise de infra-estrutura para fazer seus experimentos.

Mais de 70% dos entrevistados admitiram que é preciso fazer um uso racional desta infra-estrutura laboratorial e que muitas vezes esta não é usada de forma compartilhada pelos membros da rede. Apontaram que uma causa deste problema são as grandes distâncias geográficas entre os membros das redes, o que dificulta o uso racional dos laboratórios dentro de uma rede. Assim os pesquisadores optam por pesquisar dentro de seus próprios laboratórios nas suas universidades de origem. Em raras ocasiões fazem seus experimentos ou provas em laboratórios internacionais (aproveitando alguma posição de pesquisador visitante).

Qual é o papel das tecnologias de Informação e Comunicações (TICs) na pesquisa em redes, e como afetam o seu desempenho?

R: Houve unanimidade entre os entrevistados de que hoje as TICs, principalmente a Internet tem se tornado o principal meio de comunicação com os demais membros da rede e com o exterior. O desempenho da rede é afetado positivamente com o uso da Internet. Afirmaram, que permite maciço acesso a informação, a bases de dados científicos e que o seu trabalho tem

se tornado mais fácil. Também coincidiram que para um país das dimensões geográficas como o Brasil, as TICs, tornaram-se indispensáveis para diminuir as distâncias físicas.

Houve uma queixa geral a respeito da necessidade de melhora da infra-estrutura de TICs, e da necessidade de se criar ambientes virtuais de pesquisa mais robustos, que lhes permitam, por exemplo, fazer simulações apoiadas pelo computador, videoconferências, etc.

Um número significativo de entrevistados, comentou que em outros países, inclusive já se contam com sistemas virtuais de inovação em nanotecnologia, onde o potencial inovador das redes tem-se elevado substancialmente, como é o caso da rede de excelência na Alemanha (redes Kompeteteze).

A formação e treinamento de Recursos Humanos até que ponto é um fator crítico para o desempenho da rede? Como avalia o processo de formação, treinamento e absorção de RHs qualificados em nanotecnologia tanto na academia quanto na Indústria?

R: O consenso geral foi de que sem Recursos Humanos qualificados, se compromete a pesquisa em nanotecnologia e o desempenho da rede fica também comprometido. Esta formação passa por reformas educativas, por reformas de currículos, etc., onde a multidisciplinaridade seja a base. São necessários profissionais de várias áreas (biólogos, físicos, químicos, engenheiros, entre outro) e como disse VERISSIMA (2008): “*se requer também de profissionais que tenham uma linguagem comum*”. Um componente fundamental nesta formação é o espírito empreendedor, vital para levar adiante empreendimentos em nanotecnologia, e isto deve vir desde a base da formação educativa (desde os seus inícios ou seja na formação básica).

No caso brasileiro, foi reconhecido de forma significativa o fomento que o governo vem dando à formação de Recursos Humanos de alto nível, através de bolsas para iniciação científica, mestrado, doutorado, pós-doutorado, para mobilidade internacional (doutorados e pós doutorados sanduíches, etc.), professores visitantes, doutorados em indústrias, etc. Assim foi bem reconhecida a labor do CNPq e FAPESP, entre outras agências de fomento.

Qual é o papel de um Sistema de Propriedade Intelectual e sistema de métricas para nanotecnologia, que impacto tem no potencial inovador das redes?

R: Os entrevistados concordaram na sua maioria que um sistema de propriedade intelectual para nanotecnologia é fundamental para garantir os direitos autorais e inovações derivadas da pesquisa, neste caso em redes. Mostraram-se muito preocupados no sentido dos poucos avanços ao respeito deste tema nas leis brasileiras, um 30 % (7 entrevistados) inclusive desconheciam a existência de leis específicas para a nanotecnologia.

Mais de oitenta por cento dos entrevistados reconheceram que nas universidades que tinham agências de inovação (caso da Universidade de São Paulo- Agência USP Inovação, ou na Universidade Estadual de Campinas- UNICAMP e a agência INOVA) o trabalho de tramite de patentes, por exemplo, ou a iniciativa de formação de Spin-offs, tinha se tornado bem mais fácil, já que estas agências lhes facilitavam apoio técnico nestas áreas. Os pesquisadores em geral têm a responsabilidade de escrever suas patentes, mas eles têm a ajuda destas agências. A queixa, entretanto era da excessiva burocracia e da excessiva demora na obtenção das patentes, especialmente indicaram que este processo era muito lento no Instituto Nacional de Patentes (a entidade brasileira encarregada de aceitar ou não uma patente). Houve reclamação geral neste sentido, dizendo que precisavam reorganizar o seu funcionamento a fim de torná-la mais ágil e eficiente. Esta imagem tem alcançado, inclusive, repercussão internacional.

No caso das redes localizadas em outros estados brasileiros, onde não tinham as agências de inovação nas universidades, o processo é realizado através de apoio de advogados especializados e muitas vezes o pesquisador é quem paga os honorários de ditos profissionais. Eles se mostraram muito descontentes com isto.

Quanto a métricas e certificação para produtos e os processos baseados em nanotecnologia foi também um consenso entre os entrevistados sobre o impacto negativo que tem a falta de ditas métricas nas redes de nanotecnologia, já que, a incerteza que existe sobre os efeitos na saúde e no ambiente, muitas vezes deixa os próprios pesquisadores apreensivos e temerosos dos riscos que poderiam estar correndo com as pesquisas, já que a manipulação de moléculas pode afetar a saúde, ao não se ter nenhuma proteção especial. Vários entrevistados manifestaram que estavam preocupados com a sua saúde e com os riscos que poderiam estar sofrendo. Também comentaram que estes riscos se poderiam apresentar com os trabalhadores nas indústrias onde já se estaria fabricando a escala os produtos baseados em nanotecnologia e não se têm as condições de segurança ou pelo menos são desconhecidas.

Sobre estes dois temas, o panorama internacional não é muito diferente (PEREZ; SANDGRE, 2008), de tal forma que eles constituem-se num grande desafio a ser superado para que os produtos seja comercializados e cheguem à sociedade com segurança e sem danos ao meio ambiente.

A difusão na sociedade das vantagens potenciais da nanotecnologia é importante para melhorar o desempenho das redes, como é este processo no Brasil?

Os entrevistados concordaram que é relevante, mas que muito escassa. O cidadão comum não conhece a nanotecnologia. Programas de difusão são importantes por que a partir daí criam-se as condições para facilitar os processos de comercialização. Os pesquisadores argumentaram que esta difusão precisa ter a via paralela de oferecer produtos com segurança, do contrário o processo inovador das redes poderá ter sérios contratempos.

Eles ressaltaram a labor de difusão na sociedade e de discussão dos impactos no ambiente e no trabalho da Nanotecnologia, feitos pela Rede RENANOSOMA, localizada no Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, IPT. Eles realizam congressos internacionais para difundir estes temas, têm publicado livros, etc. Também se destaca um livro publicado pela Rede de Nanocosméticos da Universidade Federal do Rio Grande do Sul sobre propostas para regulação da nanocosméticos e um workshop dirigido tanto aos membros da rede quanto a empresas para difundir o potencial dos nanocosméticos. Na rede de Nanobiotecnologia da UNICAMP, também existem livros publicados, e têm se realizados workshops sobre os benefícios potenciais da nanotecnologia.

Sobre o papel da imprensa também comentaram que era muito incipiente e sobre a geração de emprego baseado em nanotecnologia, em geral, manifestaram que desconheciam qualquer informação.

Que tão importante é o empreendedorismo nanotecnológico e qual é o seu impacto nas redes? O capital de risco afeta este processo?

R: Os entrevistados argumentaram que para explorar a nanotecnologia, era indispensável desenvolver espírito empreendedor. Achavam muito positivo o empreendedorismo, mas ao

mesmo tempo reconheciam que precisavam desenvolver capacidades para isto. Consideravam que a falta de empreendedorismo, demonstrado pelo pouco número de empresas de base tecnológica formadas nas universidades, seja por professores, ou por alunos é uma amostra de isto. O professor GALEMBECK (2008) manifestou que era preciso que esta formação inclusive se de nos inícios da formação das pessoas na vida acadêmica, onde o aluno precisa apreender a pensar de forma diferente. Os entrevistados também manifestaram, que é necessário um ambiente de inovação no país, isto é, precisa-se da base de uma cultura inovadora, a qual não se obtém de um dia para outro, infelizmente.

Uma percentagem significativa respondeu que empreendedorismo no Brasil, especialmente nas universidades públicas é complicado, já que as próprias leis tanto do país, quanto a regulamentação ao interno das universidades precisa de serias mudanças para que este processo se torne realidade.

Entretanto, também foi ressaltado que as agências de inovação, algumas agências do governo vêm desenvolvendo programas de formação de empreendedores entre os pesquisadores.

Alguns entrevistados, uma minoria considerava que preferiam ficar na pesquisa, já que formar empresas incluía outro tipo de competências, para os quais não se sentiam preparados e no momento não era do seu interesse.

Quanto ao capital de risco, houve uma opinião geral de que este é fundamental para apoiar o empreendedorismo nanotecnológico. Só que infelizmente este é muito escasso no país. O governo, manifestaram os entrevistados, vem promovendo mecanismos para que as agências do governo (como FINEP, BNDES) ofereçam subsídios e empréstimos aos empreendedores, entretanto se queixaram de que estes programas estão mais orientados às grandes empresas.

Teve-se a oportunidade de entrevistar a um gerente (estudante de pós-doutorado) de uma spin-off formada através da pesquisa, pertencente ao Instituto do Milênio de materiais complexos. Esta spin-off está sediada no CIETEC- da Universidade de São Paulo e é uma empresa incubada. Dita empresa, está na fase de elaboração de protótipos e justamente estava na procura de capital de risco. O gerente comentou que esta tarefa era uma seria dificuldade e que para compensar os gastos operacionais, efetuavam alguma consultorias, já que os custos de pessoal, eram cobertos com financiamento do CNPq.

Dimensão II- Processo Inovação em Rede: Colaboração- Interação entre atores membros.

Até que ponto, as interações Universidade – Institutos de Pesquisa Pública e firmas favorecem o desempenho da rede? Que tipo de colaborações tem com a Indústria? Que precisa para que isto seja fortalecido?

R: É um consenso que estas interações são fundamentais para fortalecer o desempenho da rede, permitindo que o conhecimento gerado na academia, vire tecnologias e pelo tanto gere riqueza. No caso brasileiro se tem escassa relação com a indústria, é um processo que está ainda começando a surgir. Neste labor se destaca o trabalho do professor Dr. Toma, Diretor do Instituto do Milênio para materiais complexos, quem tem trabalho intensamente para que a interação academia e indústria seja uma realidade. Por exemplo foi o promotor das Nanotec 2006, 2008 . Nestes eventos tenta-se fazer interagir a indústria com a pesquisa pública e vice-versa, buscando nestes espaços, mostrar produtos e possibilidades de pesquisa conjunta, entre outras atividades.

GONÇALVES DA SILVA (2002) explica que as redes têm seu foco principal nas pesquisas básicas e no treinamento dos recursos humanos e, embora se ocupem da questão de inovação, não possuem instrumentos institucionais e financeiros para a exploração de seus resultados. Disse que a proposta de criação do Centro Nacional de Referência em Nanotecnologia viria preencher esta lacuna. Isto é, a aplicação dos resultados das pesquisas acadêmicas na forma de uma secretaria executiva, responsável pela articulação dos esforços do país na área. KNOBEL (2002), corrobora esta posição:

*Um dos grandes desafios da pesquisa na área da nanociência e nanotecnologia é conseguir integrar esforços para otimizar os estudos, pois geralmente os equipamentos necessários são extremamente caros, e são necessários pesquisadores altamente especializados em certas áreas do saber. Seguindo a tendência mundial, as pesquisas nessa área requerem **uma articulação centralizada**, que consiga mobilizar os pesquisadores das universidades e centros de pesquisa, os empresários e as fontes financiadoras, principalmente governamentais. Esse tipo de ação já foi implementada nos Estados Unidos da América (<http://www.nano.gov>), Europa (<http://www.esf.org>) e*

outros países. Novos resultados têm aparecido diariamente como resultado desse esforço.

Um outro depoimento a respeito deste tema é do MALTA, (2002)

“Uma outra preocupação diz respeito à interação com o setor empresarial, através da oferta de consultorias e do estabelecimento das bases para a futura produção de dispositivos nanotecnológicos em escala industrial. Este, obviamente, é um processo que não ocorre do dia para a noite. Requer amadurecimento e, sobretudo, a consolidação das redes de nanociência e nanotecnologia que estão sendo estruturada (MALTA, 2002). Vale a pena aqui salientar que pequenos passos nessa direção têm sido dados, a exemplo da empresa Ponto Quântico Sensores e Dosímetros Ltda, sediada em Recife, que está lançando um dosímetro de uso pessoal para radiação ultravioleta, baseado em compostos com íons lantanídeos. O projeto foi desenvolvido em colaboração com o grupo do programa de metalurgia e engenharia de materiais da COPPE-RJ”.

A universidade gera o conhecimento, mas hoje se cobra delas que esse conhecimento tenha impacto na sociedade, essa é a conceição moderna da inovação. Para que isso seja uma realidade é preciso de interação e colaboração com a indústria, para que se desenvolvam projetos colaborativos de pesquisa. As empresas têm o know-how para gerar tecnologias, em fabricação a escala, em comercialização. Então o impacto deve ser alto, ao se juntar as competências da indústria e a universidade. Países desenvolvidos como Estados Unidos, Reino Unido, por exemplo, trabalham neste esquema de desenvolvimento e os resultados gerados têm sido altíssimos

Citando o caso do Reino Unido, muitas universidades a partir destes projetos colaborativos com a indústria, têm desenvolvido muitas spin-offs e muitas delas inclusive já estão sendo cotadas na bolsa de valores de New York. Os resultados deste modelo têm impactos positivos na economia e no desenvolvimento social. Mas para que isto seja uma realidade no Brasil, muitos esforços têm que ser feitos, ainda, tanto no nível de políticas públicas (leis, incentivos vários às empresas, pesquisadores etc.), reformas no nível das universidades, novos modelos de gestão e instrumentos de apoio para as redes, assim como treinamento gerencial aos pesquisadores para aprender a lidar com a linguagem das empresas. Eles afirmaram que

muita coisa poderá ser feita sem as capacidades necessárias por parte dos pesquisadores e sem a consciência dos empresários da importância de fazer estas parcerias (já que é um problema cultural também de que os empresários valorizem a pesquisa nas universidades).

A professora Dra. SANTANA (2008) da faculdade de engenharia Química da UNICAMP, reiterou estas afirmações dos seus colegas, quando na entrevista indicou;

“Se um pesquisador que pretende interagir com as firmas para estabelecer parcerias colaborativas, tem restrições da linguagem empresarial, além disso tem escasso preparo gerencial, pouco entendimento da indústria com a qual quer fazer ditas parcerias, estará em grande desvantagem. É preciso que cada pesquisador, também por sua conta se prepare gerencialmente para facilitar este processo e com certeza muitas portas se abrirão”

As interações entre instituições públicas têm impacto no potencial inovador da rede? Como se dá esse processo na sua rede?

R: Foi um consenso que a multidisciplinaridade tem um impacto positivo no desempenho das redes. A Nanotecnologia é por natureza multidisciplinar, portanto estas relações multidisciplinares são fundamentais para alcançar os objetivos da rede e fazem parte da sua essência (SBPC, 2006).

Quase a maioria dos entrevistados respondeu que esse tipo de inter-relações é fundamental. Entretanto, muitas das redes, hoje em dia, comportam-se como grupos de pesquisa isolados, sem tirar proveito da infra-estrutura das redes.

A governança da rede tem alguma importância no alcance dos objetivos da rede? Qual o relevância do papel do coordenador no desempenho?

R: Tem um papel muito importante, foi a resposta unânime. Só que afirmaram que muitas das redes precisam aprimorar as suas estruturas de governança, uma forma poderia ser através de apreender a desenvolver capacidades gerenciais de pesquisa em rede (onde possam ter mecanismos e aptidões para lidar com multiculturalismo, conflito interno, etc.). Muitos reclamaram que muitas redes continuam sendo administradas como se fossem grupos

tradicionais de pesquisa e que tinha a muita centralização na toma das decisões e escassos canais de comunicação entre atores, a exceção das reuniões anuais que algumas redes realizavam. Fomento a maior diálogo com uma linguagem comum foram outras das reclamações dos entrevistados. A falta de um vocabulário comum em grupos multidisciplinares, também é um problema.

Até que ponto o reconhecimento internacional deve ser um fato almejado pelas redes para elevar o seu desempenho?

R: Para que a pesquisa de um país chegue a ter reconhecimento internacional é preciso que seja de qualidade. Um objetivo da rede deve ser propiciar que a qualidade da pesquisa seja inerente a esta. Há vários mecanismos para que isto seja uma realidade, como publicações /ou co-publicações em revistas (“journals”), geração de patentes e co-patentes, estabelecimento de convênios internacionais, obtenção de fundos de outras entidades nacionais e internacionais pela aprovação de projetos desejavelmente colaborativos, mobilidade internacional e ampliação do alcance da rede, etc.

Na realidade brasileira tem sido feito através do governo (como já foi mencionado anteriormente) esforços para criar condições de ambiente inovador para que a qualidade da pesquisa possa surgir. Do lado dos pesquisadores, estes têm feito sua parte, de tal forma que muitas das redes tem significativa produtividade científica em revistas (“journals”) de alta qualidade, incrementando e fortalecendo a base de conhecimento. O trabalho de cientistas brasileiros é reconhecido em âmbito internacional, comentaram os entrevistados. Já a mobilidade internacional deveria ser mais intensa, só se limita a alguns pesquisadores de reconhecida trajetória, e muitos dos quais já tinham os seus contatos inclusive antes que as redes nacionais fossem formadas. Eles comentaram que se deveria reconsiderar as atuais políticas de cada rede a fim de inserir neste processo cada vez mais aos estudantes de pós-graduação

Dimensão III - Transferência tecnológica da rede

Quais são os resultados mais importantes a serem considerados no processo de inovação em rede, tanto no nível de geração de conhecimento quanto no nível tecnológico, numa perspectiva de sistema de inovação?

R: Em geral sempre se tem avaliado às redes pelos indicadores tradicionais de saída como: artigos científicos, formação de RHs, patentes, etc. Mas faz falta indicadores que reflitam resultados de rede, assim com indicadores que afetam à rede e que vem do ambiente do país, do nível internacional, afirmaram a maioria de entrevistados. Inclusive resultados de rede deveriam ser considerados como co-publicações, co-patentes e projetos colaborativos com firmas.

Ampliando um pouco estas respostas, os entrevistados manifestaram que aspectos do próprio funcionamento de rede deveriam ser considerados, isto implicaria considerar aspectos intangíveis que afetavam o desempenho das redes como:

- Definição da estratégia de cada rede, em congruência com a orientação estratégica nacional
- Efeito da intensidade de interações entre atores
- Frequência de interações
- Qualidade interações
- Coesão e conectividade dos atores
- Confiança entre atores e capital social
- Projetos colaborativos
- Política de governança
- Gestão da rede
- Política de alocação de fundos
- Política para mobilidade de pessoal
- Intensidade de informação entre atores
- Modalidades de interação (física/ virtual), etc.
- Outros- Empreendedorismo tecnológico e Visibilidade internacional

Um número razoável de entrevistados disseram que também seria importante avaliar quanto contribui um pesquisador à produtividade da rede. Queixaram-se que hoje em nome da rede, muitos pesquisadores que não contribuem muito tem a mesma avaliação que aqueles que têm feito todos os esforços no processo de pesquisa. Consideraram que deveria existir alguma forma de incentivar aos pesquisadores para que isto não aconteça. No nível do ambiente da

rede, também é importante ter critérios como métricas de avaliação de tal forma que permitam saber quais de todos esses fatores estão afetando o desempenho de forma crítica.

No caso brasileiro a maior fortaleza tem sido a produtividade científica, com marcada presença em publicações em revistas internacionais de reconhecido prestígio. Assim reconhecem que o foco tem sido mais na pesquisa básica. Portanto, poucas inovações têm sido geradas nestes anos. Isto significa poucas patentes, e muito menos poucas patentes em uso industrial. Por outro lado indicadores como co-publicações tem sido escassas assim como co patentes (quase nenhum dos entrevistados mencionou ter tido a oportunidade de co-patentear com firmas).

A maioria dos entrevistados concordou que o número de projetos colaborativos com empresas é ainda incipiente. Existem poucas redes com poucos projetos colaborativos. Muitos pesquisadores concordaram que são necessários modelos de gestão que permitam uma maior proximidade com a indústria, junto ao desenvolvimento de capacidades para lidar com as firmas. Eles também reiteram que é preciso vencer a resistência da indústria para trabalhar colaborativamente com a universidade (como já foi mencionado anteriormente).

Outro tópico mencionado foi o problema da barreira burocrática brasileira no processo de transferência. Esta barreira burocrática torna difícil que as inovações cheguem ao mercado e se tornem produtos úteis para a sociedade. Afirmaram os entrevistados, que seria interessante para o Brasil, desenvolver mecanismos de transferência direta, mediante spin-offs. A criação de contexto para a formação de spin-offs significa reconhecer que o investimento em pesquisa e desenvolvimento traz benefícios comerciais e sociais. Segundo Campbell (2007), isto implica também a consciência de que a pesquisa básica em universidades poder ser transformada em produtos econômicos gerando uso e renda.

Estes argumentos são reiterados varias vezes, segundo as palavras de Massambani (2008) é preciso identificar dentro do conhecimento gerado, o que pode ser comercializado (por exemplo através da formação de spin-offs), para logo patentear essas idéias e seguidamente produzir a escala comercial. É preciso também vontade política do governo para que as diversas agências promovam o novo modelo de crescimento, e as universidades empreendedoras, ou como disse Etzkowitz (2002, p. 7) para que assumam as universidades a sua terceira missão.

Concordaram finalmente que era preciso avaliar a rede de forma sistêmica e como um todo, compreendendo não só as saídas, mas também os fatores (input) e o processo de rede (a dinâmica colaborativa) que influenciam no seu desempenho,

Dimensão IV - Fabricação em escala e Comercialização

Nesta seção comenta-se que as operações comerciais já têm começado no Brasil em termos de vendas, algumas redes já têm produtos sendo comercializados. Entretanto esta dimensão não foi estudada já que foge do foco de estudo deste trabalho.

Dimensão V.- Demanda do Mercado (segurança no ambiente e na saúde)

Esta dimensão também foge do foco de estudo. Só comenta-se que os problemas de segurança para saúde e para o ambiente são temas que afetam o desempenho das inovações em rede e sem dúvida precisam ser resolvidos.

Avaliação de redes: cultura de avaliação, sistemas de avaliação, instrumentos de apoio.

Para complementar a análise, foram feitas algumas perguntas específicas sobre a importância de avaliar as redes a cultura de avaliação e alguns aspectos complementares.

Avaliar redes de inovação e redes de inovação pública é relevante?

R: A resposta foi afirmativa por parte de quase todos os entrevistados. Muito mais quando se fala de redes financiadas pelo governo. É bom avaliar redes públicas, já que a sociedade precisa saber como o dinheiro dos seus impostos vem sendo aplicado. Por outro lado a avaliação deve ser algo natural inerente ao processo de gestão de redes.

Considera que no processo de avaliação de redes se devem privilegiar resultados tangíveis ou também se devem considerar resultados intangíveis?

R: Os entrevistados coincidiram que ambos tipos de fatores são importantes. Sendo que em redes as dimensões qualitativas tomam bastante relevância.

Que tipo de avaliação considera que é mais apropriada para avaliar uma rede? Avaliação ex ante, avaliação durante (monitoração) ou avaliação ex post (resultados passados) Conta a rede com algum sistema de avaliação?

As respostas foram mais para dois tipos de avaliação, avaliação durante o processo de desenvolvimento de redes (monitoração de redes) e para avaliações depois de um período determinado (ex- post). Argumentaram que alguns órgãos do governo associados ao Ministério de Ciência e Tecnologia - O centro de estudos estratégicos - tinham mais recursos e competências para fazer avaliações tipo ex-ante (estudos de cenários, etc).

Foram unânimes em dizer que não tinham mecanismos e formais de avaliação dentro de cada rede. Geralmente as redes são avaliadas por pedido do Ministério de Ciência e Tecnologia – Coordenação Geral de Nanotecnologia - e em base a relatório de atividades solicitados por eles cada dois anos em média. Estas avaliações consistem em apresentações orais de resultados por parte do coordenador da rede e a entrega de um relatório. Afirmaram que em anteriores ocasiões efetuaram-se avaliações das redes, baseadas em relatórios, e trabalhos apresentados em workshops revisados por pares avaliadores.

Um sistema apoiado pelo computador foi também solicitado, sobre tudo para acompanhar os diversos projetos e resultados.

Qual é o nível de maturidade destas redes? Quais são as suas fortalezas e quais são os seus desafios?

Quase foi um consenso que as redes embora tenham começado em 2001, elas ainda estão numa fase inicial. Um fato que demonstra isto é a sua falta de interação com a indústria. A grande fortaleza destas redes é a base de conhecimento gerada e a significativa produção intelectual, mas precisa dar o seguinte passo, isto é, converter o conhecimento em riqueza, e para isso a interação com as empresas é vital. As redes brasileiras precisam se transformar em redes, isto é precisam ser dinâmicas, já que esta é a sua natureza, Algumas ainda trabalham de forma isolada, como grupos de pesquisas, faltando, portanto, muita interação entre seus centros.

4.3.2. Análise Quantitativa dos dados

Medir o desempenho das redes de Nanotecnologia constitui uma tarefa de caráter exploratório, trabalhos neste sentido são poucos na literatura internacional. A proposta do presente trabalho de fornecer um modelo que meça eficientemente o desempenho da rede de Nanobiotecnologia no Brasil é de fato inédita.

Os modelos que tentam explicar desempenhos ou comportamentos (variáveis latentes) estabelecendo relações com desempenhos particulares são denominados modelos de crenças (BREVIDELLI; CIANCARULLO, 2001, p.196) e são amplamente utilizados em diversas áreas do conhecimento.

De acordo com esse modelo, o desempenho de uma rede depende de vários fatores entre eles: Primeiro: o ambiente que envolve a rede, isto é, o conjunto de variáveis que permitem que uma rede exerça e cumpra sua função de maneira eficiente. Podemos considerar neste caso variáveis como a orientação estratégica nacional (“existem planos sobre o futuro da área a nível nacional?” “alguma estratégia?”), políticas de inovação em nanotecnologia no contexto do SIN ao qual estão associados a disponibilidade de fundos (“são eles suficientes?”), de infra-estrutura (como laboratórios, “estão em condições de trabalho?”), de recursos humanos (“o pessoal que trabalha na rede, é qualificado?”), de marcos legais, etc. Segundo: a Dinamicidade da Rede, isto é a qualidade das interações entre os membros da rede, tomamos para este caso variáveis como densidade estrutural (“existem muitos atores?”), a Intensidade (“os atores tem contato entre eles?” “com que frequência eles dialogam?”) e governança (“os coordenadores dos projetos, estão cumprindo suas funções?” “existe interação entre coordenadores de diferentes projetos?” “como são os mecanismos de coordenação?”). Terceiro: o Impacto da rede, onde as variáveis mais importantes a serem levadas em conta são a quantidade de projetos de pesquisa básica (“são suficientes?”), a quantidade de patentes, o número de projetos em parceria com a indústria (“qual o estado atual?”), e o capital de risco.

Ainda, segundo o modelo de crenças, estamos considerando a hipóteses de que o desempenho da rede depende de um conjunto de fatores, que por sua vez são determinados por conjuntos de variáveis latentes. Mas, temos ainda que responder à questão de o que representa para o modelo o próprio desempenho, isto é, qual o nível?, a escala de mensuração é do tipo

ordinal?. Entendemos desempenho como uma medida que contém as seguintes variáveis que adquirem maior ou menor importância segundo a avaliação dos atores (colaboradores da pesquisa): publicações científicas, patentes solicitadas, patentes licenciadas, Spin-Offs, projetos colaborativos e o número de pessoas formadas.

Metodologia:

O estudo foi desenvolvido pela pesquisadora em diferentes locais como Campinas (UNICAMP), São Paulo (USP), Belo Horizonte (UFMG) e Brasília (MCT) e Porto Alegre (UFRGS).

Tabela 1- Perfil da amostra

Rede	N	Porcentagem
Nanocosméticos UNICAMP	6	20
Nanocosméticos UFRGS	2	6,67
IPT – Nanocosméticos	2	6,67
Nanobiotecnologia e Sistemas Nanoestruturados	8	30
Nanobiotecnologia e Sistemas Nanoestruturados UFRGS	2	6,67
MCT – Coordenacao Nac. De Nanotecnologia	2	6,67
Instituto do Milênio	2	6,67
Nanotubos de carbono	1	3,33
Rede Nanotec – USP	1	3,33
RENAMI	4	13,33
Total	30	100

O constructo sob análise foi a avaliação do desempenho da rede, e a população sob estudo foi delimitada por todos os atores que compõem as diferentes redes de nanotecnologia no Brasil. A amostra foi do tipo não probabilística e construída pelas pessoas (30 atores) que aceitaram participar da pesquisa e responderam espontaneamente um questionário, dentre eles, 33,33 % pertencem à rede de nanocosméticos, 33,33 % à rede de nanobiotecnologia e sistemas nanoestruturados, 13,33 % à rede RENAMI e 20 % a outras redes. O perfil da amostra pode ser visto na Tabela 1. Esses mesmos dados divididos em grandes áreas são descritos na Tabela 2.

Tabela 2 Divisão em grandes áreas

Rede	N	Porcentagem
Nanocosméticos	10	33,33
Nanobiotecnologia e Sistemas Nanoestruturados	10	33,33
RENAMI	4	13,33
Outros	6	20
Total	30	100.00

Estas tabelas mostram a uniformidade relativa de todos os participantes da pesquisa quando consideradas as áreas de atuação dentro do ambiente de redes de inovação.

A coleta de dados para a análise quantitativa foi feita usando o questionário descrito acima. Seguindo a coleta de dados, as escalas passaram por julgamento de especialistas (um estatístico e um Cientista da Computação).

A análise de confiabilidade foi feita para determinar a precisão das escalas utilizadas, esta validação é feita também para determinar o grau de adequação das escalas com o constructo, e para tanto foram utilizados os coeficientes Alpha de Cronbach (BREVIDELLI; CIANCARULLO, 20001, p.195), que determinam a consistência interna das afirmações.

Para fazer a análise foram trabalhadas principalmente as perguntas da parte 2 do questionário, formada por 33 perguntas. Estas perguntas foram agrupadas de tal forma que os grupos tivessem uma alta correlação medida pelo Alpha de Cronbach. Os Alpha de Cronbach, também mostram a consistência dentro de cada grupo. Esta análise foi desenvolvida usando Minitab®² Versão 15.1.1.0. A classificação que melhor se ajustou estava relacionada com as dimensões do modelo (ambiente externo – dimensão 1; e gestão, dinâmica e estrutura da rede – dimensão 2) e o caráter das perguntas que poderiam ser de diagnóstico ou de importância dos fatores (Modelo). Formando assim quatro grandes grupos:

²

© 2006 Minitab Inc. All rights reserved.

MINITAB® and the MINITAB logo™ are trademarks of Minitab Inc. All other marks referenced remain the property of their respective owners.

- B. Grupo 1. Dimensão 1 e diagnóstico.
- C. Grupo 2 Dimensão 2 e diagnóstico.
- D. Grupo 3: Dimensão 1 e modelo.
- E. Grupo 4: Dimensão 2 e modelo.

Estes grupos são analisados a seguir.

Grupo I: Dimensão 1 e diagnóstico

Este grupo foi formado por perguntas de diagnóstico sobre a dimensão 1 (ambiente da rede). Estas perguntas apresentam a situação nacional da área de nanotecnologia. As perguntas agrupadas de acordo com a sua boa correlação foram: P3, P4, P5, P6, P7 e P8 (Veja Apêndice 2). A pergunta P3, verifica a situação dos fundos públicos aplicados na rede; a pergunta P5, verifica a situação do sistema de propriedade intelectual para nanotecnologia; a pergunta P6, verifica o sistema de medição e certificação em nanotecnologia; a pergunta P7, verifica a formação de recursos humanos em nanotecnologia; e por último P8, verifica os programas de difusão e treinamento de recursos humanos para ter capacidades de trabalharem em rede. Os resultados são apresentados a seguir:

Item Statistics

Variable	Adj. Total Mean	Adj. Total StDev	Squared Multiple Corr	Cronbach's Alpha
P3	13,500	3,298	0,1682	0,5790
P4	13,300	2,973	0,2660	0,4123
P5	14,433	2,661	0,6580	0,2686
P6	14,400	2,608	0,6253	0,3229
P7	12,567	3,266	0,2157	0,5560
P8	13,967	2,906	0,2902	0,4552

Além dos valores acima apresentados, foi calculado o Item total Ajustado Correlacionado, o qual foi baixo para os itens P3 e P7, mostrando que estes itens apresentam um comportamento diferente. No caso de P7, este comportamento é justificado porque há quase um consenso de que a formação de recursos humanos é uma fortaleza das redes brasileiras, veja a média de 3,87, descrita na tabela 3. No caso de P3, um grande número de respondentes acham os fundos razoáveis (mais da metade deram nota 3), enquanto o resto é dividido nos que acham

que os fundos são bons e os que acham que são insuficientes. Nos outros itens existe uma maior inclinação para ser bom (P4) ou ser insuficiente (P6 e P8).

Tabela 3. Médias e desvios padrões do Grupo 1.

Item	Média	Desvio Padrão
P3	2,93	0,94
P4	3,13	0,90
P5	2	1,08
P6	2,03	1,3
P7	3,87	0,9
P8	2,47	1,17

Grupo II: Dimensão 2 e diagnóstico

Este grupo foi formado por perguntas de diagnóstico sobre a dimensão 2 (gestão, estrutura e dinâmica da rede). Estas perguntas apresentam a situação das redes analisadas. As perguntas agrupadas de acordo com a sua boa correlação foram: P10, P11, P12, P13, P14, P20 e P33 (Veja Apêndice 2). A pergunta P10, verifica a situação da mobilidade tanto nacional quanto internacional; a pergunta P11, verifica a situação da intensidade de interação entre centros da mesma universidade; a pergunta P12, verifica a existência e intensidade da interação entre centros de diferentes universidades (institutos); a pergunta P13, verifica a quantidade de centros com os quais se relaciona cada centro (densidade da rede); a consulta P14, verifica a quantidade de interações dos centros públicos com as firmas (indústrias) em projetos colaborativos; P20 verifica a frequência com a qual os atores compartilham e fazem uso racional dos laboratórios e por último P33, verifica a qualidade da governança da rede. Os resultados são apresentados a seguir:

Cronbach's Alpha = 0,6686

Item Statistics

Variable	Adj. Total Mean	Adj. Total StDev	Squared Multiple Corr	Cronbach's Alpha
P10	14,100	3,231	0,5350	0,5804
P11	14,567	3,319	0,5075	0,5576
P12	14,833	3,592	0,3921	0,6115
P13	14,833	3,206	0,5215	0,5420
P14	15,033	3,243	0,4016	0,6070
P20	14,967	3,917	0,2361	0,7109
P33	14,667	4,046	0,2178	0,7382

Além dos anteriores, o Item total Ajustado Correlacionado, mostrou que P20 e P33 apresentam um comportamento diferente. No caso de P33 e P20, este comportamento é justificado porque nos dois casos há quase um consenso de que o modelo de governança nas redes estudadas e o compartilhamento da infra-estrutura laboratorial não são adequados (mais da metade deu nota 2) e ao contrário dos outros itens que não têm essa unanimidade (Veja o apêndice 3, que tem os resultados do questionário). Nos outros casos, embora a média é geralmente baixa, existe menos unanimidade. Um aspecto positivo das redes é o item P10 que apresenta uma nota razoável demonstrando que a mobilidade nacional e internacional não é tão fraca.

Tabela 4. Médias e desvios padrão do Grupo 2.

Item	Média	Desvio Padrão
P10	3,07	1,2
P11	2,6	0,97
P12	2,33	0,71
P13	2,33	1,09
P14	2,13	1,28
P20	2,20	0,76
P33	2,50	0,73

Grupo III: Dimensão 1 e modelo

Este grupo foi formado por perguntas sobre o modelo e especificamente por fatores relacionados com a dimensão 1 (ambiente da rede). Estas perguntas apresentam a importância de se considerar os fatores relacionados com o ambiente da rede no processo de avaliação. As perguntas agrupadas de acordo com a sua boa correlação foram: P25, P27, P28, P29, e P30 (Veja Apêndice 2). A consulta P25, verifica a importância de considerar os fundos públicos no desempenho da rede, a consulta P27 verifica a importância de existir um sistema de propriedade intelectual para nanotecnologia, a consulta P28, verifica a importância de um sistema de medição e certificação em nanotecnologia; a consulta P29, verifica a importância da existência de recursos humanos formados em nanotecnologia (área multidisciplinar) e por último, P30 verifica a importância da existência de programas de difusão, treinamento e capacitação de pessoas para trabalhar na rede. Os resultados são apresentados a seguir:

Cronbach's Alpha = 0,5769

Item Statistics

Variable	Adj. Total Mean	Adj. Total StDev	Squared Multiple Corr	Cronbach's Alpha
P25	17,633	1,299	0,1561	0,5210
P27	17,633	1,426	0,2177	0,6135
P28	17,800	1,324	0,2343	0,4934
P29	17,833	1,289	0,4559	0,4411
P30	17,900	1,322	0,4120	0,5207

O comportamento dos fatores deste grupo é muito similar e apresenta a importância destes fatores dentro do modelo, a média é muito alta e o desvio padrão é pequeno. Devido a essa unanimidade esses fatores são importantes para serem considerados dentro do modelo. Veja Tabela 5.

Tabela 5 - Médias e desvios padrão do Grupo 3

Item	Média	Desvio Padrão
P25	4,50	0,57
P27	4,57	0,50
P28	4,40	0,50
P29	4,37	0,49
P30	4,30	0,53

Grupo IV: Dimensão 2 e modelo

Este grupo foi formado por perguntas sobre o modelo e especificamente por fatores relacionados com a dimensão 2 (gestão, estrutura e dinâmica da rede). Estas perguntas apresentam a importância de se considerar os fatores relacionados com a gestão, estrutura e dinâmica da rede no processo de avaliação. As perguntas agrupadas de acordo com a sua boa correlação foram: P22, P23, P24, P26, e P32 (Veja Apêndice 2). A consulta P22, verifica a importância de considerar as interações dos pesquisadores (intensidade e quantidade) dentro da mesma universidade para o bom desempenho da rede, a consulta P23 verifica a importância de se considerar as interações dos pesquisadores (intensidade e quantidade) das diferentes disciplinas e diferentes centros para o bom desempenho da rede, a consulta P24 verifica a importância das relações colaborativas com firmas (indústrias) para o bom desempenho da rede, a consulta P26 verifica a importância de se ter uma boa infra-estrutura laboratorial para o desempenho da rede e por último P32 verifica a importância da troca de

conhecimentos baseada na confiança (capital social) para o bom desempenho da rede. Os resultados são apresentados a seguir:

Cronbach's Alpha = 0,5900

Item Statistics

Variable	Adj. Total Mean	Adj. Total StDev	Squared Multiple Corr	Cronbach's Alpha
P22	17,633	1,542	0,15549	0,53359
P23	17,800	1,472	0,42423	0,42321
P24	17,733	1,484	0,39033	0,45511
P26	17,500	1,656	0,07291	0,60601
P32	17,600	1,632	0,05678	0,62061

O comportamento dos fatores deste grupo é muito similar e apresentam a importância destes fatores dentro do modelo, a média é muito alta e o desvio padrão é pequeno. Devido a essa unanimidade esses fatores são importantes para serem considerados dentro do modelo. Veja Tabela 6.

Tabela 6 - Médias e desvios padrão do Grupo 4

Item	Média	Desvio Padrão
P22	4,43	0,63
P23	4,27	0,58
P24	4,33	0,61
P26	4,57	0,57
P32	4,47	0,63

A continuação do presente trabalho (trabalho futuro) deverá considerar uma análise estatística não paramétrica e uma amostra de tamanho maior, usando modelos de equações estruturais (SKRONDAL; RABE-HESKETH, 2003, p.30) e análise fatorial (PEREIRA; ARTES, 2008, p. 95). A seguir apresenta-se uma análise freqüencista dos dados.

Continuando com uma análise das respostas da parte 2 do questionário, apresenta-se uma tabela com as média e desvios padrões das respostas. Veja Tabela 7.

Tabela 7 - Médias e desvios padrões dos itens.

Item	Média	Desvio Padrão
P1	4,17	0,87
P2	3,23	1,25
P3	2,93	0,94
P4	3,13	0,90
P5	2	1,08
P6	2,03	1,3
P7	3,87	0,9
P8	2,47	1,17
P10	3,07	1,2
P11	2,6	0,97
P12	2,33	0,71
P13	2,33	1,09
P14	2,13	1,28
P15	4,53	1,30
P16	4,63	0,90
P17	3,47	1,17
P18	3,40	1,43
P19	4,60	1,20
P20	2,20	0,76
P21	4,50	0,71
P22	4,43	0,63
P23	4,27	0,58
P24	4,33	0,61
P25	4,50	0,57
P26	4,57	0,57
P27	4,57	0,50
P28	4,40	0,50
P29	4,37	0,49
P30	4,30	0,53
P31	3,43	0,94
P32	4,47	0,63
P33	2,50	0,73

Analisando esta tabela, percebe-se:

- 2 A importância do item da Estratégia Nacional de Nanotecnologia no desempenho da rede, suportada pela média da resposta P1, a qual foi de 4,17.
- 3 A importância do papel do coordenador no desenvolvimento dos projetos de pesquisa e o bom funcionamento da rede fica suportado pelas médias nas respostas P15 e P16, 4,53 e 4,63 respectivamente.

- 4 A importância de definir um planejamento estratégico para a rede é também suportada pela média da resposta P19, a qual foi de 4,60.
- 5 A importância de compartilhar e fazer uso racional da infra-estrutura laboratorial existente na rede é suportado pela média da resposta P21, a qual foi de 4,50.

Para ser feita uma análise mais detalhada dos resultados, podemos dividir os resultados das perguntas, em resultados de perguntas de diagnóstico e do modelo. Na Ilustração 10, é apresentado um diagrama de colunas das perguntas de modelo, que revelam a importância dos fatores para os respondentes. Neste diagrama pode ser observado que a maioria dos fatores foram avaliados muitos bem pelos respondentes (Nota maior de 3, para todos eles), corroborando a importância destes fatores dentro do modelo a ser proposto. Os fatores vinculados às colunas do diagrama foram:

- Coluna 1: Estratégia nacional de nanotecnologia (P1)
- Coluna 2: Política de inovação em nanotecnologia (P2)
- Coluna 3: Modelo de governança (P18)
- Coluna 4: Estratégia para a rede alinhada à Estratégia nacional (P19)
- Coluna 5: Uso racional e compartilhado da infra-estrutura da rede (P21)
- Coluna 6: Interações entre pesquisadores da mesma instituição (P22)
- Coluna 7: Interações entre os pesquisadores de diferentes instituições (P23)
- Coluna 8: Relações colaborativas entre instituições e firmas (P24)
- Coluna 9: Fundos públicos (P25)
- Coluna 10: Infra-estrutura laboratorial (P26)
- Coluna 11: Sistema de propriedade intelectual (P27)
- Coluna 12: Sistema de medição e certificação (P28)
- Coluna 13: Formação de RHs (P29)
- Coluna 14: Intensidade da mobilidade (P31)
- Coluna 15: Existência de um capital social (P32)

Ilustração 10 - Perguntas do Modelo

Na Ilustração 11, é apresentado um diagrama de colunas das perguntas de diagnóstico, que revelam a situação dos fatores nas redes analisadas. Neste diagrama pode ser observado que a maioria dos fatores não foram muito bem avaliados pelos respondentes (Nota menor de 3, para a maioria deles). Os fatores vinculados às colunas do diagrama foram:

- Coluna 1: Fundos públicos (P3)
- Coluna 2: Infra-estrutura da rede (P4)
- Coluna 3: Sistema de propriedade intelectual (P5)
- Coluna 4: Sistema de medição e certificação (P6)
- Coluna 5: Formação de recursos humanos em nanotecnologia (P7)
- Coluna 6: Programas de difusão e treinamento em capacidades de rede (P8)
- Coluna 7: Cooperação e mobilidade tanto nacional quanto internacional (P10)
- Coluna 8: Interações entre pesquisadores do mesmo centro (P11)
- Coluna 9: Interações entre pesquisadores de diferentes centros (intensidade) (P12)
- Coluna 10: Quantidade de interações entre centros (P13)
- Coluna 11: Interação com firmas (P14)
- Coluna 12: Papel do coordenador no desenvolvimento de projetos (P15)
- Coluna 13: Relevância do papel do coordenador no funcionamento da rede (P16)
- Coluna 14: Posição da rede no cenário internacional (P17)
- Coluna 15: Frequência de compartilhamento racional da infra-estrutura da rede (P20)

- Coluna 16: Modelo de governança (P33)

Ilustração 11 - Perguntas do Diagnóstico

Destaca-se na situação da redes, segundo os respondentes: a importância atual do papel dos coordenadores das redes, a situação dos recursos humanos em nanotecnologia, a importância das redes no cenário internacional, a cooperação e mobilidade nacional e internacional, a infra-estrutura da rede e por último a situação dos fundos públicos. O resto de fatores não foram bem avaliados.

Análise da parte 3 do questionário.

Na parte 3 do questionário pede-se para ordenar os tipos de relacionamentos colaborativos entre centros de pesquisa e firmas (indústrias). O resultado é descrito na tabela 8.

Tabela 8 - Tipos de Relacionamentos Colaborativos

Tipo de Relacionamento	Média	Desvio Padrão
Projetos Colaborativos	1,38	0,71
Financiamento Privado	2,68	0,86
Formação de RR HH	2,21	0,94
Encomendas Tecnológicas	3,21	1,11

Nos resultados pode-se observar que os projetos colaborativos entre os centros de pesquisa e indústria, onde existe troca de conhecimento, (P&D da firma com o centro de pesquisa) é o tipo de relacionamento mais importante para os respondentes.

Análise da parte 4 do questionário.

Na parte 4 do questionário foi pedido ordenar alguns dos fatores em ordem de importância. Os fatores relacionados são:

- Fator 1: Orientação estratégica Nacional para Nanotecnologia.
- Fator 2: Fundos públicos.
- Fator 3: Mecanismos de Política para favorecer investimentos privados para nanotecnologia.
- Fator 4: Sistema de propriedade intelectual orientado a nanotecnologia.
- Fator 5: Sistemas de medição e certificação para nanotecnologia
- Fator 6: Formação de Recursos Humanos (iniciação científica, mestres, doutores, pós-doutores em nanotecnologia).
- Fator 7: Mapeamento de competências (Conhecimento sobre o que a rede sabe fazer bem). Parte da governança.
- Fator 8: Programas de difusão de produtos com nanotecnologia na indústria e na sociedade.
- Fator 9: Infra-estrutura (laboratórios, Tecnologias de comunicação e telecomunicações).
- Fator 10: Governança da rede (mecanismos de coordenação, modelos de gestão, instrumentos gerenciais de suporte).
- Fator 11: Mecanismos gerenciais de suporte à rede (para o suporte da governança: sistema de avaliação de desempenho, etc.).
- Fator 12: Articulação entre os centros de pesquisa pública da rede fomentando interdisciplinaridade. Por exemplo: frequência e qualidade da comunicação e troca de conhecimento, implementação de currículos multidisciplinares.
- Fator 13: Parcerias entre Universidades, centros de Pesquisa Públicos com Firmas.
- Fator 14: Transferência tecnológica (formação de spin-offs, licencias de patentes, etc.).

- Fator 15: Orientação estratégica da rede (definição da estratégia da rede em concordância com o Plano Nacional de Nanotecnologia).

O fator 1, a orientação estratégica nacional de nanotecnologia, contém a menor média, portanto ele foi considerado como o mais importante pelos respondentes. No segundo lugar de importância foi considerado a orientação estratégica da rede, seguida pelo Fator 6, a formação de recursos humanos.. Veja Tabela 9, para maiores detalhes dos resultados,

Tabela 9. Importância dos Fatores

Fatores	Média	Ordem
1	2,56	1
2	4,32	5
3	6,64	8
4	7,75	13
5	7,8	11
6	3,65	3
7	6,2	9
8	8,56	15
9	5,33	6
10	7,46	3
11	8,57	14
12	5,29	7
13	4,04	4
14	8	12
15	2,63	2

Na ilustração 12, podemos ver um diagrama de colunas apresentando a importância dos fatores segundo os respondentes.

Análise da parte 5 do questionário.

Na parte 5 do questionário pede-se para o respondente ordenar o impacto da rede. O impacto foi descrito por alguns itens chamados de saída ou resultados da rede. Estes itens não são completos e podem precisar de maior detalhamento ou outros itens a serem considerados. Os itens considerados nesta análise são:

- Patentes Solicitadas.
- Patentes Licenciadas.
- Publicações científicas.
- Projetos Colaborativos.

- Spin-offs.
- Pessoas formadas.

Ilustração 12 - Importância dos fatores.

Tabela 10 - Média dos resultados da rede segundo os respondentes

Resultado	Média	Desvio Padrão
Patentes Solicitadas	2,90	1,16
Patentes Licenciadas	1,97	1,03
Publicações científicas	4,28	0,63
Projetos Colaborativos	2,86	1,07
Spin-offs	1,34	0,60
Pessoas formadas	4,21	0,52

Na Tabela 10, são apresentados os resultados consolidados sobre a situação da rede de Nanotecnologia, considerando amostra usada. Ela define a quantidade média de cada resultado na média, tendo em conta que 1, indica que “não existem” e 5 são .”muitas”.

Podemos perceber que com exceção das publicações científicas e as pessoas formadas, os resultados da rede são fracos, oscilando entre “Poucas” (3) , a “não existem” (1). No caso das publicações científicas foi comprovado através das entrevistas que elas são entre pesquisadores do mesmo centro, quase não existem projetos colaborativos entre centros de

diferentes universidades e menos, ainda, entre centros e o P&D da indústria. Por isso o número de co-publicações é quase nulo. No caso das patentes, esta situação é pior.

Na Tabela 11, apresentamos a importância destes resultados para os diferentes respondentes. A importância foi medida somando o valor da posição de importância dada por cada respondente ao item. Sendo que a ordem é decrescente, então quanto menor é o valor dado na coluna de “Irrelevância” maior será a importância desse resultado para os respondentes.

Tabela 11 - Importância dos fatores

Resultado	Irrelevância
Patentes Solicitadas	42
Patentes Licenciadas	40
Publicações científicas	29
Projetos Colaborativos	24
Spin-offs	46
Pessoas formadas	29

Segundo os respondentes, os projetos colaborativos, as publicações e a formação de pessoas são os resultados mais importantes de uma rede. Porém, isso não está de acordo com os resultados da situação das redes, onde os projetos colaborativos são escassos (Veja Tabela 11).

4.4. Discussão

A inovação vem sendo amplamente reconhecida como a condutora do crescimento sustentável (BULLINGER *et al*, 2004, p.3339), entretanto criar inovação ou alcançar inovação nesta economia do conhecimento ou de aprendizado (LUNDVALL, 1994 , p.26; 1997, p. 65; 2003, p. 175, 2006) tem mudado. Sua natureza é muito complexa, o conteúdo do conhecimento tem crescido e ficado altamente especializado. Inclusive o próprio conceito de inovação tem mudado, assumindo outras dimensões, não sendo mais limitado à inovação tecnológica, senão incluindo campos de inovação organizacional e de processos. Portanto, o processo não é só de novos produtos, senão senão de sua exploração comercial.

Neste contexto as redes da chamada quinta geração (ROTWELL, 1994, p.8) ou de terceira geração para LUGGEN (2005) são consideradas a nova forma de inovar nas organizações. Só que as organizações precisam aprender a gerenciar a inovação no contexto das redes e

para isso precisam de instrumentos gerenciais de apoio e de desenvolver competências de rede, já que é uma tarefa complexa, multidisciplinar e de caráter multi-cultural onde novas formas de organizar o trabalho têm que ser desenvolvidas.

Neste contexto a Nanotecnologia, por sua natureza multidisciplinar, de complexidade e de alta dinamicidade, precisa de redes para desenvolver sua tarefa inovadora. Os governos tanto desenvolvidos quanto em desenvolvimento vêm utilizando as redes de inovação como instrumentos de política pública para fortalecer o seu potencial inovador de tal forma que através delas possam contribuir a fortalecer seu sistema de inovação com reflexos positivos no desenvolvimento econômico e social.

Alguns anos se passaram desde a implementação destas redes nacionais tanto em países desenvolvidos como em desenvolvimento, como é o caso de Brasil e cada vez vem surgindo a necessidade de ter conhecimento dos resultados alcançados que permitam ter a percepção do seu potencial inovador. Também surge a necessidade de ter mecanismos para acompanhar o desenvolvimento destas redes.

Entretanto esta nova geração de gerência de redes de inovação tem a restrição de ser um tema pouco tratado na literatura, pelo tanto ferramentas de apoio gerenciais também têm sido pouco desenvolvidas, como é o caso da avaliação destas redes. São a exceção os trabalhos de LUGGENN, 2005; BULLINGER et al, 2004 e ELKEN AND GASMANN, 2005.. No caso de nanotecnologia, este tipo de trabalhos são ainda mais escassos e uma exceção é o trabalho de (HEIZEN, 2008). Entretanto, todos estes trabalhos têm uma visão fragmentada e não sistêmica do processo.

Diante deste panorama, e com a intenção de contribuir de forma modesta a preencher este vazio na literatura, pretende-se desenvolver a proposta de modelo conceitual para avaliar redes de inovação em nanotecnologia, de tal forma que se constitua numa ferramenta gerencial para auxiliar neste processo. Sendo assim, como parte da pesquisa empírica na qual foi de natureza qualitativa e quantitativa, se procurou testar o modelo e os fatores considerados críticos para dito processo junto aos atores chave de três segmentos de rede (nanobiotecnologia, RENAMI e Nanocosméticos).

Entre os fatores considerados relevantes para avaliar uma rede de inovação de nanotecnologia, desde a perspectiva pública e no contexto de sistema de inovação, os resultados da análise qualitativa e quantitativa, permitem afirmar que os respondentes confirmaram os fatores considerados na proposta inicial do modelo construído a partir da literatura e das evidências empíricas previas existentes também na literatura. Portanto, podemos considerar que os supostos (Veja Seção 4.1) definidas inicialmente foram confirmados. O que mudou foi a relevância dada a alguns dos fatores. Portanto, vejamos a continuação os fatores na relevância em que foram avaliados:

Orientação estratégica da Redes.-

Foi um consenso entre os respondentes que a Estratégia Nacional e a estratégia de cada rede, ambas devidamente alinhadas deverão ser as bases do processo de avaliação. Isto independente de se a rede brasileira tenha ou não dita orientação a longo prazo. A orientação estratégica da rede significa que as redes devem estar baseadas na perspectiva de futuro da inovação a longo prazo (BULLINGER *et al*, 2004, p.3339, ESCALANTE *et al*, 2007a) tanto no nível nacional (já que são redes públicas) quanto no nível de cada rede as quais se espera fiquem alinhadas com as estratégias a nível nacional. Segundo Kaplan e Norton, (2000, p. 12), as estratégias são as únicas formas pelas quais as organizações criam valor. Sendo que a criação de valor das redes não só está referida a ativos tangíveis, senão também intangíveis, quer dizer em estratégias baseadas em conhecimento, como por exemplo: produtos e serviços inovadores, capacidades, habilidades em rede, motivação de pesquisadores e outros atores, parcerias público-privado, empreendedorismo tecnológico, etc.

A perspectiva estratégica nas redes ao desenvolver uma visão comum e ter sua própria cultura de rede, permite à rede se focalizar em objetivos específicos.surgindo as estratégias de inovação em rede em longo prazo. As decisões estratégicas em inovação implicam na seleção de campos de inovação, a definição das características e propostas únicas, as fontes de competências, etc. Adicionalmente, a estratégia de inovação tem que fazer um balanço também no portfólio de atividades por exemplo, sobre o grau de mudança (radical, incremental) , tempo de duração de projetos de inovação (a longo ou curto prazo), risco (alto ou baixo), etc. (BULLINGER, 2004, p. 3346).

Entretanto, a qualidade das estratégias depende de sua implementação, assim é preciso que tenham mecanismos para acompanhar o seu funcionamento e resultados. Porém, como foi

mencionado anteriormente fazem falta ferramentas gerenciais de apoio, por exemplo aquelas que suportem o processo de avaliação de redes.

Políticas Públicas.-

Este fator é considerado indispensável em redes públicas, já que as políticas públicas de inovação, procuram fortalecer o ambiente de inovação a través de seus diversos instrumentos e regulamentações. Fomentam através das suas atividades a criação de instrumentos e regulamentações e o desenvolvimento econômico e social a partir da inovação em redes em nanotecnologia, neste caso públicas. Neste fator se incluíram também as dimensões culturais que afetam o processo de inovação em rede (AHRWEILER, 2003, p.198).

Treinamento e formação de Recursos Humanos-

Refere-se a uma massa crítica de talento humano com altas qualificações para ser absorvidos pela academia ou indústria.

Infra-estrutura -

Refere-se a laboratórios de classe mundial que facilitem a pesquisa em rede e que permitam acompanhar os avanços a nível mundial. Também foram considerados ambientes virtuais para a inovação em rede.

Marcos legais e de medição (segurança)

A nanotecnologia precisa de marcos legais e de sistema de medição, Os marcos legais garantem os direitos dos pesquisadores e os marcos de medição são necessários para que os produtos e processos sejam desenvolvidos ou comercializados com segurança para o ambiente e para a saúde humana.

Promoção ao capital de risco

O empreendedorismo tecnológico (por exemplo formação de spin-offs) e o fomento que se possa dar a ele através de vários mecanismos de política pública, precisam do suporte de capital de risco para se concretizar.

Competências em rede.

Este fator foi também considerado um fator relevante para o sucesso de uma rede, portanto muito importante no momento de avaliar uma rede. Entretanto, os membros da rede precisam

se adaptar ao trabalho em rede e desenvolver capacidades e competências de rede (BULLINGER *et al*, 2004, p., AHRWEILER, 2003, p. 200) para ter acesso ao conhecimento, inclusive a escala global, a fim de desenvolver suas inovações. A continuação são mencionadas algumas das habilidades e competências de rede requeridas:

- selecionar os parceiros corretos;
- se desenvolver dentro da rede para lucrar com os seus benefícios;
- apreender a se comunicar, isto é, dialogar com os seus parceiros diante da multidisciplinaridade (interagir com membros da própria área de pesquisa pública e com firmas), multiculturalismo, etc;
- absorver e integrar informação;
- integrar diferentes tipos de conhecimento no nível de domínio de conhecimento e entre atores;
- solucionar problemas diversos na rede;
- manter estáveis relações em longo prazo e interações;
- desenvolver perfis independentes, complementários a esses dos outros parceiros;
- desenvolver uma mente aberta às confidências dos parceiros;
- desenvolver redundância e evitar dependência;
- desenvolver relacionamentos relevantes com o ambiente;
- inter-relacionar redes internacionalmente e formar nós de inovação, etc.

Geração de Conhecimento e tecnologias-

O fator de gerar tecnologias e processos a partir da pesquisa básica e em parceria com firmas é fundamental no desempenho. A partir daqui se forma a base de conhecimento e posteriormente se geram as inovações. Para que este processo chegue a se concretizar é preciso desenvolver competências em rede. Caso contrário se continuaria como grupos de pesquisa.

Rede Orientada ao crescimento e Transferência Tecnológica.

Refere-se à pesquisa orientada ao crescimento sustentável através da inovação em rede. (BULLINGER *et al*, 2004, p.3339) Isto significa a geração de novos produtos para os mercados atuais, expandindo o uso dos atuais produtos em novos mercados, ou criando novos produtos para novos mercados. Isto significa para a rede a transferência tecnológica a fim de

que os produtos sejam fabricados a escala e posteriormente comercializados pela indústria. Esse fator está condicionado a como se desenvolva a geração de conhecimento e transformação em tecnologia a través da rede.

Estrutura de governança

Aqui se consideram a estrutura administrativa da rede e os diferentes mecanismos de coordenação, alocação de recursos, políticas internas, canais de diálogo, etc. Este fator foi avaliado como muito relevante. Entretanto, diante da orientação estratégica ao nível nacional e das estratégias no nível de cada rede, este fator passou a segundo plano. Como o Professor GALEMBECK (2008) reiterou: “{...}De que adianta uma boa governança se não há orientação estratégica das redes, seria uma boa governança da ineficiência”.

Os respondentes também fizeram sentir a necessidade de mecanismos sistematizados e ferramentas gerenciais de apoio para efetuar esta tarefa de avaliação de rede. Os tipos de avaliação considerados pertinentes vão desde avaliação durante (já que gostariam saber como estão indo) e avaliação ex-post (para saber os resultados obtidos). Alguns atores principalmente os considerados expertos (conhecedores da nanotecnologia) também afirmaram que deveriam existir mecanismos institucionalizados para desenvolver nas próprias sedes das rede, exercícios de avaliação ex-ante (prospectiva tecnológica) inclusive mencionaram a necessidade de implementar a figura dos gerentes científicos (Baibich, 2008), os quais seriam os cientistas que monitorariam tendências., desenvolveriam atividades de aconselhamento em campos potenciais de pesquisa, etc. Outros cientistas também consideraram que estes mecanismos de avaliação poderiam ser suportados desejavelmente por software.

5. ESTRUTURA CONCEITUAL PARA AVALIAR REDES DE INOVAÇÃO EM NANOTECNOLOGIA

Em geral considera-se que as redes precisam de métodos únicos de planejamento, monitoração e avaliação, os quais devem ser ajustados a sua estrutura e funcionamento. Sendo assim, o interesse deste trabalho foi compreender os processos e mecanismos de avaliação com foco às redes de nanotecnologia. Baseados na literatura, evidências prévias e pesquisa empírica (tanto qualitativa quanto quantitativa) obteve-se alguns elementos críticos para configurar a proposta. Desta maneira será apresentada nesta seção a proposta conceitual para avaliar redes de inovação em nanotecnologia. A proposta tem as seguintes características e dimensões.

5.1. Características.

As características da proposta são:

- **Abordagem sistêmica** - Esta proposta é uma tentativa de desenvolver uma abordagem sistêmica de avaliação de redes de inovação. As dimensões são estudadas no contexto de Sistemas de inovação por quanto as redes são consideradas como instrumentos chaves para fortalecer sistemas de inovação (FREEMAN, 1997; LUNDVALL, 1992; 1998; 2000; MALERBA, 2002). Ao serem estudadas estas dimensões na perspectiva sistêmica, se reconhece que as dimensões devem estar interligadas numa variedade de formas, e que não se pode ver a rede de forma reducionista, analisando as partes separadamente, senão deve-se analisar principalmente as inter-ligações entre as partes.
- **Abordagem Dinâmica** - Porque a proposta além dos indicadores tradicionais estáticos de inovação como artigos, patentes etc. considera indicadores dinâmicos inerentes à natureza da rede (MILBERGS; VONORTAS, s/d, p. 4; GREGERSEN; JOHNSON, 2005, p. 11).
- **Flexível e transparente.**- A proposta procura ser flexível (espera-se que suporte mudanças nas dimensões, nos fatores, etc.), e transparente (as dimensões definidas são consequência do diálogo com os atores chaves).
- **Aspectos qualitativos e quantitativos.**- ambos os tipos de análise são importantes em um enfoque de rede. Os de natureza qualitativa são críticos devido ao caráter de sinergia e colaboração entre os atores da rede (WASSERMAN; FAUST, 1994).

- **Aspectos internos e externos.** As dimensões consideram elementos do ambiente interno e externo da rede. O ambiente externo, na realidade está mais focado ao ambiente político, já que é o mais influente nas redes públicas.
- **Orientação estratégica.-** a análise a ser feita considera a perspectiva estratégica da rede, além da perspectiva técnica (LUGGEN et al, 2005, p. 73; GERMUNDEN; HEYDEBRECK, 1995, p. 831). Considera-se que a estratégia é o pilar para desenvolver redes de forma sustentável. Aqui é considerada tanto a estratégia nacional quanto a estratégia de cada rede, as quais espera-se que estejam alinhadas.
- **Valoriza as contribuições existentes.-** A estrutura de análise foi construída a partir das contribuições existentes, às quais foram adicionados novos componentes para enriquecer a proposta e principalmente de acordo às características das redes e da nanotecnologia. Não existem trabalhos similares em nanotecnologia, os existentes são de outras áreas de conhecimento: educação, saúde, energia, biotecnologia, etc.

5.2.- Dimensões.-

Uma abordagem para avaliar redes inclui vários níveis de análise, considerando a sua complexidade e suas diferentes dimensões. Sendo assim, um esforço tem sido feito para identificar desde a literatura e da pesquisa empírica, as dimensões críticas para avaliar redes em nanotecnologia (sem dúvida estas dimensões não são completas). Neste sentido, a continuação, serão descritas as cinco dimensões críticas de análise identificadas para avaliar redes, mas como o foco da pesquisa é a avaliação de redes desde a ótica da pesquisa pública só serão descritas com detalhe as primeiras três dimensões (veja Ilustração 13):

1. **Ambiente externo da rede-** Esta dimensão refere-se aos diferentes aspectos que afetam o desempenho da rede, em forma específica e para propósito da pesquisa se tem considerado maior ênfase ao ambiente nacional de inovação (dentro do contexto do Sistema de Inovação) e ao ambiente internacional de Pesquisa (mas sem dúvida o ambiente da rede inclui o ambiente econômico, social, político, de mercado etc) . No ambiente nacional se ressalta a orientação estratégica nacional e as políticas públicas com foco a nanotecnologia (marcos legais, de incentivos, de metrologia, infra-estrutura, formação de recursos humanos financiamento, programas de difusão, promoção de ventura capital etc). A intenção é avaliar a promoção de uma atmosfera de inovação para suportar a nano ciência e a nanotecnologia como fator de competitividade e

desenvolvimento. No ambiente internacional considera-se a pesquisa internacional e suas inter-relações com a pesquisa brasileira (seja para parcerias, conjuntas, mobilidade de pessoal etc). Enfatiza-se que a análise desta dimensão considera a trajetória tecnológica do país. Os atores chave neste nível o constituem o governo (nos seus diferentes níveis, nacional, setorial e local) e os representantes de agências que promovem a inovação (agências regulatórias, agências de inovação, agências de financiamento, etc).

Dimensão 1 – Ambiente da rede

Ilustração 13- Estrutura conceitual para avaliar redes de inovação em nanotecnologia.

Esta dimensão inclui dois fatores de desempenho, cada um contendo indicadores. A seguir descreveremos os fatores e exemplos de alguns indicadores:

- **Orientação estratégica da rede:** Aqui é definida uma visão de futuro para a nanotecnologia a nível nacional. Alguns exemplos de indicadores podem ser a existência de um plano estratégico a nível nacional para nanotecnologia, a existência de programas na área, mecanismos de controle e seguimento das estratégias, etc. (PEREZ; SANDGREN, 2008, p.31, ESCALANTE, et al, 2007b, 2007c).
- **Políticas de Inovação:** São as diferentes diretrizes e instrumentos (marcos regulatórios, incentivos, etc.) que pretendem criar uma ambiente de inovação em um país para promover seu desenvolvimento. Estas políticas deveriam estar ligadas à orientação estratégica nacional em nanotecnologia e a intenção é que influenciem positivamente o SIN.. Os indicadores deste fator estão relacionados com a existência, qualidade e desempenho destas políticas. Alguns sub-fatores que podem ser mencionados aqui são: os sistemas de propriedade intelectual para nanotecnologia, sistemas de medição e certificação de produtos, fundos públicos, infra-estrutura laboratorial, formação de RHs multidisciplinares, programas de difusão e treinamento em redes e empreendedorismo tecnológico. (PERES; SANDGREN, 2008, p.30; SMITH, 2004, p. 148).

2. **Processo inovação em rede.**- nesta dimensão se analisa o potencial inovador da rede relacionado com as diferentes atividades de geração de conhecimento (tácito e codificado) e de tecnologias em rede (POLANY, 1967). Se analisam também as modalidades para gerar conhecimento e tecnologias como: oferta de portfólio de competências, projetos conjuntos com indústrias locais e com organismos internacionais, etc.. Esta dimensão de análise considerará para a avaliação, de forma integrada, os três componentes de uma rede: estrutura, conteúdo ou dinâmica e governança (PROVAN; MILWARD, 2001, p. 416). Também inclui elementos de CALLON *et al* (1992), especialmente analisando a dimensão de conhecimento e de tecnologia da rede (chamado por estes autores de pólo científico e tecnológico, respectivamente) e características de rede (convergente, difusa; pequena ou grande, etc). Finalmente, alguns aspectos de redes sociais serão tomados em conta, principalmente para avaliar de forma dinâmica aspectos da estrutura e configuração da rede

(AGAPITONA, 2003; GRANOVETER, 1973). Sem dúvida, o conceito de capital social será tomado em conta também (RYCROFT, 1993, WASSERMAN, FAUST, 1994). Nesta análise a orientação estratégica da rede será também enfatizada. Um aspecto crítico neste processo é a interação entre atores (dentro de uma mesma instituição, entre instituições públicas e com firmas) ou atividade da rede (grau no qual os pesquisadores usam seus contatos para propósito de pesquisa) (VAN RIJNSOEVER *et al*, 2008). Esta inter-relação deveria ser intensa e produtiva. A pesquisa colaborativa é um mecanismo chave para inter-relacionar o conhecimento distribuído e as competências em novas idéias e oportunidades de pesquisa. A necessidade de fluxos de conhecimento efetivos interinstitucionais em domínios de pesquisa emergentes como a nanotecnologia é um desafio para a pesquisa pública (HEINZE; KUHLMANN, 2008, p. 888). Para nanotecnologia, o aspecto multidisciplinar é importante, o que ressalta ainda mais o espírito da rede. Os resultados alcançados avaliam-se em termos de publicações científicas, patentes, projetos colaborativos, mas também podem ser considerados outros aspectos intangíveis como: o tipo ou forma e a frequência das interações (MEYER, 2006, p.1658; MEYER-KRAHMER; SCHMOCH, 1998, p.835). Produto deste processo é a base de conhecimento da rede. Essa base de conhecimento é o suporte para a seguinte dimensão que é a transferência tecnológica. Os atores chaves nesta dimensão são os pesquisadores das universidades, dos laboratórios, dos centros de pesquisa privados, tanto a nível nacional quanto internacional..

Esta dimensão inclui quatro fatores de desempenho, cada um contendo indicadores. A seguir descreveremos os fatores e exemplos de alguns indicadores:

- Os clássicos indicadores de cooperação: os quais podem ser classificados em cooperação intra-institucional, inter-institucional e com empresas privadas. Estes sub-fatores podem ser medidos pelo número de publicações, co-publicações, fatores de impacto (número de citações), patentes aceitas, projetos colaborativos, etc. Estes indicadores medem a qualidade da base de conhecimento da rede (YOUTI , SHAPIRA, 2008,p. s/n).
- Estratégia da rede: este fator avalia a organização estratégica da rede, isto é, a construção de uma visão coletiva onde os membros da rede compreendam como uma fonte criadora de valor para o futuro da instituição e país. Os indicadores deverão estar relacionados ao tipo da estratégia (exploração e exploração), tipo de projetos

(curto e longo prazo), tipo de inovação (incremental, radical, etc.), alcance das rede (nacional, internacional), etc. (LUGGEN, et al., 2005, p. 73; GERMUNDEN; HEYDEBRECK, 1995, p. 837)

- Indicadores de competência em rede: que medem as habilidades para manipular, usar e explorar as relações colaborativas entre organizações (RITTER; GERMUNDEN, 2003, p. 745). Alguns exemplos de tipos de indicadores são: centralidade (conectividades entre os atores) (POWELL et al, 2005, p. 1132, UZZI, 1996, p.676, 1998, p.465; TEECE, 1986, p.290), intensidade de relações (laços forte e fracos) (GRANOVETTER, 1973, WALKER et al, 1997, p. 112), e capital social (nível de confiança entre os atores) (RYCROFT, 2002, p. 3), tipos de aprendizado (GREGERSEN; JOHNSON, 2005, p. 9) e capacidade de absorção (COHEN; LEVINTHAL, 1990).
- Indicadores de governança da rede: os quais estão relacionados à estrutura administrativa da rede, aos mecanismos de coordenação internos, às políticas internas, etc. Alguns exemplos de indicadores são: qualidade das políticas de mobilidade de pesquisadores, de distribuição de recursos financeiros, de distribuição de “royalties” da inovação, de incentivo ao potencial inovador, qualidade dos instrumentos gerenciais de apoio e dos sistemas de informação existentes, do uso de TICs nas interações, etc. (PROVAN; KENIS, 2005, WARKETIN,, 2001).

3. **Trasferência Tecnológica.**- aqui são analisadas as atividades relacionadas à transferência tecnológica e aos diversos mecanismos utilizados pela rede com o fim de que o conhecimento e as tecnologias (inovações) cheguem a serem comercializadas. Os mecanismos podem ser tanto diretos quanto indiretos. São diretos quando as universidades e institutos de pesquisa assumem sua terceira missão, a de empreendedora (LEYDESDORF; ETZKOWITZ, 1998) e formam suas empresas de base tecnológica através de professores ou alunos (spin-offs) e se encarregam de comercializar diretamente à indústria. São indiretos, quando as universidades ou centros de pesquisa utilizam diversos agentes com o fim de que eles se encarreguem de fazer chegar as inovações à indústria (entidades de transferência tecnológica, agências de inovação, advogados, parques de ciência, etc). Os resultados alcançados se avaliam em termos de spin-offs, spin-outs, patentes submetidas, patentes licenciadas, etc. Os atores chaves são os pesquisadores empreendedores (spin-offs) e os agentes de inovação. O processo de

transferência tecnológica tem como suporte um conhecimento inovador. Também se inclui aqui o fator de visibilidade internacional da rede..

Esta dimensão inclui três fatores de desempenho, um é a inovação tecnológica, outro é o empreendedorismo tecnológico e o terceiro a visibilidade internacional.. Os indicadores associados a este fator são:

- O número de patentes licenciadas em uso industrial que representam o potencial inovador dos pesquisadores inovadores. (WARTBURG; TEICHERT , 2007,p s/d)
- O número de co-patentes. As co-patentes representam o nível mais alto de maturidade de um empreendimento colaborativo, neste caso a rede.(KIM; SONG, 2007, p. 461).
- O número de Spin-Offs.- É a capacidade empreendedora das Universidades para criar empresas de base tecnológica a partir da pesquisa. Para que este processo seja desenvolvido é necessário o suporte do capital de risco e de capacidades gerenciais por parte dos pesquisadores.
- A posição internacional da rede.- reconhecimento internacional e atratividade da rede.

4. **Manufatura em Escala e Comercialização.-** Se analisam as atividades de manufatura em escala e de comercialização das inovações da rede (está relacionado com a modalidade de transferência tecnológica adotada pela Universidade ou centro de pesquisa pública). Aquí são analisados o nível de suporte do “Venture Capital” para suportar a comercialização das inovações, assim como as interações dos centros de pesquisa com a indústria para suportar projetos conjuntos de comercialização de inovações. Os resultados alcançados avaliam-se em termos de produtos ou serviços comercializados em nanotecnologia, empresas de suporte ao capital de risco, etc.
5. **Demandas sociais.-** São analisados os aspectos de demandas, impactos na sociedade, níveis de informação, entre outros, dos produtos e inovações em nanotecnologia existentes no mercado (não propriamente a demanda em termos econômicos) . Os atores chave são os usuários dos produtos com nanotecnologia. Os resultados alcançados avaliam-se em termos de satisfação de consumidores, níveis de reclamos, etc.

Enfatiza-se que nesta pesquisa estas duas últimas dimensões não serão analisadas detalhadamente, já que a produção em escala, a comercialização, e a atenção da demanda, pertencem às redes desde a ótica da indústria. Porém, as redes públicas deveriam ter um sistema de monitoramento da demanda e fazer pesquisas dentro de marcos de segurança da saúde humana e ambiental.

Veja a continuação um resumo das dimensões, fatores críticos e exemplos de alguns indicadores propostos (Quadro. 9)

Quadro 9 - Descrição das dimensões seus fatores e exemplos de alguns indicadores.

Dimensões	Fatores de desempenho	Exemplos de Indicadores
I. Ambiente Externo da Rede Considera a Orientação estratégica e os mecanismos de política pública para suportar inovação em Nanotecnologia. Considera-se também a trajetória tecnológica	<ul style="list-style-type: none"> Orientação Estratégica Nacional de Nanotecnologia 	<ul style="list-style-type: none"> Plano Estratégico país para nanotecnologia (longo prazo). Programas nacionais a curto-médio prazo nanotecnologia
	<ul style="list-style-type: none"> Política de Inovação no contexto SIN (ambiente para inovação em rede) <ul style="list-style-type: none"> Marcos legais em Nanotecnologia Marcos regulatórios: sistema de propriedade intelectual. Métricas . certificação. Fundos públicos Capital de risco Infra-estrutura – Laboratórios Apoio para formação de RRHH. Programas de difusão e treinamento, empreendedorismo, redes etc. Cooperação Internacional Trajectoria tecnológica país 	<ul style="list-style-type: none"> Incentivos fiscais para P&D Subvenções para P&D Sistemas de Propriedade Intelectual Métricas-estándares Fundos alocados Disponibilidade de capital risco Gastos em infra-estrutura laboratórios Gastos in infra-estrutura TICs Gastos em educação superior No de eventos treinamento a redes No de eventos difusão nano No de parcerias /convênios internacionais assinados Cultura inovação, tradição do país em inovação
II. Processo de inovação em rede, Avalia-se a capacidade de gerar conhecimento e inovação em rede, através da Interação, cooperação, sinergias entre agentes e instituições de pesquisa pública e firmas.	<ul style="list-style-type: none"> Estratégia da rede alinhada com a Estratégia Nacional e estrutura 	<ul style="list-style-type: none"> Visão coletiva Plano estratégico da rede
	<ul style="list-style-type: none"> Competência em rede (habilidades e atividades para influenciar na rede) 	<ul style="list-style-type: none"> Centralidade Nível de capital social Capacidade de absorção Frequência de interações Tipo de interações (físicas, virtuais)

	<ul style="list-style-type: none"> Cooperação tecnológica em rede. <ul style="list-style-type: none"> Cooperação pesquisadores intra-universidade (nos seus diferentes centros, institutos) Cooperação pesquisadores públicos inter universidades da rede Cooperação pesquisadores públicos e P&D firmas- inter institucional 	<ul style="list-style-type: none"> No de projetos colaborativos.. Número de doutores, pós-doutores, mestres, iniciação científica formados.. No. de publicações. No. de co-publicações No. de workshops No de projetos colaborativos No de co-publicações Frequência de interações No. de férias nanotec Frequência no uso de laboratórios da rede Uso racional e eficiente infra-estrutura
	<ul style="list-style-type: none"> Governança da rede e instrumentos gerencias de apoio 	<ul style="list-style-type: none"> Mecanismos de coordenação Mecanismos de comunicação Políticas .internas asignação de recursos Políticas internas mobilidade Políticas internas distribuição royalties.. Sistemas integrados informação em redes Sistemas de gestão do conhecimento Sistemas de auto-avaliação Sistemas de monitoramento Ambientes virtuais
III. Transferência tecnológica e científica da rede (Impactos) Atividades relacionadas com a transferência de conhecimento e tecnologias com o objetivo de que cheguem a serem fabricadas em escala e posteriormente comercializadas.	<ul style="list-style-type: none"> Impacto industrial da rede Empreendedorismo tecnológico Visibilidade internacional 	<ul style="list-style-type: none"> Patentes submetidas Co-patentes (Universidade e Indústria) Patentes licenciadas (Uso industrial) No de de Spin Offs Ranking minternacional
IV Fabricação em escala e Comercialização capacidade de fabricar em escala e comercializar inovações..		<ul style="list-style-type: none"> Produtos da rede comercializados pela indústria em grande escala.
V Segurança e ambiente Atención de difernetes demandas de usuarios y de la sociedad..		<ul style="list-style-type: none"> Reclamos da sociedade por falta de segurança na saúde e no ambiente dos produtos baseados em nanotecnologia

5.3. Como avaliar as redes.

Uma condição indispensável para que este método de avaliação funcione, é que deve existir um ambiente de inovação, suportado por políticas públicas e estratégias do país que permitam que este processo seja viável. O processo de avaliação utilizando o modelo proposto terá como base os trabalhos de POLT E ROJO (2002) usado por LENGRAUD (2006, p. 61) e o definido em INOVA (2006). Neste último trabalho o processo é baseado em fases (Veja Ilustração 14).

Ilustração 14 - Fases de avaliação de uma rede

Cada fase tem seus tipos de avaliação associados e indicadores que as caracterizam. Para que esta avaliação ajude na formação de uma cultura de inovação, seria interessante atrelar a este processo, programas de incentivos. As fases podem ser definidas da seguinte maneira:

1. **Fase de início ou implementação.** Esta fase pode ter uma duração de até 2 anos. Para que uma rede entre nesta fase é necessário a definição de suas estratégias, materializadas em um plano estratégico, para que a proposta da rede seja aceita é necessário que ela seja suportada por uma avaliação Ex-ante (Veja Seção 2.4.1). No desenvolvimento desta fase podem ser feitas avaliações em tempo real (através da análise da rede, para avaliar a sua dinâmica) pelos próprios membros da rede. No final deste período a rede é avaliada por meio de um relatório e workshops. No final desta fase, a rede deve ter pelo menos projetos colaborativos entre centros, um número razoável de publicações científicas e alunos em processo de formação. Esta avaliação pode ser feita através de uma avaliação intermédia.
2. **Fase de Crescimento.** Nesta fase se exige, já um alcance de metas definidas no momento da criação da rede. Ela precisa ter crescido, tanto na sua produção de

conhecimento quanto no seu tamanho (número de atores). Nesta fase, os coordenadores, para melhorar a sua gestão da rede, precisam de avaliações em tempo real, através de técnicas de redes sociais e de análise estatísticos de dados, suportadas por softwares. Um exemplo deste tipo de software é o software Pajec (CROSS; PARKER, 2004, p. 137) que permite criar um mapa da rede. Este tipo de avaliação permite ter uma visão dos relacionamentos entre os atores para a partir de sua análise encontrar debilidades na comunicação e nos relacionamentos. Detectados estes problemas é possível tomar ações para melhorar, por exemplo, fluxos de informação, difusão da inovação e atividades colaborativas, contribuindo na melhora da conectividade dos atores (CROSS; PARKER, 2004, p. 39). Também é possível obter padrões de comportamento. No final desta fase é analisado com cuidado o processo da rede e são exigidos produtos como patentes submetidas e projetos colaborativos com a Indústria. Isto é importante, no caso do Brasil, onde as redes de nanotecnologia têm sido criadas com a finalidade de que o conhecimento vire tecnologia (MCT, 2007, p. 144). No final desta fase ou de forma bi-anual, é necessário fazer uma avaliação intermédia, que seria recomendável que fosse feita por pares externos nacionais e internacionais, e representantes da indústria.

3. **Fase de Consolidação.** Nesta fase a rede já deve estar consolidada, isto é, ela deve ter uma tendência a ser auto-sustentável. Os fundos públicos são cada vez menores para poder subsistir. A produção de conhecimento desta rede já deve ser constante e ela deve ter um bom relacionamento internacional (visibilidade) e com a indústria (patentes licenciadas) e pelo menos projetos de criação de Spin-offs. No final desta fase ou de forma bi-anual, é necessário fazer uma avaliação intermédia, que seria recomendável que fosse feita por pares externos nacionais e internacionais e representantes da indústria.
4. **Fase de Maturidade.** A rede vira auto-sustentável e gera seus próprios recursos. Vários spin-offs já foram criados e existem várias patentes licenciadas e inclusive co-Patentes. No final desta fase, a rede deve ter reconhecimento internacional. No final desta fase ou de forma bi-anual, é necessário fazer uma avaliação intermédia, que seria recomendável que fosse feita por pares externos nacionais e internacionais e representantes da indústria.

Em todas estas fases, como pode ser percebido, deve ser feito uma avaliação em tempo real, e avaliações intermediárias no final de cada fase. Seria desejável que avaliação Ex-ante, seja feita não somente no início da criação da rede senão também durante seu desenvolvimento.

Deve ficar claro, que o processo de avaliação deve ser um processo de aprendizado e não de punição (VINNOVA, 2006)

6. CONCLUSÕES E DIRETRIZES PARA TRABALHOS FUTUROS

A chamada última geração de inovação, a inovação em redes é considerada a forma contemporânea de criação de valor esta surge como produto da globalização, do ciclo curto de desenvolvimento de produtos e serviços, do avanço das telecomunicações, e aumento intensivo do conteúdo do conhecimento entre outros. Assim hoje em dia inovar trás juntos outros conceitos, tais como colaboração, sinergia, competências em rede, implicando numa mudança tanto cultural, na forma de trabalho, inclusive mudança de mentalidade.

As redes partem da premissa de que neste contexto tão complexo onde se desenvolvem as organizações contemporâneas, estas não podem mais agir de forma isolada no processo de inovação, precisam interagir com o ambiente para ter acesso ao conhecimento externo, inclusive global. Entretanto, por sua alta complexidade e altos esforços de coordenação, as redes precisam do apoio de ferramentas gerenciais, por exemplo de ferramentas de avaliação, caso contrário esta tarefa se torna difícil de alcançar.

Neste contexto surge a Nanotecnologia, a qual por seu caráter dinâmico, multidisciplinar requer de redes para promover o seu potencial inovador. Muitos países ao redor do mundo, tanto desenvolvidos quanto em desenvolvimento, vêm executando programas ou estratégias em nanotecnologia e principalmente em redes de inovação públicas, já que estas são consideradas poderosas ferramentas de política pública e através do seu dinamismo contribuem ao fortalecimento do sistema de inovação.

Entretanto, alguns anos têm-se passado desde a implantação destas redes e o interesse por conhecer o seu potencial inovador tem surgido cada vez com mais frequência. Infelizmente, há vazios na literatura com relação à avaliação de redes. Alguns esforços têm sido feitos, mas eles em geral são escassos e frequentemente lineares, fragmentados e sem considerar a natureza dinâmica das redes.

Com a intenção de contribuir de alguma forma a preencher este vazio, foi proposto um modelo conceitual para suportar a avaliação de redes de inovação em nanotecnologia, desde a perspectiva da pesquisa pública e no contexto de sistemas de inovação. Este foi desenvolvido em base a três dimensões, alguns fatores críticos e exemplos de indicadores para cada fator. Além disso é apresentada uma proposta metodológica associada ao modelo conceitual, onde o

conceito de avaliação foi formulado desde a perspectiva teórica de sistemas de inovação, isto tem implicado considerar às redes não só em termos de avaliação de resultados finais tradicionais (avaliação ex-post), senão também avaliação do processo de inovação em rede (avaliação durante) e sugerindo a necessidade de avaliação ex-ante, de forma permanente, isto com a finalidade de que se monitore o entorno tecnológico e se observem as tendências futuras.

Este modelo foi construído a partir da literatura e da pesquisa empírica qualitativa e quantitativa em três segmentos da rede brasileira. A partir da literatura e uma pesquisa de campo inicial foram detectadas algumas dimensões e fatores a serem considerados dentro do modelo, surgindo assim a definição de três supostos, descritos a seguir:

Suposto 1. O ambiente da rede e os fatores que o formam afetam o desempenho da rede.

Suposto 2. Os processos da rede e os fatores que o formam afetam o desempenho da rede.

Suposto 3 Os processos de transferência tecnológica e os fatores que o formam afetam o desempenho da rede.

A partir deste ponto o trabalho se enfocou na demonstração destes supostos através de uma pesquisa de campo tanto qualitativa quanto quantitativa com expertos em redes de inovação e pesquisadores de algumas redes de nanotecnologia existentes no Brasil. Os resultados desta pesquisa confirmaram a importância destas dimensões e fatores definidos inicialmente e foram detectados alguns fatores como muito importantes. Resultado disso, é a atenção dada, pelo modelo, a fatores como: à estratégia nacional; à estratégia de cada rede; à natureza colaborativa da rede traduzida nas interações, entre diversos atores para criar sinergia; e nas competências em rede. Sendo que a relação colaborativa entre a pesquisa pública (universidades, centros de pesquisa pública) e firmas, têm sido ressaltada, e principalmente no contexto de dar lugar à transferência tecnológica que permita gerar riqueza, a partir das inovações geradas nos laboratórios.

A proposta conceitual resgatou as contribuições existentes e a partir daí se incluíram novos elementos a fim de melhorá-la principalmente no que diz respeito às características da nanotecnologia. Espera-se que esta contribuição, a qual pretende ser flexível, dinâmica, sistêmica, seja de utilidade para acadêmicos e formuladores de política no processo de aprimoramento de suas pesquisas empíricas e aprimoramento de políticas públicas,

respectivamente. A proposta, embora precise ser melhorada, é relevante porque até onde se conhece na literatura, não existe um outro modelo que integre estas características.

Futuros trabalhos

Como diretrizes para trabalhos futuros, podem ser mencionadas as seguintes:

- considera-se relevante desenvolver pesquisa em mais segmentos da rede brasileira, de tal forma que permita maior amplitude no tratamento dos dados através de uma análise estatística não paramétrica com uma amostra de tamanho maior, usando modelos de equações estruturais (SKRONDAL; RABE-HESKETH, 2004, cap. 4) e análise fatorial (BARROSO; ARTES, 2008, p. 95). Este estudo poderia facilitar uma definição mais exata da importância dos fatores enquanto ao desempenho das redes e portanto, definir pesos e medições aos fatores e indicadores permitindo a construção de uma ferramenta mais adequada para avaliação das redes que permita detectar, entre outros aspectos, seus níveis de maturidade ou sua situação atual. Isto pode facilitar a comparação de redes.
- Desenvolver ferramentas de software que permita apoiar o processo de avaliação em parceria com pesquisadores da área de Ciências da Computação. Um estudo multidisciplinar na área de redes sociais pode ser útil para a definição de ferramentas para o suporte das redes de inovação em nanotecnologia que pode ser extensivo a outras áreas.
- A partir de este modelo, o qual foi definido dentro de uma perspectiva sistêmica, se tem a base para desenvolver pesquisa na análise de sistemas de inovação setorial em nanotecnologia.
- Trabalhos de pesquisa na gestão de redes de inovação, hoje em dia são escassos, portanto pode ser um campo muito fértil para a pesquisa.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGAPITONA N. The Impact of social Networks on innovtion and industrial development In: DRUID Summer Conference Copenhagen/ Ellsinore June 12-14, 2003.

AHRWEILER, Petra. *et al.* Evaluating innovation Networks. In Pyka A; GUN TER Kuppers. Innovaion Networks. Theory and Practice. Edward Elgar Publishing, 2003. p197-211.

AWRWEILER, Petra et al. Tools and Instruments of the SEIN Evaluation, SEIN Project paper 2006. n. 16, p. 1-30.

AHRWEILER P; PYKA A; GILBERT N. Simulating Knowledge dynamics in innovation networks (SKIN) Project supported by the German Academic Exchange Service and the British Council, dec, 2004. p, 1-13.

AHUJA, G. Collaboration networks, structural holes and innovation. A longitudinal study Administrtive Science Quarterly, 2000. n. 45, p. 425-455.

ALCORTA, L.; PEREZ W. Innovation systems ad technological specialization in Latin America and the Caribbean. UNU –MERIT, 1995. Disponível em < <http://www.intech.unu.edu/publications/discussion-papers/9509.pdf>> acesso em dez de 2006.

ALLIANZ, A. G. Small Sizes that matter . Opportunities and risks of nanotechnologies. Report in cooperation with the OECD. International Future Programme. Allian Center for Technology, 2005, Disponível em < <http://www.oecd.org/dataoecd/4/38/35081968.pdf>. > Aceso em 04 2007.

ALVES –MAZZOTTI Alda J.; GEWANDSZNAJAR Fernando. **O método nas Ciências naturais e Sociais. Pesquisa Quantitativa e Qualitativa.** Brasil: Pioneira, 1998.

ALVES. O L. Nanotecnologia e Desenvolvimento. Laboratório de Química do Estado Sólido. Instituto de Química UNICAMP. Disponível em < <http://lqes.iqm.nicamp.br>> acesso em junho 200. os.1-5.

AMIDON D. Níveis de inovação e a sociedade do conhecimento. USA, Working paper, s/n, 1997

ANPEI. Como alavancar a inovação tecnológica nas empresas. São Paulo, ANPEI, junho, 2004.

ARCHIBUGI, D.; HOWELLS J.; MICHIE J. Innovation Systems in a global economy. *Technology Analysis &Strategic Management*, v. 11, No 4, 1999.

AROCENA R.; SUTZ J. Looking at national Systems of Innovation from the south. In **Industry and Innovation**. 2000. v.l 7, n. 1.

----- Understading underdevelopment today: new perspective on SNI. IN: Proceedings of The First Globelics Conference, Rio de Janeiro Brasil, 2003a.

----- Knowledge, innovation and learning: systems and policies in the north and in the south. In Cassiolato, J.E. Lastres, H.M.M., Maciel, M;L. (eds) Systems of Innovations and Development. Chetttenham: Elgar, 2003b.

----- Innovation Systems & Developing countries. DRUID Working paper No 02- 05, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Informação e documentação – referências – elaboração: NBR 6023. Rio de Janeiro: ABNT, 2002.

AUBERT J. E. Promoting innovation in developing countries: A conceptual framework, 2006. disponível em < <http://www.merit.unu.edu/phd> > Acesso em 21 set 2006.

AVENEL, E. *et al.* Diversification and hybridization in firm knowledge bases in nanotechnologies. In: **Research Policy**. 2007. v. 36, p. 864–870.

BAMMER. Gabriele. Enhancing research collaborations: Three key management challenges. In: **Research Policy**. 2008. v.37, p. 875-887.

BAIBICH N. Comunicação pessoal, 2008

BAUMGRATZ, V. E.; DE MATTOS M. M. Indicadores de Ciência, tecnologia e inovação no Brasil. In **Revista Brasileira de inovação**, 2006. Disponível em: < <http://www.finep.gov.br/revista-brasileira-inovacao/quinta-edicao/>>. Acesso em set. 2006.

BARTOLOMEW. S. National System of Biotechnology Innovation: complex interdependencis in the global system. In: **Journal of International Business Studies**. 1997.v.28, n.2. p. 241-66.

BENKLER, Y. The Wealth of networks. Yale University Press. s/d . Disponível em: < http://www.benkler.org/Benkler-wealth_of_networks_chapter-1.pdf > Acesso em nov de 2006.

BIEMANS W. G. The Managerial Implications of networking. In: **EMJ**. 1990. v.8, n.4, p.529-540.

BITITCI, U. et al. Creating and managing value in collaborative networks. In: **International Journal of Physical Distribution & Logistics Management**. 2004. v, 34, n. ¾.

BONACCORSI, A., THOMA, G. Institutional complementarity and inventive performance in nano science and technology. *Research Policy*. 2007. v. 36, 813–831.

BORGATTI, S. P., & FOSTER, P. C. . The network paradigm in organizational research: A review and typology. **Journal of Management**. 2003. v. 29: 991–1013.

BOZEMAN Barry. LAREDO P.; MANGEMATIN V. Understanding the emergence and deployment of “nano” S&T. In: **Research Policy**. 2007.v.36,.n.6.p.529-540.

BOWMAN, Diana, M. Patently obvious: Intellectual property rights and nanotechnology. In: **Technology in Society**. Elsevier. 2007. v. 29, p. 307-315.

BREVIDELLI; CIANCARULLO. Modelo de crenças, 20001, p.160-200

BROWN Shona L.; EINSENHARDT, KATHleen M. Competing on the Edge. Strategy as Structured Chaos. USA: Harvard Business School Press, 1998.

BUCHER, P et al. Management principles for evaluating and introducing disruptive technologies: the case of nanotechnology in: **R&D Management**. 2003. v. 33, n. 2.

BULLINGER H.J. et al. Managing innovation networks in the knowledge-driven economy. **International Journal of Production Research**. 2004. v 42, n 17, p. 3337-3358

CALLON M.; LAREDO P, ROBEHARISON V. The management and evaluation of technological programs and the dynamics of techno-economic networks. The case of AFME. **Research Policy**. 1992.v. 21. n. 3, p. 215-236.

CAMPBELL, Simon. Economia baseada no conhecimento. In: Entrevistas Agência FAPESP. 2007. Disponível em: < <http://www.agencia.fapesp.br/materia/7256/entrevistas/economia-baseada-no-conhecimento.htm> >. Acesso em junho de 2007.

CARAYANNIS *et al.* Technological learning for Entrepreneurial Development. **International Journal of Technovation**. 2006. n.26, p. 419-443.

CARLSSON Bo. *et al.* Innovation systems: analytical and methodological issues. **Research Policy**. 2002. n.31, p. 233-245, 2002.

CASSIOLATO, J.E., LASTRES, H.M.M. , MACIEL, M;L; (eds) **Systems of Innovation and Development**. Cheltenham: Elgar, 2003.

CASTELLS. M. A. **Sociedade em rede**. Brasil: Paz e Terra, 2003.

CHESBROUGH H. Managing open innovation. **Research Tehnology Management**. 2004.v. 47, n. 1.

CHIESA, V.; TOLETTI G.. Network of collaborations for Innovation; the case of biotechnology. **Technology Analysis & Strategic Management**. 2004. v. 16, n. 1, p. 73-96.

CHURCH, Madeline et al. Participation, Relationships and dynamic change: New thinking on evaluating. The work of international networks. UK. 2002. paper no 21, p-1-47

COCCIA, Mário. A scientometric model for the assessment of scientific research performance within public institutes. In: **Scientometrics**. 2007. v. 65, n. 3, p. 307-321.

COHEN, W.M.; LEVINTHAL D.A.L. Innovation and learning:the two faces of R&D. **Economic Journal**. 1989. v.. 99, p. 569-596.

COHEN, W. M; D. A. LEVINTHAL, Absorptive capacity: A New Perspective on Learning and Innovation. **Administrative Science Quarterly**. 1990. n. 35.

COOKE, P. Regional Innovation Systems. Clusters and the knowledge economy. In: **Industrial and Corporate Change**. 2001b. v 10, n.4, p. 945-75.

CONWAY, S. Steward. Mapping Innovation Networks. In: International Journal of Innovation Management. 1998. v.2, n.2, p. 165-196.

COWAN R.; JONARD N. Innovation Networks and the distribution of Knowledge. MERIT, Maastricht University. The Netherlands, January, 2006.

CRISTENSEN, C. Innovator Dilemma Harper Collins Publishers, 2000.

CROSS, PARKER. **The Hidden Power of Social Networks**. USA: Harvard Business school. Press, 2004.

DE BRESSON.; AMESSE C. Networks of innovators. A review and introduction to the issue. **Research Policy**. 1991. v.20, p. 363-379.

DOSI G. LLERENA. P. SYLOS L.M. The relationship between science, technology and their industrial exploitation. In **Research Policy**. 2006. v. 35, p. 1450-1464.

:

DURÁN N. DE AZEVEDO. Rede de pesquisa em nanobiotecnologia. Reportagem 2002.. Disponível em < <http://www.comciencia.br/reportagens/nanotecnologia/nano20.htm>> acesso em outubro 2006.p.1-7.

DZISAH James, ETZKOWITZ,. Triple Helix circulation: The Heart of Innovation and Development. Triple Helix Group, 2008, p. 1-19

.

EC EUROPEAN COMMISSION COMMUNICATION OF THE EUROPEAN COMMISSION. Towards an European Strategy for Nanotechnology. Com 338, 2004. Disponível em < Cordis.europa.eu/nanotechnology/actionplan.htm. > Acesso em abril 2007.

EDQUIST, C. Systems of innovation: Technology, Institutions and Organizations. London. Pinter, 1997.

EDQUIST, C. **National Systems of Innovation in The Handbook of innovation** (ed) by J Faberberg, D.C. Mowery, and RR Nelson: Oxford University Press, 2000.

EJERMO O.; KARLSSON. Ch. Interregional inventors networks as studied by patent – coinventorships. In: Research Policy. 2006. v.35, p. 412-430.

EISENHARDT, K. M. Building Theories from Case Study Research. In **Academy of Management Review**. 2007. v. 14, p. 532-550.

ENKEL, Ellen. Knowledge networks- an integrated approach. Working paper, Research centre Knowledge Source. University of St Gallen, 2004.

ENKEL, Ellen.; GASSMANN Oliver.. Determinants of Innovation Networks. The case of the European Innovation Network for radiation dosimetry. In **JIN**, 2005. v.12, p. 123-136.

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

ESCALANTE L. PEREZ A. M, FISCHMANN, A. A. PLONSKI. Innovation Networks in nanotechnology. Towards a framework. In Atlanta Conference- Georgia Tech. USA, 2007a.

ESCALANTE L. PEREZ A. M, FISCHMANN, A. A. PLONSKI. Innovation Networks in Nanotechnology. The Brazilian case In Globelics Conference. Russia, 2007b

ESCALANTE L. PEREZ A. M, FISCHMANN, A. Frameworks of Innovation networks-A comparative study. In: CONTECSI, Conference.Brazil, SP, 2007c

ESCALANTE, L. M. FISCHMAN, A.A.; PEREZ A. J de J. Innovation networks in the learning economy. In: ERSa Conference-Greece, 2006,

ESCALANTE L A. PLONSKI. Redes de inovação- um estudo exploratório.In ALTEC.Bahia, Brazil,2005.

ESCALANTE L. VASCONCELLOS E. Strategic Uses of Information Systems- A framework. In. IAMOT, Conference. Austria. 2006.

ETZKOWITZ. Henry. Networks of Innovation, Science, Technology and Development. in the Triple Helix era. In: IJTMSD. 2002. v.1, n.1, p. 7-20.

FABRIZIO Kira. R. DIMIN. A. Commercializing the laboratory: Faculty patenting and the open science environment. In: **Research Policy**. 2008. v.37, p. 914-931.

FAGERBERG, J.; VERSPAGEN B. Innovation, growth and economic development:Why some countries succeed and others don't. In: The first Globelics Conference: Innovation Systems and Development Strategies for the Third Millenium, Rio, November 2-6, 2003.

FISCHMANN A.A. ALMEIDA MARTINHO Isnard. **Planejamento estratégico na pratica** . 1era edição, S.P.:Atlas, 1990.

FYFE, D. Conferência Internacional. A nanotechnology como fator de dinamização estratégica das empresas. In NANOTEC EXPO 2006, SP, Brasil, nov, 2006.

FINEP BRASIL . Disponível em <<http://www.finep.gov.br>> International Business Studies-
www;jibs.net-2003. acesso em outubro de 2006.

FREEMAN, C. **Output Measurement in Science and Technology**. Amsterdam:Ed:north Holland. 1987a.

----- **Technology Policy and Economic Performance: lessons from Japan**, London: Pinter, 1987b.

----- Networks of innovators: A Synthesis of Research Issues, **Research Policy**. 1991. v. 20, p. 499-514.

----- The National System of Innovation in historical perspective. **Cambridge Journal of Economics**. 1995. p. 5-24.

FOLADORI Guillermo et al. Nanotechnology for development or Knowledge enclaves? The World Bank case for Latin America. RELANS Disponível em <http://estudiosdeldesarrollo.net/relans/documentos/CJDS-Nano-development.pdf> > acesso em junho 2008.

FORFÁS. **Innovation networks**, Europe, June 2004.

FRENKEN, K. A complexity approach to innovation networks. The case of the aircraft industry (1990-1997). **Research Policy**, 2000. n. 29, p. 257-272.

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

FURTADO, A.T.; TERRA, B.; PASSOS, C.; PLONSKI, G.A. Indicadores de C&T para avaliar os programas de cooperação entre Universidade e Indústria: uma análise do PADCT III. In: XXII Simpósio de Gestão da Inovação Tecnológica, Proceedings do XXII Simpósio de Gestão da Inovação Tecnológica, São Paulo, Brasil, 2002.

GALEMBECK Fernando. Inovação em pequena escala. In 58 reunião anual da SBPC., 2006.

GALEMBECK Fernando. Comunicação pessoal, 2008.

GEUNA Aldo. NESTA. Lionel.J.J. University patenting and its effects on academic research: The emerging European evidence. In: **Research Policy**. 2006. v. 35, p. 790-807.

GERMUNDEN, H. G.; HEYDEBRECK, D. P. The influence of business strategies on technological networks activities. **Research Policy**. 1995. n. 24, p. 831-849.

GERMUNDEN H.G., RITTER. T., HEYDEBRECK.P. Network configuration and innovation success: An empirical analysis in German high –tech industries. In: **International Journal of Research Marketing**. 1996. v. 13., p. 449-462.

GEUNA, A.; NESTA, L.J.J. University patenting and its effects on academic research: The emerging European evidence, **Research Policy**. 2006. n. 35, p. 790-807.

GIBBONS Michael. The New production of Knowledge. Sage Publications, 1994.

GRANOVETTER ,M. The Strength of weak ties, **American Journal of Sociology**. 1973. v. 78 , n.6. p.1360-1380.

GREGERSEN Brigitte., JOHSON Bjorn. Performance of Innnovation Systems. Towards a Capability Based concept and Measurements. In The Third Globelics Conference, Pretoria South Africa, 2005- p-13.

GONÇALVES DA SILVA. Inova Unicamp, 2002.

GUARAU, C. Innovation networks in the biopharmaceutical sector: a study of UK small and medium sized enterprises. **International Journal of Entrepreneurship and Innovation Management**. 2005. v.5, n. 1/2.

GUEDES, T.M.M. The case of the Brazilian biotechnology network in proceeding of Iamot, 2000.

GULATI, R.. Does familiarity breed trust? The implications of repeated ties for contractual choice in alliances. **Academy of Management Journal**. 1995. n. 38, p. 85-112.

GULATI, R. Alliances and networks. **Strategic Management Journal**, 1998. v. 19, n.4, p. 293-317.

GULATI, R. ; GARGIULO M. Where do interorganizational networks come from? **American Journal of Sociology**, 1999. v. 104, n. 5, p. 1439-1493.

GULATI, R.; NOHRIA N.; ZAHEER A. Strategic Networks, **Strategic Management Journal**. 2000. n. 21. p. 203-215.

GÜNTHER H (organizador). **Como elaborar um Questionário Planejamento de Pesquisa para as Ciências Sociais N.1** (2003) Brasília, DF. UNB, Laboratório de Psicologia Ambiental.

GUTERRES S Silvia. Comunicação pessoal, 2008.

HAGE Jerald. HOLLINGSWORTH. Rogers. A Strategy for The Analysis of Idea Innovation Networks and Institutions. In: **Organization Studies**. 2000. v.21, n. 5, p. 971-1004

HAGEDOORN, J., A. N. LINK, and N. VONORTAS. "Research partnerships." **Research Policy**. 2000. v. 29, n. 4-5, p. 567-586.

HAGEDOORN J. Understanding the rationale of strategic Technology partnership; inter organizational modes of cooperation and sector differences. **SMJ**, 1993. n.14, p. 375-385.

HAKANSSON Hakan.; FORD David. How Should Companies Interact in business networks/ In; **Journal of Business Research**. 2002. v.55, p. 133-139.

HARLAND, C. et al. A conceptual model for researching the creation and operation of supply networks. **British Journal of Management**, 2004, v. 15, p. 1-20.

HEINZE T., KUHLMANN S; Across institutional boundaries? Research collaboration in German public sector nanoscience. In **Research Policy**, 2008, v. 37, p. 888-899.

HERBERT, P. Conferencia internacional. A Nanotechnology e sua crescente influência no Mercado global. In **EXPOTEC 2006**, SP Brasil.

HINTERHUBER Hans H. LEVIN Boris M. Strategic Networks- The Organization of the future. In: **Long Range Planning**. 1994. v. 27, n. 3 p. 43-53.

HOFFMANN, V.E. et al. Redes de empresas: uma proposta para sua classificação In: proceedings XXVIII ENAMPAD Curitiba Brasil, 2004.

HUISMAN Mark. Van Duljn M. Software for Social Network nalysis. In: s/d; U of Groningen, oct, 2003.

INNOVA. Network Competence evaluation, Sweden, 2006. p. 1-60.

INOVAÇÃO TECNOLÓGICA. Perspectivas da nanotecnologia no Brasil. 2002 Disponível em < <http://www.inovaçãotecnologica.com.br/noticia> > acessado em 30 abril 2008.

IRE- NETWORK. Innovating :Regions in Europe- good practices of regional innovation schemes. 2001-2004. Disponível em <<http://www.innovating-regions.org>> Acesso o 09.03,2006.

LEITE, Jose R. Questionnaire International Dialogue on Responsible Research and Desenvolpente of nanotechnology, Brazil. Meridian Institute, USA. 2004

JARILLO, J C. On strategic networks. **Strategic Management Journal**, 1988. v.9, p 31-41.

JICK, Todd D. Mixing Qualitative and Quantitative Methods. Triangulation in action. **Administrative Science Quarterly**. 1979. v.24, p.602-620.

JOHNSON, B.; EDQUIST, CH.; LUNDVALL, B. A.. Economic Development and the National System of Innovation Approach. Presented in Conferência Internacional sobre Sistemas de Inovações estratégicas de desenvolvimento para o terceiro Milenio. Globelics- Pretória, South África, Nov. 2003.

JOHNSON Gerry; SCHOLLES Kevan. (5 edición) **Dirección Estratégica**. Madrid: Prentice Hall, 2001.

KAPLAN, R.S.; NORTON, D.P. **Organização Orientada para a Estratégia**, 4ª. Edição, Editora Campus, 2000.

KAUFMANN ^a, LEHNER.; TODTLING. Effects on the Internet on the spatial structure of innovation networks. In: ERSa Conference 2002, Dortmund, 27-31 August. 2002.

KATZ S. J., MARTIN B.R. What is research collaboration? In **Research Policy**. 1997. v. 26, p. 1-18.

KESSLER Eric; CHARLES Michael. Strategic implications of nanotechnology. In: **Business Strategy Series**. 2007. v.8, n.6, p. 401-408.

KIM, Changsu, SONG, Jaeyong. Creating new technology thrugh alliances: An empirical investigation of joint patents. **Research Policy**. 2007. v. 27, p. 461-470.

KNOBEL. Inovação- UNICAMP, 2002.

KHANNA, T, R.; GULATI.; NOHRIA. The dynamics of Learning alliances: Competition, cooperation and relative scope. **Strategic Management Journal**, 1998. n. 19.

KROLL, H. LIEFNER I. Spin off enterprises as a reason of technology commercialization. In: TECHNOVATION, in press, 2008.

KOITI Araki. Comunicação pessoal. 2008.

LAMBKIN, I. Nanobiotechnology. Background paper. NanoIreland, October 2005.

LAN, K. Globalization and the adoption of information and communication technologies in developing countries- a cross-country analysis. Project INTECH. UNU. Disponível em < http://www.intech.unu.edu/research/current_research/innovation/lal/2002_2002.php> acessado em set 2006.

LARSON, A. Partner networks: leveraging external ties to improve entrepreneurial performance. **Journal of Business Venturing**. 1991. v. 6, p 173-88, 1991.

LASTRES H.; CASSIOLATO J. E. Globalização e os sistemas de inovação no Mercosul nos anos 90. In Guimarães et al Competitividade e Desenvolvimento. Brasil: ed SENAC, 2001.

----- . Systems of innovation, clusters and industrial districts: an analytical and policy implications of convergence and differences in the approaches. In : III Globelics Conference South Africa. Pretoria, 1 nov 2005.

LASTRES H.; CASSIOLATO J. E. . Systems of innovation and development from a South American perspective: a contribution to Globelics. In The first Globelics workshop and the Seminar Innovation Systems at Aalborg University. 2004. Disponível em < <http://www.business.auc.dk/ike-attach/Globelics.htm>.> acesso em setembro de 2006.

LEI DE INOVAÇÃO (Lei no 10.973, de 02/12/2004). Disponível em < www.inovacao.unicamp.br > Acesso: 24/06/2005.

LENGRAND. Louis. **Smart Innovation. A practical guide to evaluating Innovation Programs**. 2006. p-1-199.

LEYDESDORF; ETZKOWITZ. The triple helix as a Model for innovation studies. **Science of Public Policy**. 1998. v. 25, n. 3 p. 195-203.

LUGGEN, M. Birkenmeier B and Brodbeck, H. Innovation management in networks of entrepreneurial firms. In **International Journal Entrepreneurship and Innovation Management**. 2005. v. 5, n. ½.

LUNDVALL, Bengt-Ake.. National Systems of Innovation: Towards a Theory of innovation and Interactive Learning. Londres: Pinter, 1992.

LUNDVALL, Bengt-Ake.; JOHNSON, B. The learning economy. **Journal of Industry Studies**. 1994. v. 1, n. 2, dec, p. 23-42.

LUNDVALL, Bengt .Ake. Why Study National Systems and National Styles of Innovation. **Technology Analysis & Strategic Management**. 1998 v.10.n.4, p 407-423.

-----National Business Systems and National Systems of Innovation. In **International Studies of Management & Organizations**. 1997, v.29, n. 2 , p, 60-77.

-----The convergence and divergence of national systems of innovation. Draft of contribution to special issue of Research Policy on Innovation systems, 2000.

-----, Why the New economy is a Learning Economy, *Economia e Politica Industriale: Rassegna trimestrale diretta da Sergio* 2003. n. 117, p 173-185..

-----, Knowledge Management in the Learning Economy. DRUID Working Paper No. 06-6. 2006.

MALERBA, F. Sectoral Systems of innovation and production: concepts, analytical framework and empirical evidence. In: ECIS Conference. The future of innovation studies. Eindhoven September 20-23, 2001.

-----, New challenges for sectoral systems of innovation in Europe. In: DRUID Summer conference 2002 on Industrial Dynamics of the New and old Economy- who is embracing whom?. Copenhagen, Denmark, June 6-8, 2002.

MALHOTRA, Naresh. Pesquisa de marketing: uma orientação aplicada. 3era ed; Porto Alegre:Bookman, Brasil, 2001.

MALSCH Ineke. Nanotechnology in Brasil. Nanoforum EULA. Abril, 2008. Disponível em www.nanoformeula.eu acesso em junho 2008

MALTA, Oscar L. Nanotechnology Research and Training Requirements for sustainable development in the countries of younger industrialization. Paper presented at Euronanoforum 2003. European Commission. Brussels.

Disponível em < <http://cordis.europa.eu/nanotechnology/src/euronanoforum;htm> > acesso em abril 2008.

MALTA Oscar. Inovação UNICAMP, 2002

MARCH, J. G. Exploration and Exploitation in Organisational Learning. In: Organisation Science. 1991. v.2, n.1.

MARISCANO, G. T. M. Networks of innovation in biotechnology. 2005. V. 2. n..

MARTINS Paulo et al. Revolução invisível: Desenvolvimento recente da nanotecnologia no Brasil. S.P. 2007. disponível em: < <http://nanotecnologia.incubadotra.fapesp.br/portal> > acesso em maio 2008.

MATTAR, Fauza N. Pesquisa de Marketing. 2da edição. São Paulo:Atlas, 2000.

MEIMEI BREVIDELLI M. E IWANOW CIANCARULLO T.. Aplicação do modelo de crenças em saúde na prevenção dos acidentes com agulha. **Rev. Saúde Pública** 2001. n. 35, v. , p. 193-201.

MEYER, M. What do we know about innovation in nanotechnology? Disponível em < www.techtransfer.org.uk – www.sussex.ac.uk/spru> acesso em nov 2006.

MEYER, Martin. Are patenting scientists the better scholars? An exploratory comparison of inventor-authors with their non-inventing peers in nano-science and technology. In: **Research Policy**. 2006. V.35, p. 1646-1662.

MEYER-KRAHMER; Frieder; SCHMOCh Ulrich. Science-based technologies: university-industry interactions in four fields. In: **Research Policy**. 1998. v.27, p. 835-851.

MILES, R.C. SNOW, C.C. Network Organizations: new concepts for new forms, in **California Management review**. 1986. 34, 53-72.

----- Causes of failure in networks organizations. **California Management Review**. 1992. p. 53-72.

MILLENIUM REPORT. United Nations, 2005.

MILBERGS, Egil; VONORTAS, Nicholas, Innovation Metrics: Measurement to Insight, disponível em : <http://www.innovationtools.com/pdf/innovation-metric-wII.pdf>. acesso em abril 2008.

MINISTÉRIO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA MCT . Nanotecnologia Investimentos, Resultados e DEMANDAS. Mct, Dec, 2006 Disponível em < <http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/727.html> > acesso em dez 2007.

MINISTÉRIO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA - MCT. Ciência Tecnologia e Inovação para o Desenvolvimento. Plano de Ação 2007-2010. disponível em < <http://www.mct.gov.br/index.php/cotent/view/66236.html> > acesso em junho 2008

MINTZBERG Henry. A criação artesanal da Estratégia In:MONTGOMERY Cynthia A.; PORTER Michael E. (Org) **Estratégia**. USA: Harvard Business Review Book. 1998. .

MINTZBERG, Henry; AHLSTRAND Bruce; LAMPEL Joseph. Strategy Safari. New York:The Free Press, 1998.

MIYAZAKI, K. N. ISLAM N. Nanotechnology systems of innovation—An analysis of industry and academy research activities In. **Technovation**. 2007. v. 27, p, 661-675.

NANOSOMA. International conference, proceedings , São Paulo, nov, 2006

NANOTEC EXPO 2006, Feira &Congresso Internacional de nanotecnologia. São Paulo, nov 2006. Proceedings on line

NANOFORUM Report (4th) Benefits, Risks, Ethical, Legal and social Aspects of Nanotechnology. 2005. Disponível em < <http://www.nanoforum.org> >

Acesso em maio 2007.

NANOTEC Landscape Universidade de Birmingham UK. Report, 2006.

NSET, 2000. National Science Foundation, Nanotechnology definition. Disponível em <http://www.nst.gov/crssprgm/nano/reports/omb-nitty50.tsp> > acesso em set 2007.

NELSON R R National Innovation Systems: A retrospective on a study. **Industrial and Corporate Change**. 1992. vol 1 (2), pp 347-374.

------(ED) **National Systems of Innovation: A comparative study**. Oxford:Oxford University Press, 1993

NESTA Lionel, MANGEMATIN Vincent. The Dynamics of Innovation Networks. SEWPS-SPRU-Paper no 114. Electronic Working paper Series, april, 2004.

NOHRIA, N.; ECCLES R.G. (Eds). **Networks and Organizations: Structure, Form and Action**. Boston:Harvard Business School Press, 1992.

NONAKA, I., TAKEUCHI H.. **La organización creadora de conocimiento**. México: Oxford, 1998.

NONAKA I.; KONNO, N. The concept of “Ba”. Building a foundation for knowledge creation. **California Management Review**. 1998b, vol40, p.40-54.

OECD. **Networks of enterprises and Local Development**. Genebra:OECD, 1996.

OECD. **Managing National Innovation Systems**. Paris, OECD: 118, 1999a.

OJASALO Jukka. Management of innovation networks: a case study of different approaches. In : European Journal of Innovation Management. 2008. v11.n.1. p.51-86.

PARKS, S.; JEFFERY. Innovation Networks and flows of knowledge. In: **Journal Logistic Information Management**. 2000. v,13, n. 28, p. 139-143.

PASSIANTE, G.; ELIA V.; MASSARI T. Digital innovation. Innovation processes in virtual Clusters and digital regions.2004.

PATEL, P.; PAVITT, E. **Patterns of technological activity- Their measurements and interpretation**. In Stoneman, P (Ed) Handbook of economics of innovation and technological change , Oxford, p. 14-51, 1995.

PAVITT, K. The Process of Innovation. SEWPS. Paper No 89-SPRU. August, 2003. Disponível em <http://www.sussex.ac.uk/units/SPRU/publications/imput/sewp5> Acesso o dia 13 de julho 2006.

PEREIRA, L. E.; ARTES R. **Tópicos de Análise Multivariada** (2008) Em elaboração

PERES, SANDGREN. Nanotechnology in Sweden, 2008, p-1-60

PISANO, Gary. Profiting from innovation and the intellectual property revolution. In: **Research Policy**. 2006. V.35, p. 1122-1130.

PLONSKI, A. Guilherme. Mantras da inovação. Política Industrial 2. Brasil: ed USP. Brasil, 2004.

PLONSKI, A. Guilherme. Painel de Adicionado valor aos produtos através da nanotecnologia. IN NANTEC EXPO, SP, Brasil 2006.

POLANY, M. *The tacit dimension*. NY: Anchor Books: garden city, 1967.

POLHMANN, comunicação pessoal, 2008 .

PORTER, Michael E. **Ventaja competitiva de las naciones**. México: Vergara, 1990

PORTER, M. E. Towards a Dynamic Theory of Strategy. In: RUMELT, R. P. et al, *Fundamental Issues in Strategy*, Harvard Business School Press, 1994.

PORTER, A. *et al.* Explorations in Research and Innovation Systems Assessment: Where is Nano Going?, The Atlanta Conference on Science and Technology Policy 2006 USEU Policies for Research and Innovation: May 18–20, 2006. Disponível em <http://www.spp.gatech.edu/conference2006.php>: Atlanta, US. > Acesso em abril 2007

POWELL, W.W., Neither Markets nor Hierarchies: Network firms of Organization. **Research in Organizational behaviour**. 1990. v. 12, p. 295-336.

POWELL, W. W.; KOPUT, K. W.; SMITH DOERR, L. Inter Organizational Collaboration and the locus of Innovation: networks of learning in Biotechnology. **Administrative Science Quarterly**. 1996a. v.41:116-145.

POWELL, W. et. al. Networks Dynamics ad Field evolution: The growth of Inter-organizational Collaboration in the Life Sciences. **American Journal of Sociology**. 2005. n. 110, p.1132-1205.

POWELL W. et al. Network Position and Firm Performance: Organizational Returns to Collaborations in the Biotechnology Industry. USA, s/d disponível em < <http://www.stanford.edu/~woodyp/Rso1.pdf>, p. 1-54.

PYKA Andreas; Koppers Gunter. (ed) *Innovation Networks- Theory and practices*. Edward Elgar Publishing, 2003. p 255.

PYKA, A. Innovation Networks in Economics. From the incentive-based to the Knowledge-Based Approaches. INRA-SERD France, 1999.

PYKA A., SAVIOTTI P. The evolution of R&D networking in the biotech industries. **International Journal Entrepreneurship and Innovation Management**, v. 5, n. ½, 2005.

PREISLL, B. SOLIMENE I. The dynamics of clusters and Innovation Heidelberg Springer Physica. 2003b.

PROVAN KEITH G. MILWARD H. Brinton. Do Networks really Work? A Frameworks for evaluating Public-Sector Organizational Networks. In: **Public Administration Review**. July/August 2001, v.61, n.4., p. 414-

PROVAN Keith; KENIS Patrick. Modes of Network Governance: Structure, Management, and effectiveness. In: *Journal of Public Administration Research and Theory Advanced*. August, 2007. v. 1, p. 1-24.

RAVINDRANATH Madhavan, KOKA Balaji R, PRESCOTT John. Networks in transition: How Industry events (Re) Shape Interfirm relationship. In: *Strategic Management Journal*. 1998. v.19. p. 439-459.

RIJNSOEVER Van. Frank J. et al. A Resource-based view on the interactions of university researchers. In: **Research Policy**. 2008 in press

RITTER, Thomas; GERMUNDEN Georg. H. Interorganizational relationships and networks: An overview. In: **Journal of Business Research**. 2003. v. 56, p. 691-697.

RITTER Thomas. GERMUNDEN Hans G. Network Competence. In: **Journal of Business Research**. 2003. v.56, p. 745-755.

RYCROFT R.W. Technology- Based Globalization Indicators: The centrality of Innovation Networks data. USA, Center for International Science and Technology Policy , The GW Center for the study of Globalization Occasional paper series, CSGOP-02-09, 2002.

ROBINSON, D.K.R., RIP, A., MANGEMATIN, V. Technological agglomeration and the emergence of clusters and networks in nanotechnology. In: **Research Policy**. 2007. v. 36, 871-879.

ROSENFELD, S.. Industry clusters. Business choice, Policy Outcome or branding strategy? Proceedings of CRIC- Keynote, 2005.

ROTHWELL, R. Towards the fifth- generation innovation process. **International Marketing Review**. 1994. v. 11, n.1, p. 7-31.

SABATO, J.; BOTANA, N. La ciencia y la tecnología en el desarrollo futuro de América latina. **Revista de la integración**. 1968.p. 15-36.

SALAMANCA-BUENTELLO, F.; PERSAD, D. L.; COURT, E. B.; MARTIN, D. K.; DAAR, A. S.; SINGER, P. Nanotechnology and the Developing World. In: **PLoS Medicine**, 2005. v. 2, n. 5, p. 100-103.

SANTANA M. Comunicação pessoal, 2008.

SAXENIAN. A.L. *Regional advantage, Culture and competition in Silicon Valley and Route 128*. Cambridge, Mass. Harvard University Press, 1996.

SBPC, SOCIEDADE BRASILEIRA PARA O PROGRESSO DA CIÊNCIA. Nanotecnologia- especial- In **Cadernos SBPC** 2006.n.19, p. 7-22.

SBRAGIA, R. et al. (Org) **Inovação**. Brasil SP: Clio , 2006.

SEUFERT, A et al. **Knowledge networking- unleashing the power of networks for knowledge management**. In Back et al (ed) getting real about Knowledge Networks: unlocking corporate knowledge assets., Palgrave, 2002.

SKRONDAL. A.e RABE-HESKETH S. **Generalized Latent Variable Modeling. Multilevel, Longitudinal, and Structural Equation Models**. London:Chapman & Hall/CRC 2004.

SMITH Keith. Measuring Innovation In: Fabergerg. The Oxford Handbook of innovation. 2004. p. 148-177.

SODA, G.; USAI, A.; ZAHEER, A. Network Memory: the influence of past and current networks on performance. In: **Academy of Management Journal**. 2004. v. 47, n. 6, p. 893-906.

STEWART, F.; CONWAY S. Building Networks for Innovation Diffusion in Europe: learning from the SPRIT Program. **Enterprise and Innovation Management Studies**. 2000. v., 1, n. 3, p. 281-301.

STRAUB, D.E.; RAI, A.; KLEIN R.. Measuring firm Performance at the network level A homology of the business Impact of Digital Supply Networks. **Journal of Management Information Systems**, 2004. v. 21, n. 1, p. 83-114.

SWAN, J. et al. Knowledge management and innovation- networks and networking. In: Journal of KNOWLEDGE MANAGEMENT. 1999. V.3, N.4, P.262-275.

TEECE. David J. Profiting from technological innovation: Implications for integration, collaboration, licensing and public policy. In: **Research Policy**. 1986. v. 15, p. 285-305.

TIDD, J; BESSANT, J; PAVITT, K. Managing Innovation. Wiley, 2001.

TOMA, E. Painel Adicionando valor aos produtos a através da nanotecnologia. In NANOTEC EXPO 2006, SP, Brasil, 2006.

TOMA. Enrique. E. Interfaces e organização da Pesquisa no Brasil.: Da química à nanotecnologia. In; **Química Nova**. 2005. v. 28, p. S48-S51.

TOMA Enrique. Comunicação pessoal, 2008.

UZZI, B. The sources and consequences of embeddedness for the economic performance of organizations. The network effect. **American Sociological Review**. 1996. v. 61, p. 674- 698.

UZZI, B. Social structure and competition in interfirm networks: the paradox of embeddedness. **Administrative Science Quarterly**. 1998. v. 42, p. 464-476.

VERGARA, S. C.. **Projetos e relatórios de pesquisa em administração**. Brasil SP:Atlas, 2004.

VERISSIMA Carmen. Comunicação pessoal, 2008 .

Von HIPPEL E. Cooperation between rivals: Informal Know-how trading. **Research Policy**. 1987..n. 16, p. 291-302.

VINNOVA, Redes de Excelencia-avaliação, 2006

Von HIPPEL, E. **The sources of innovation**. New York and Oxford: Oxford University Press, 1988.

WALKER, G.; KOGUT B.; SHAN W. Social Capital, Structural Holes and the formation of an industry Network. In : **Organization Science**. 1997. 8, 108-125.

WARKETIN, M. et al E-knowledge networks for inter-organisational collaborative e-business. **Logistic Information management**, 2001, v. 14 , n.1/20, p.. 149-162...

WARTBURG Iwan von., TEICHERT Thorsten. Valuing patents and licenses from a business strategy perspective- Extending valuation considerations using the case the case of nanotechnology. In: **World Patent Information**. 2007 in press.

WASSERMAN, S., FAUST, K. **Social Network Analysing- methods and applications**. New York, Cambridge University Press, 1994

WELLS Stuart. **Choosing the future- The Power of Strategic Thinking**. USA:Butterworth-Heinemann, 1998.

WISSEMA.J. G.; EUSER L. Successful innovation Through Inter company networks. In: Log Range Planning. 1999. v. 24, n.6, p. 33-39.

YIN, Robert K. **Estudo de caso: Planejamento e Métodos**. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.

YOUTI Jan; SHAPIRA Philip. Building an innovation hub. A case study of the transformation of university roles in regional technological and economic development. In: **Research Policy**. 2008. In press.

GLOSSÁRIO

Bottom Up Construir objetos maiores a partir de blocos estruturais pequenos. A nanotecnologia busca usar átomos e moléculas como blocos estruturais. Muito utilizado na química, para criar estruturas a partir de moléculas. Antônimo de *top down*.

Computador quântico Computador cujo funcionamento baseia-se em propriedades da mecânica quântica, como a sobreposição, resultantes de componentes à escala nanométrica, molecular, atômica e subatômica. Os computadores quânticos poderão revolucionar a indústria de computadores em um futuro não muito distante.

Direcionamento de drogas, *drug delivery*.- Utilização de componentes físicos, químicos ou biológicos para a liberação controlada de concentrações de um agente terapêutico.

Física quântica: Ramo da física que se baseia na teoria quântica. As leis clássicas da física geralmente não se aplicam na escala de interesse da nanotecnologia. Assim, os fenômenos que ocorrem à escala atômica devem ser descritos de acordo com a física quântica. Por exemplo, em escala nanométrica os corpos podem seguir trajetórias distintas do que seria previsto pela teoria clássica, uma vez que podem se comportar como onda ou partícula. Isso decorre do fato de que a energia só pode ser emitida ou absorvida pela matéria em unidades discretas, denominadas *quanta* (*quantum*, no singular)

Nanobiotecnologia: A nanobiotecnologia estuda as propriedades de nanoestruturas biológicas em escala molecular. O estudo envolve a compreensão da física e da química, dos fenômenos biológicos e eventuais aplicações, manipulação e criação de dispositivos bio-nanoestruturais.

Nanocompósito: Nanomaterial composto de um ou mais materiais com características diferentes, com o objetivo de aproveitar as melhores propriedades de cada um deles. Nos nanocompósitos, a carga (silicatos, metais, nanotubos de carbono, etc – de dimensões nanométricas) funciona como reforço mecânico da matriz, que é 9/20 normalmente um polímero.

Nanoescala: Escala dimensional de ordem nanométrica.

Nanomanipulação: Manipulação em escala atômica ou molecular, visando produzir estruturas para fins específicos.

Nanometrologia: é a ciência das medições em escala nanométrica. É particularmente importante para a produção de nanomateriais e, principalmente, nanodispositivos com um grau de precisão elevado, permitindo uma implementação confiável das técnicas de nanotecnologia.

Nanorrobôs: Máquinas com dimensões nanométricas.

Nanotecnologia é a compreensão e manipulação controlada de estruturas e aplicações ao nível atômico e molecular (PÉREZ; SANDGREN, 2008. p. 12)

Nanotubos de carbono: Os nanotubos de carbono (CNT) foram observados pela primeira vez por Sumio Iijima, em 1991. Possuem uma estrutura composta por uma ou mais folhas de grafeno formando uma estrutura cilíndrica. Podem ter paredes simples (SWNT) ou paredes múltiplas (MWNT).

Polímero: Macromolécula formada por uma longa cadeia de moléculas denominadas monômeros. Material com alto peso molecular composto de sub-unidades que se repetem. Os polímeros podem ser orgânicos, inorgânicos ou organometálicos, sintéticos ou naturais.

Redes de Inovação. são um mecanismo da inovação contemporânea, utilizada para promover a inovação tecnológica e comercialização destas inovações, a través da colaboração e sinergia criada por atores da academia, firmas e governo. O fluxo e a troca de informação e conhecimento entre os atores é o que sustenta a estas redes.

Redes de inovação pública. instrumento de política pública utilizada para promover a inovação entre atores como academia, firmas, os quais a través de trabalho colaborativo e sinergias criadas produto de suas interações, geram inovações e tecnologias que transformadas em riqueza contribuem ao desenvolvimento econômico e social..

Redes de pesquisa pública em nanociência e nanotecnologia.- instrumento de política pública orientado a promover o trabalho colaborativo e sinergias entre academia, institutos públicos e firmas a fim de promover a inovação tecnológica em nanotecnologia de tal forma que o conhecimento gerado vire tecnologias contribuindo ao desenvolvimento econômico e social, contribuindo ao fortalecimento do sistema de inovação nacional. ..

Sistemas de inovação em nanotecnologias.- Atores que desenvolvem, produzem ou usam nanotecnologias, organizações pública e privada mais instituições e estruturas suportando sua ação (Pérez, Sandgren, 2008, p. 16)s

Spin-off .- é um termo em inglês utilizado para descrever uma nova empresa que nasceu a partir de um grupo de pesquisa de uma empresa, universidade ou centro de pesquisa público ou privado, normalmente com o objetivo de explorar um novo produto ou serviço de alta tecnologia. É comum que se estabeleçam em incubadoras de empresas ou áreas de concentração de empresas de alta tecnologia. Por exemplo no Brasil se conta com algumas iniciativas como mecanismos para a transferência tecnológica, onde se destacam as incubadoras de empresas, instaladas em universidades e o recente esforço de formação de Parques tecnológicos pelo governo também sendo instalados por fundações ou instituições da própria universidade.

Top down: Consiste na fabricação de pequenos componentes a partir da utilização de objetos maiores como ferramentas, laser e outros. Antônimo de *Bottom Up*.

APÊNDICES

APÊNDICE 1 – Modelo de correspondência de encaminhamento do questionário

APÊNDICE 2 – Questionário utilizado para a coleta de dados

APÊNDICE 3 – Respostas dos diferentes respondentes do questionário

APÊNDICE 1 – MODELO DE CORRESPONDÊNCIA DE ENCAMINHAMENTO DO QUESTIONÁRIO

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E CONTABILIDADE

Prezado Senhor(a) Pesquisador(a) Diretor(a)

Assunto: Rede de Nanotecnologia

Tenho a satisfação de apresentar a professora **Mercy Escalante Ludeña**, aluna de doutorado do Programa de Pós-Graduação em Administração da FEA-USP. Ela está realizando sua tese pesquisando o tema: **Redes de Inovação em Nanotecnologia no Brasil**. Por este motivo agradeço por seu apoio para a obtenção de informações e documentos da rede.

A pesquisa requererá uma entrevista e/ou a aplicação de questionário aos diversos atores da rede. No caso dos pesquisadores do estado de São Paulo os questionários serão aplicados pessoalmente. Para os atores da rede de outros estados, os questionários serão enviados por e-mail. Também agradeço pela devolução dos questionários preenchidos, enviando ao seguinte e-mail: mercyesc@usp.br

Deve ser ressaltado que a pesquisa tem apenas caráter acadêmico e os dados e informações fornecidas serão tratadas de forma confidencial.

Após análise dos resultados e conclusão da tese, será encaminhado a todos os participantes da pesquisa um relatório por via eletrônica.

Atenciosamente,

Prof. Dr. Adalberto A. Fischmann – aafischm@usp.br

Orientador

APÊNDICE 2 – QUESTIONÁRIO UTILIZADO PARA A COLETA DE DADOS

I. Informações gerais.

O senhor (a) pertence a:

Um órgão do Governo (MCT , Agencia financiadora, Agencia reguladora etc.)

Universidade/Centro de Pesquisa Público (Instituto do Milênio, Laboratório, etc.) ☐

Coordenador da rede ☐ Pesquisador ☐

Aluno (Pós Graduação, graduação) ☐

P&D de Firma : com mais de 250 empregados ☐ menos de 250 empregados ☐

Menos de 100 empregados ☐

Associação (associação Industrial, Câmara de Comércio, ONG, etc.) ☐

Outro ☐ (Favor indicar o nome)

Nome da rede à qual pertence: Simulação e Modelagem de Nano estruturas

Nanofotônica ☐ Rede Nacional de Nanobiotecnologia e Sistemas Nanoestruturados ☐

Rede Cooperativa de Pesquisa em Revestimentos Nanoestruturados

Microscopias de varredura de sondas-software e hardware abertos ☐

Nanotubos de carbono-Ciência e aplicações ☐ Nanoglicobiotechnologia ☐

Rede de Nanotecnologia molecular e de interfaces – RENAMI estágio III

Rede de Nanobiomagnetismo ☐ Nanocosméticos: do conceito às aplic. Tecn. ☐

Outras ☐ - Favor indicar nome rede

Localização geográfica:

São Paulo ☐ Minas Gerais ☐ Brasília ☐ Rio Grande do Sul ☐ Pernambuco ☐

II. Instruções: Favor responder marcando a opção que segundo sua opinião melhor responde à pergunta ou afirmação feita na coluna da esquerda. Comentários adicionais são bem-vindos. Tomar em conta, que todas as questões a seguir, devem ser avaliadas considerando como afetam sua rede ou Instituto.

<p>1. A definição de uma Estratégia Nacional em Nanotecnologia no Brasil (concertada com os diferentes atores, governo, academia, empresas, etc.) é fundamental para garantir sua sustentabilidade a longo prazo.</p>	<div>Desconheço: ☐</div> <div>Total Desacordo Neutral Acordo Total Desacordo Acordo</div> <div>☐ ☐ ☐ ☐ ☐</div> <div>Comentário adicional</div>
<p>2. Uma política de inovação que considere a Nanotecnologia é fundamental para fortalecer o Sistema de Inovação Nacional e por consequência as suas redes de inovação. (ex: incentivos fiscais, marcos regulatórios, ambiente para empreendedorismo, inovação, políticas de formação de recursos humanos, fundos etc).</p>	<div>Desconheço: ☐</div> <div>Total Desacordo Neutral Acordo Total Desacordo Acordo</div> <div>☐ ☐ ☐ ☐ ☐</div> <div>Comentário adicional</div>

Os aspectos institucionais do país favorecem a inovação em redes de Nanotecnologia (ex: políticas de inovação, marcos legais, instituições de suporte, cultura favorável à inovação e empreendedorismo, etc).	Desconheço: ☐ Total Desacordo Neutral Acordo Total Desacordo Acordo ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ Comentário adicional:
3. Os fundos públicos na sua rede são suficientes.	Desconheço: ☐ Total Desacordo Neutral Acordo Total Desacordo Acordo ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ Comentário adicional
4. A infra-estrutura (laboratórios de alta qualidade, Tecnologias de Informação e Comunicações) para a rede é suficiente, permitindo que o Brasil acompanhe o desenvolvimento da nanotecnologia na sua rede.	Desconheço: ☐ Total Desacordo Neutral Acordo Total Desacordo Acordo ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ Comentário adicional
5. O sistema de Propriedade Intelectual para Nanotecnologia que garante o potencial inovador dos pesquisadores, é na sua opinião:	Desconheço: ☐ Inadequado Muito Adequado ☐ ☐ ☐ ☐ ☐
6. O sistema de medição e certificação (para garantir segurança nos processos e produtos) em Nanotecnologia é na sua opinião:	Desconheço: ☐ Inadequado Muito Adequado ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ Comentário adicional
7. A formação de recursos humanos em nanotecnologia é uma fortaleza das redes brasileiras.	Desconheço: ☐ Total Desacordo Neutral Acordo Total Desacordo Acordo ☐ ☐ ☐ ☐ ☐
8. Os programas de difusão e treinamento para os atores da rede com a finalidade de desenvolver e fortalecer competências e capacidades de rede, são na sua opinião:	Desconheço: ☐ Inadequado Muito Adequado ☐ ☐ ☐ ☐ ☐
9. Os custos para a análise das questões ambientais, de saúde, análise de ciclo de vida e segurança impactarão na comercialização da nanotecnologia.	Desconheço: ☐ Total Desacordo Neutral Acordo Total Desacordo Acordo ☐ ☐ ☐ ☐ ☐
10. A cooperação e a mobilidade tanto nacional quanto internacional na sua rede, são na sua opinião:	Desconheço: ☐ Inadequado Muito Adequado ☐ ☐ ☐ ☐ ☐

[illegible]

20. A frequência com a qual os atores da rede compartilham e fazem uso racional da infra-estrutura laboratorial da rede é:	Desconheço	☐			
	Nula	Muito baixa	Baixa	Alta	Muito Alta
	☐	☐	☐	☐	☐
21. Compartilhar e fazer uso racional da infra-estrutura laboratorial existente deve ser promovido e fortalecido pelos membros da rede.	Desconheço	☐			
	Total
Desacordo	Desacordo	Neutral	Acordo	Total
Acordo
	☐	☐	☐	☐	☐
	Comentário adicional-				
22. As interações entre os pesquisadores da mesma universidade (para troca de informação, conhecimento etc), são muito importantes para melhorar o desempenho da rede.	Desconheço	☐			
	Total
Desacordo	Desacordo	Neutral	Acordo	Total
Acordo
	☐	☐	☐	☐	☐
	Comentário adicional-				
23. As interações entre os pesquisadores de diferentes universidades (institutos) e das diferentes disciplinas (química, física, biologia, etc) da sua rede (para troca de informação, conhecimento etc) são relevantes para fortalecer o desempenho da rede.	Desconheço	☐			
	Total
Desacordo	Desacordo	Neutral	Acordo	Total
Acordo
	☐	☐	☐	☐	☐
	Comentário adicional-				
24. As relações colaborativas com firmas (P&D da firma com P&D do centro) são fundamentais para dinamizar a rede e potencializar de melhor forma a geração de conhecimento e riqueza.	Desconheço	☐			
	Total
Desacordo	Desacordo	Neutral	Acordo	Total
Acordo
	☐	☐	☐	☐	☐
	Comentário adicional-				
25. Os fundos públicos permitem que as redes possam desenvolver os seus projetos, sendo que estes são fundamentais no início da rede e depois, na medida que a rede obtém maturidade, estes podem diminuir.	Desconheço	☐			
	Total
Desacordo	Desacordo	Neutral	Acordo	Total
Acordo
	☐	☐	☐	☐	☐
	Comentário adicional-				
26. Uma infra-estrutura laboratorial de alta qualidade é fundamental para facilitar a pesquisa	Desconheço	☐			
	Total
Desacordo	Desacordo	Neutral	Acordo	Total
Acordo
	☐	☐	☐	☐	☐
	Comentário adicional-				
27. Um sistema de propriedade intelectual para nanotecnologia que permita proteger o potencial inovador dos pesquisadores é indispensável.	Desconheço	☐			
	Total
Desacordo	Desacordo	Neutral	Acordo	Total
Acordo
	☐	☐	☐	☐	☐
	Comentário adicional-				

Orientação estratégica Nacional para Nanotecnologia

Plano Estratégico da rede (Definição da estratégia da rede em concordância com o Plano Nacional de Nanotecnologia)	☐	☐
Fundos públicos	☐	☐
Sistema de propriedade intelectual orientado a nanotecnologia	☐	☐
Mecanismos de Política para favorecer investimentos privados para nanotecnologia	☐	☐
Sistemas de medição e certificação para nanotecnologia	☐	☐
Formação de Recursos Humanos (iniciação científica, mestres, doutores, pós-doutores em nanotecnologia)	☐	☐
Mapeamento de competências (Conhecimento sobre o que a rede sabe fazer bem)	☐	☐
Programas de difusão e treinamento para formar e ou fortalecer capacidades de trabalho colaborativo em rede	☐	☐
Programas de difusão de produtos com nanotecnologia na indústria e na sociedade	☐	☐
Infra-estrutura (laboratórios, Tecnologias de comunicação e telecomunicações)	☐	☐
Governança da rede (mecanismos de coordenação, definição de nós centrais, modelos gerenciais)	☐	☐
Mecanismos gerenciais de suporte à rede (para o suporte da governança: plano estratégico da rede, sistema de avaliação de desempenho, etc.)	☐	☐
Articulação entre os centros de pesquisa da rede baseado no capital social (confiança), fomentando interdisciplinaridade. Por exemplo: frequência e qualidade da comunicação, troca de conhecimento e informação, aprendizado coletivo e interativo, etc.	☐	☐
Estabelecimento de parcerias entre Universidades, centros de Pesquisa Públicos com Firms, com foco a projetos conjuntos	☐	☐
Outros (favor indicar)	☐	☐

Organize os itens abaixo mencionados por ordem de importância de 1 (mais relevante) a 08 (menos relevante) – Seção A. Depois marque com X a frequência ou quantidade que **você acha que a sua rede tem** destes itens na seção B:

Seção A

Ordem

Seção B

Não Muito Poucas Número Muitas
existem poucas razoável .

() Co-Patentes (resultado de parceria conjunta com a indústria) _____	☐	☐	☐	☐	☐
() Patentes aceitas (sem uso industrial)	☐	☐	☐	☐	☐
() Patentes Licenciadas (em uso industrial)_____	☐	☐	☐	☐	☐
() Publicações científicas_____	☐	☐	☐	☐	☐
() Co-Publicações científicas _____	☐	☐	☐	☐	☐
() Projetos colaborativos Universidades, centros de pesquisa e Firmas (P&D) do país. _____	☐	☐	☐	☐	☐
() Spin-off (empresas formadas por pesquisadores públicos). _____	☐	☐	☐	☐	☐
() Pessoas formadas pela rede (mestres, doutores, etc) _____	☐	☐	☐	☐	☐
() Outros (favor indicar) _____	☐	☐	☐	☐	☐

Se desejar colocar qualquer comentário adicional, por favor, utilize uma página em branco, ou no caso em que for necessário expandir qualquer uma das suas respostas .

Obrigados pelo o seu tempo em completar o questionário!!!!

APÊNDICE 3 – RESPOSTAS DOS DIFERENTES RESPONDENTES DO QUESTIONÁRIO

Resultados das respostas da parte 2 do questionário (1 de 4)

Respondente	Pergunta1	Pergunta2	Pergunta3	Pergunta4	Pergunta5	Pergunta6	Pergunta7	Pergunta8	Pergunta9
1	1	1	1	1	1	1	1	3	5
2	4	2	3	3	2	1	4	2	2
3	2	2	3	2	2	3	4	4	4
4	4	4	3	3	1	1	4	1	1
5	4	2	3	3	2	2	4	4	4
6	5	1	3	2	2	2	4	2	5
7	5	5	3	3	1	1	4	2	5
8	2	2	2	2	2	2	3	2	3
9	5	2	4	3	2	2	5	2	5
10	4	4	3	4	2	4	4	2	3
11	3	4	4	3	2	2	3	4	4
12	4	2	4	4	2	4	2	2	5
13	2	2	3	2	1	1	3	3	1
14	4	3	2	2	3	1	4	2	2
15	4	2	4	4	2	1	5	3	4
16	4	4	4	4	3	1	4	4	3
17	5	5	1	4	4	4	5	4	1
18	4	5	1	4	5	5	3	5	5
19	3	4	3	2	4	4	4	3	2
20	5	3	3	4	4	5	3	3	4
21	5	4	4	4	2	2	4	1	4
22	5	4	4	4	2	2	4	1	5
23	5	5	4	3	2	2	4	2	5
24	5	3	3	4	1	1	5	4	5
25	5	3	3	3	1	1	4	3	5
26	5	2	1	3	1	1	4	1	5
27	5	5	3	5	1	1	4	1	
28	4	4	3	3	1	1	5	1	
29	0	4	3	3	1	2	5	0	
30	4	4	3	3	1	1	4	1	

Resultados das respostas da parte 2 do questionário (2 de 4)

Respondente	Pergunta10	Pergunta11	Pergunta12	Pergunta13	Pergunta14	Pergunta15	Pergunta16	Pergunta17	Pergunta18
1	3	5	2	3	3	5	5	5	
2	2	2	2	2	1	4	4	2	
3	4	5	5	3	3	3	4	4	
4	1	1	2	1	1	4	4	3	
5	4	4	4	4	4	5	5	4	
6	2	2	2	2	1	4	4	3	
7	2	2	2	2	1	4	4	3	
8	1	2	2	1	1	4	4	2	
9	3	2	2	2	2	5	5	5	
10	1	4	4	1	1	5	5	3	
11	4	5	3	3	1	4	4	4	

12	2	2	1	1	1	5	5	4
13	3	3	3	3	1	5	5	5
14	3	4	2	2	4	5	4	3
15	4	5	4	2	5	5	5	3
16	4	3	3	2	2	5	5	4
17	4	5	5	5	5	5	5	5
18	5	5	5	5	4	5	5	3
19	3	5	5	2	1	3	4	4
20	5	4	2	4	2	4	4	4
21	3	2	2	2	2	5	5	3
22	3	1	2	2	4	5	5	2
23	3	2	1	1	1	5	5	3
24	3	4	4	3	2	5	5	4
25	2	1	1	2	2	5	5	3
26	2	3	3	2	2	5	5	4
27	2	5	5	2	2	5	5	0
28	4	5	5	2	0	4	4	0
29	5	5	5	1	1	4	5	0
30	5	4	5	3	2	4	5	0

Resultados das respostas da parte 2 do questionário (3 de 4)

Respondente	Pergunta19	Pergunta20	Pergunta21	Pergunta22	Pergunta23	Pergunta24	Pergunta25	Pergunta26	Pergunta
1	5	3	5	5	3	3	5	5	
2	5	3	5	5	3	2	5	5	
3	5	4	4	5	3	2	5	5	
4	5	2	4	1	1	1	4	5	
5	5	2	5	3	2	2	4	5	
6	4	3	4	3	3	3	5	4	
7	4	2	5	3	2	2	4	4	
8	4	1	4	3	2	5	5	5	
9	5	2	5	3	2	1	5	4	
10	4	2	5	4	3	2	4	4	
11	4	2	4	1	1	1	4	4	
12	5	3	4	5	2	5	4	5	
13	5	3	5	5	2	2	5	4	
14	4	2	4	5	3	2	4	4	
15	5	2	4	2	2	2	5	5	
16	5	2	4	3	2	2	5	5	
17	4	2	5	2	2	1	4	4	
18	4	1	4	3	2	2	5	5	
19	4	4	0	2	2	5	5	5	
20	5	2	4	2	1	1	4	4	
21	5	2	5	2	2	2	4	4	
22	5	2	5	2	1	5	3	4	
23	4	2	4	2	2	2	4	5	
24	4	3	4	4	3	1	4	5	
25	5	2	5	2	2	2	4	5	
26	5	1	5	1	1	1	5	5	
27	5	2	5	2	2	5	5	5	
28	5	1	5	2	5	5	5	5	
29	4	0	4	2	5	5	5	5	
30	5	2	5	2	4	4	5	5	

Resultados das respostas da parte 2 do questionário (4 de 4)

Respondente	Pergunta28	Pergunta29	Pergunta30	Pergunta31	Pergunta32	Pergunta33
1	5	4	4	3	4	2
2	5	4	4	3	4	5
3	4	4	4	5	4	4
4	4	4	4	3	5	2
5	5	5	5	4	4	3
6	4	4	4	3	5	3
7	5	5	5	4	4	3
8	5	4	5	4	4	3
9	4	4	4	4	5	2
10	5	5	5	3	5	3
11	4	4	4	3	5	2
12	5	4	4	4	4	3
13	4	4	4	3	5	2
14	4	4	4	5	5	3
15	5	5	4	4	5	2
16	4	4	5	2	4	2
17	4	4	4	3	5	2
18	4	4	4	3	5	2
19	4	4	4	3	5	2
20	4	4	4	3	5	2
21	4	4	4	3	5	2
22	5	4	3	3	5	2
23	4	4	4	3	5	2
24	4	5	5	4	5	2
25	4	5	4	5	3	2
26	4	5	5	5	5	3
27	5	5	5	5	5	3
28	5	5	5	2	4	3
29	5	5	4	2	4	2
30	0	5	5	2	5	2

Resultados das respostas da parte 3 do questionário

Respondente	Relação 1	Relação 2	Relação 3	Relação 4
1	3	2	4	1
2	1	3	2	4
3	1	3	4	2
4	1	3	2	4
5	1	4	2	3
6	1	3	2	4
7	1	3	2	4
8	3	1	4	2
9	1	2	3	4
10	1	3	4	2
11	1	4	2	3
12	1	3	4	2
13	1	3	2	4
14	3	2	4	1
15	2	1	4	3

16	3	4	3	3
17	1	1	1	1
18	1	2	4	1
19	1	2	4	3
20	2	4	4	
21	1	3	2	4
22	1	2	3	4
23	1	3	2	3
24	1	3	2	4
25	1	2	3	4
26	1	2	3	4
27	1	2	3	4
28	1	3	2	4
29	1	3	2	4
30	1	2	3	4

Relação 1 Projetos Colaborativos
 Relação 1 Financiamento
 Relação 1 Privado
 Relação 1 Formação de RRHH pelas firmas
 Relação 1 Encomendas tecnológicas do setor privado

Resultados das respostas da parte 4 do questionário (1 de 2)

Respondente	Fator 1	Fator 2	Fator 3	Fator 4	Fator 5	Fator 6	Fator 7	Fator 8	Fator 9
1	1								
2	1	11	12	10	13	4	6	14	7
3									
4	1	2	5	9	10	6	11	12	7
5	1	6	7	5	9	3	13	14	2
6	1	2	8	9	10	3	5	12	4
7	1	2	4	8	9	5	10	12	6
8	14	1	2	12	13	3	10	11	7
9	1	4							
10	9	3	7	13	12	1	2	8	14
11	1	3	9	7	8	2	10	12	4
12	12	13	14	11	4	1	2	6	3
13	1	1	1	1	1	1	2	2	1
14							3	1	5
15	1	4				2		3	
16	5					1		3	
17	1	5	6	13	12	7	11	10	4
18						2		3	1
19		1				4		5	
20	4	3		5					
21	1	6		5	7	8			
22	1	4				5			6
23									
24	1		7					6	
25	1	7	4	5	6				
26	1	5							7
27	1	3				4			5
28	1	3						7	6
29	1	6		5			2		7

Resultados das respostas da parte 4 do questionário (2 de 2)

Respondente	Fator 10	Fator 11	Fator 12	Fator 13	Fator 14	Fator 15
1						
2	8	5	9	2	3	
3						
4	13	14	8	3	4	
5	10	12	11	4	8	
6	9	13	6	7	11	
7	13	14	11	3	7	
8	5	15	8	6	4	
9	5		2	3		
10	4	6	5	10	15	
11	13	14	5	6	11	
12	7	8	9	5	10	
13	2	2	2	3	1	
14		2				4
15				5		
16		2	4			
17	3	9	8	2	14	
18		4		5		
19			2	3		
20			2	1		
21			4	3		2
22			2			3
23						
24	5		4	3		2
25			3	2		2
26			4	3		2
27			7	6		2
28			5	4		2
29			3	4		
30			3	4		2

Fator 1: Orientação estratégica Nacional para Nanotecnologia

Fator 2: Fundos públicos

Fator 3: Mecanismos de Política para favorecer investimentos privados para nanotecnologia

Fator 4: Sistema de propriedade intelectual orientado a nanotecnologia

Fator 5: Sistemas de medição e certificação para nanotecnologia

Fator 6: Formação de Recursos Humanos (iniciação científica, mestres, doutores, pós-doutores em nanotecnologia)

Fator 7: Mapeamento de competências (Conhecimento sobre o que a rede sabe fazer bem)

Fator 8: Programas de difusão de produtos com nanotecnologia na indústria e na sociedade

Fator 9: Infra-estrutura (laboratórios, Tecnologias de comunicação e telecomunicações)

Fator 10: Governança da rede (mecanismos de coordenação, modelos de gestão, instrumentos gerenciais de suporte)

Fator 11: Mecanismos gerenciais de suporte à rede (para o suporte da governança: sistema de avaliação de desempenho, etc.)

Fator 12: Articulação entre os centros de pesquisa pública da rede fomentando interdisciplinaridade

Fator 13: Parcerias entre Universidades, centros de Pesquisa Públicos com Firmas.

Fator 14: Transferência tecnológica (formação de spin-offs, licencias de patentes, etc.)

Fator 15: Orientação estratégica da rede (definição da estratégia da rede em concordância com o Plano Nacional de Nanotecnologia)

Resultados das respostas da parte 5 do questionário (Frequência dos outputs)

Respondente	Output					
	Output 1	Output 2	Output 3	Output 4	Output 5	Output 6
1	4	2	5	3	2	5
2	3	1	4	1	1	4
3	4	4	5	5	1	5
4	2	1	4	2	1	4
5	4	4	5	4	1	4
6	3	1	4	4	1	4
7	2	1	4	2	1	4
8	3	1	4	2	2	4
9	4	3	5	3	3	4
10	4	2	4	3	3	4
11	2	1	5	2	1	4
12	2	1	5	3	2	4
13	4	4	4	4	1	5
14	1	1	4	4	1	3
15	1	1	4	4	1	3
16	3	2	4	3	1	4
17	1	1	3	4	1	4
18	1	1	3	2	1	4
19	1	1	3	4	1	4
20	1	1	3	4	1	4
21	3	2	4	2	1	4
22	4	4	5	3	2	4
23	2	2	4	3	2	3
24	4	2	5	2	1	4
25	3	2	4	1	1	4
26	3	2	4	2	1	4
27	3	2	4	2	1	4
28	4	2	4	2	1	4
29	4	2	4	2	1	5
30	4	3	4	1	1	5
Media	2,90	1,97	4,28	2,86	1,34	4,21
DesvioPad	1,16	1,03	0,63	1,07	0,60	0,52

Output 1	Patentes Solicitadas
Output 2	Patentes Licenciadas
Output 3	Publicações científicas
Output 4	Projetos Colaborativos
Output 5	Spin-offs
Output 6	Pessoas formadas

Resultados das respostas da parte 5 do questionário (Importância)

Respondente	Output					
	Output 1	Output 2	Output 3	Output 4	Output 5	Output 6
1						
2						
3	4	5	6	1	2	3
4						
5						
6						
7						
8	5	6	1	3	4	2
9						
10	5	6	1	4	3	2
11	5	6	2	3	4	1
12						
13						
14	2	1	3	4	6	5
15	3	2	5	1	6	4
16						
17	5	6	3	2	4	1
18						
19	4	5	3	2	6	1
20						
21						
22						
23						
24	5	1	2	3	6	4
25	4	2	3	1	5	6
26						
Soma	42	40	29	24	46	29
Output 1	Patentes Solicitadas					
Output 2	Patentes Licenciadas					
Output 3	Publicações científicas					
Output 4	Projetos Colaborativos					
Output 5	Spin-offs					
Output 6	Pessoas formadas					

APÊNDICE 4 - CD-ROM DA TESE