

Avaliação de Redes de Inovação usando uma ferramenta baseada em redes sociais - caso Brasileiro de Nanotecnologia

José Pérez-Alcazar - Universidade de São Paulo

Mercy Escalante - Centro Universitario da FEI

Esteban Fernandez Tuesta - Universidade de São Paulo

Luciano Digiampietri - Universidade de São Paulo

Eric Kureck - Universidade de São Paulo

Resumo

Redes de inovação suportadas por fundos públicos, são consideradas instrumentos críticos de política pública relevantes para promover a criação e fortalecimento de sistemas de inovação robustos. Estas podem, inclusive, serem constituídas em plataformas de aprendizado para os atores participantes e em mecanismos relevantes para promover o desenvolvimento tecnológico e a competitividade de um país. Portanto, e considerando tanto a relevância destas redes, quanto os seus pesados investimentos públicos, aprecia-se a necessidade de avaliar o seu desenvolvimento a fim de conhecer o seu potencial inovador e desempenho. Desafortunadamente a literatura a respeito de estruturas conceituais para avaliar estas redes é escassa e fragmentada. Em geral a pesquisa nesta área é ainda fraca e escassa em ferramentas de apoio. Neste sentido, apresenta-se a proposta de uma estrutura conceitual e uma ferramenta de apoio baseada em redes sociais para avaliar redes de inovação. As redes sociais são muito úteis para analisar de forma dinâmica aspectos da sua estrutura e configuração, assim como de suas diferentes fases: crescimento, consolidação e maturidade. Deseja-se desta forma contribuir ao estudo de avaliação de redes, através de um enfoque sistêmico, dinâmico, flexível e transparente. A pesquisa realizada neste trabalho foi exploratória e de caso. Para isso foi tomado como estudo de caso três segmentos da rede Brasileira de Nanotecnologia e foi construída uma ferramenta de avaliação. A Nanotecnologia foi considerada como área de aplicação pelo seu caráter dinâmico, intensivo em conhecimento e alto potencial inovador. A data pública baseou-se no cadastro nacional de currículos de pesquisadores do Brasil (CV-Lattes), que congrega informações sobre publicações, projetos de pesquisa, entre outras, para poder avaliar esses segmentos. Estes dados foram analisados através de redes sociais e para isso foi construída uma ferramenta de extração de dados. A informação extraída deste cadastro foi usada para que uma ferramenta de análise de redes sociais facilite a avaliação das redes a través do tempo. Isto permitiu avaliar como têm evoluído estas redes e o nível de integração e colaboração dos atores da rede. O software utilizado para visualizar a rede foi networkx (baseado na linguagem Python). Entre os resultados achados neste trabalho, encontra-se que na área de nanotecnologia no Brasil, as sub-redes, ou segmentos, ainda não são tão conexas. Percebe-se que elas estão ainda em um estágio de crescimento e ainda não estão consolidadas nem maduras, com poucas exceções.

Palavras chaves: redes de inovação, desempenho de redes, nanotecnologia, métricas de redes, redes sociais.

1. Introdução.

Redes de inovação suportadas por fundos públicos, são consideradas instrumentos críticos de política pública relevantes para promover a criação e fortalecimento de sistemas de inovação robustos. Estas podem, inclusive, serem constituídas em plataformas de aprendizado para os atores participantes e em mecanismos relevantes para promover o desenvolvimento tecnológico e a competitividade de um país.

Portanto, e considerando tanto a relevância destas redes, quanto os seus pesados investimentos públicos, aprecia-se a necessidade de avaliar o seu desenvolvimento a fim de conhecer o seu potencial inovador e desempenho. Desafortunadamente a literatura a respeito de estruturas conceituais para avaliar estas redes é escassa e fragmentada. Em geral a pesquisa nesta área é ainda fraca e escassa em ferramentas de apoio.

Neste sentido, apresenta-se a proposta de uma estrutura conceitual e uma ferramenta de apoio baseada em redes sociais para avaliar redes de inovação. As redes sociais são muito úteis para analisar de forma dinâmica aspectos da sua estrutura e configuração, assim como de suas diferentes fases: crescimento, consolidação e maturidade. Deseja-se de esta forma contribuir ao estudo de avaliação de redes, através de um enfoque sistêmico, dinâmico, flexível e transparente. Sendo que, pretende-se avaliar a rede de inovação nas diferentes fases do seu ciclo de vida. O foco desta proposta são as redes de inovação suportadas por fundos públicos.

A pesquisa realizada neste trabalho foi exploratória e de caso. Para isso foi tomado como estudo de caso três segmentos da rede Brasileira de Nanotecnologia e foi construída uma ferramenta de avaliação. A Nanotecnologia foi considerada como área de aplicação pelo seu caráter dinâmico, intensivo em conhecimento e alto potencial inovador. Também o motivo de escolha vem da crescente importância que muitos países ao redor do mundo vêm oferecendo a esta potencial indústria considerando-a inclusive como área estratégica portadora de futuro e de desenvolvimento econômico e social. A nanotecnologia envolve varias áreas de conhecimento, esta precisa de equipes multidisciplinares e por consequência de redes de inovação.

O objetivo deste artigo é em tão apresentar a importância das redes de inovação e da sua avaliação e como poderia ser um framework sistêmico para a avaliação de redes de inovação. Além disso, apresenta-se uma ferramenta que pode ser associada a esse framework para a avaliação das redes. Este artigo está dividido nas seguintes seções: na Seção 2, apresentam-se os conceitos básicos associados ao trabalho e também é analisada a literatura, relacionada aos processos, mecanismos e métricas de avaliação de redes desde uma perspectiva sistêmica, descreve-se rapidamente um framework com esse propósito; na Seção 3, apresenta-se a metodologia de pesquisa que foi executada neste trabalho; na Seção 4, descreve-se uma ferramenta para a avaliação que usa o cadastro nacional de currículos de pesquisadores do Brasil (CV-Lattes), que congrega informações sobre publicações, projetos de pesquisa, entre outras, e tecnologia de redes sociais para poder avaliar esses segmentos; na Seção 5, são avaliados alguns dos resultados dos experimentos com os dados extraídos. Na Seção 6, são apresentadas as conclusões e diretrizes para trabalhos futuros.

2. Marco teórico.

Esta seção inicia apresentando alguns fundamentos de redes e sua importância nas organizações, depois serão apresentadas um tipo específico de redes chamadas de redes de inovação, a continuação se apresentará um conceito muito útil para a avaliação das redes que são as redes sociais e por último será feita uma revisão da literatura sobre avaliação de redes de inovação.

2.1. Fundamentos de redes.

O termo de redes, é usado em diferentes campos de conhecimento (sociologia, gerência, marketing etc.) e com diferentes significados. Academicamente, o termo é usado em redes sociais (UZZI, 1997), na perspectiva de redes inter organizacionais (POWELL et al, 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; 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, em bora 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).

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. (POWELL *et al*, 2005).

As características das redes segundo Hoffmann *et al* (2004) são as seguintes: Relatividade dos papéis dos atores organizacionais. – quer dizer que os atores econômicos têm diferentes papéis; Interação. – ditas interações permitem que os atores confrontem seus problemas para definir suas necessidades e encontrar soluções; Dependência das partes. – a qual se desenvolve gradualmente e de acordo com a natureza das partes; 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; 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; 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.

No que diz respeito á classificação de redes, esta também é diversa. As tipologias variam de acordo aos campos de conhecimento e ao autor. Desta classificação e para propósito da presente pesquisa serão ressaltadas as redes de inovação e neste contexto as redes de pesquisa pública.

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 (CHESBROUGH, 2004; CHRISTENSEN, 2000; ROTHWELL, 1994); 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).

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; a da competitividade que direciona o papel da localização na competitividade (PORTER, 1994); a das regiões que apreendem; 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; 1998; NELSON, 1993; MALERBA et al, 2001; CARLSSON, 2002). 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 (CHESBROUGH, 2004), surge a necessidade da análise do processo de inovação, desde uma perspectiva sistêmica (LUNDVALL, 1992; PYKA, 1999).

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 (RYCROFT, 2002; OECD, 1999; BENKLER, 2006). 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 *et al*, 2004), 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 (PYKA *et al*, 2005; GUEDES, 2000; LUGUEN *et al*, 2005).

Com relação aos níveis da inovação (ou chamados também de gerações de inovação), 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 trabalho 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.

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.

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 (BULLINGER *et al*, 2004; GULATI, 1998, p. 1442, CARAYANNIS, 2006; GERMUNDEN *et al*, 1995; WASERMAN; FAUST, 1994; FORFÀS, 2004): 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); entre outras vantagens.

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.

2.3. Redes sociais.

Todo conglomerado social é construído ao redor de relacionamentos, a atuação de um indivíduo não pode ser totalmente entendida a menos que a relacionemos às ações de outros com quem esteja conectado a través de ligações sociais (GRANOVETTER, 2005). Esse conglomerado formado pelos indivíduos e suas ligações é chamado de uma rede social (WASSERMAN; FAUST, 1994). O estudo, visualização e caracterização destas redes é conhecido na literatura como análise de redes sociais. Para este estudo têm-se desenvolvido trabalhos na área de ciências exatas, especificamente da teoria de redes e teoria dos grafos (BERKOWITZ, 1982). Nesses trabalhos foram estabelecidas diversas métricas para analisar diferentes características de uma rede social.

Quando se pensa em uma rede social sendo representada como um grafo, podem se aplicar os conceitos de teoria dos grafos para analisar a estrutura da rede. Conceitos como grau de um nó (número de arestas conectadas ao mesmo), podem ser úteis para ver se as relações estão distribuídas uniformemente na rede e a densidade da rede (MATHEUS; SILVA, 2009). Estes dois indicadores descrevem o nível de integração dos atores na rede e o nível maturidade da rede. Um rede desconexa ou com baixa densidade pode demonstrar uma rede que ainda tem que amadurecer para tirar proveito de todo seu potencial. Considerando a modelagem de redes sociais através de grafos, é possível definir algumas métricas que são importantes para o entendimento da estrutura da rede social. Entre elas podemos mencionar a centralidade ou prestígio (MATHEUS; SILVA, 2009).

A centralidade está ligada aos relacionamentos que um nó possui. Quanto mais relacionamentos o nó tiver isso nos pode dar uma idéia da importância do nó dentro da rede. As métricas de produtos gerados pela rede como artigos publicados, patentes geradas, etc. permite avaliar a rede de forma limitada. Com a análise de redes sociais e suas métricas pode-se ter uma avaliação mais completa da rede de inovação.

2.4. Avaliação de redes de inovação.

O interesse nesta seção é analisar a literatura, relacionada aos processos, mecanismos e métricas de avaliação de redes desde uma perspectiva sistêmica. 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.

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.

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. Contribui 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 (2005). 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.

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), 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.
- **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 Lengrand (2006, p.61), considera como um tópico de avaliação de programas de inovação, as redes, a fim de analisar a estrutura de cooperação entre atores.

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 et al, 2005, p. 30; AHUJA, 2000, p. 428). 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 intensas interações para troca de fluxos de conhecimento, processo de aprendizado e capacidade de absorção etc. (LEYDESDORF, EZOWITZ, 1998, p. 198; COHEN, W.M.; LEVINTHAL, 1989, p. 574; BENKLER, s/d). Para alguns autores é a definição do tipo de rede que tem efeitos no desempenho.

Quanto a governança de redes e como esta afeta o desempenho das redes, destacam-se os trabalhos de Provan e Milward (2001) e 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.

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).

A partir da literatura pode se relacionar alguns fatores que afetam o desempenho das redes de inovação (ESCALANTE, 2008): comunicação (sua intensidade, frequência, etc.); tipologia de rede; gerência (estratégia, e mecanismos para implementação); estrutura da rede (centralidade, compromisso de atores, etc.); coordenação; colaboração (ações conjuntas de atores em vários níveis); capital social (aprendizado coletivo e habilidade coletiva); orientação estratégica da rede (definição de futuro); fundos (recursos financeiros); políticas públicas de inovação e instrumentos (ambiente de inovação); competência de rede (habilidade e atitudes dos atores para trabalhar em rede); governança (estrutura administrativa da rede e mecanismos de suporte gerencial); visibilidade internacional (reconhecimento internacional); e cultura de inovação e trajetória tecnológica do país.

2.4.2. 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, 2004).

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, 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 áreas de alta tecnologia como a nanotecnologia.

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 indústria (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-ante*, 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.

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 (*outputs*) 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).

Finalmente, respeito às pesquisas para avaliação de redes em nanotecnologia, estas são ainda incipientes, 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.

2.4.3. 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 Lengrad (2006p. 78) há diferentes métodos para avaliar o potencial inovador:

- 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, Análises cientiométricos 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. KIM; SONG, 2007)
- Análise de empreendimentos tecnológicos, como spin-offs.
- Análise da dinâmica das redes, baseada em técnicas de redes sociais (WASSERMAN; FAUST, 1994; AGAPITOVA, 2003, p.12; RYCROFT, 2003) e suportada em softwares como Networkx (HAGBERG, et al, 2011), que serve para achar as características da rede graficamente.

Ressalta-se que um dos autores que tem pesquisado intensamente em ferramentas de suporte para avaliar redes é Church (2003, p 40). Têm sido criadas 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.

2.4.4. Proposta de um framework

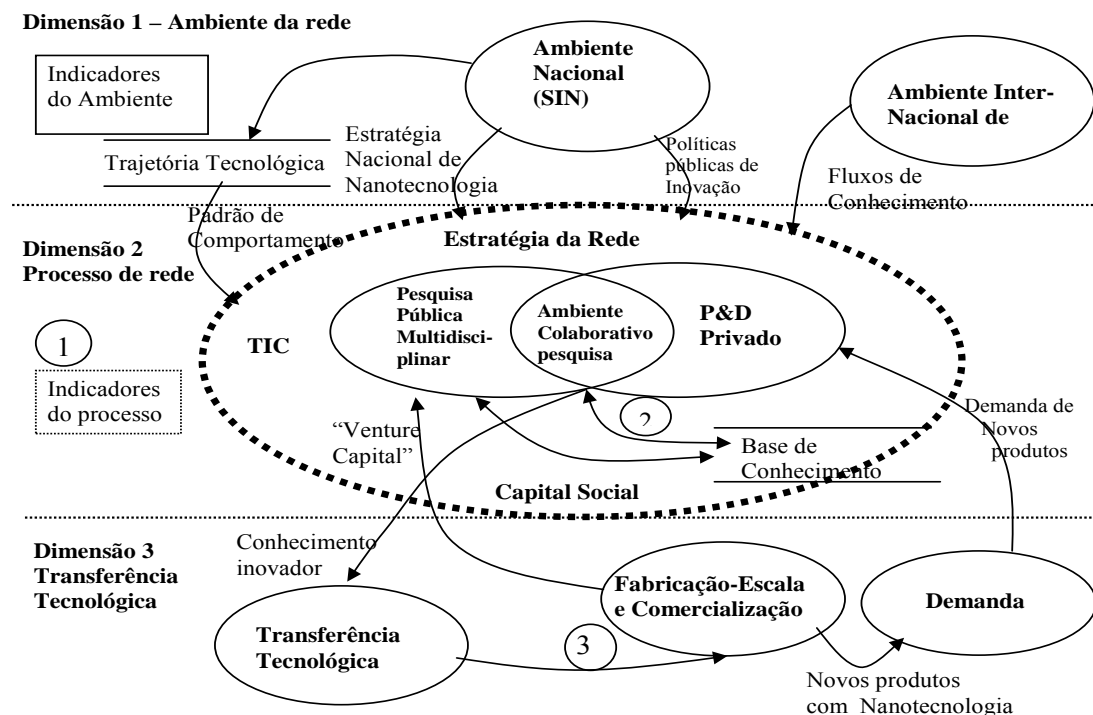


Figura 1. Framework para avaliar redes de inovação.

Escalante (2008) 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. 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 esta 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 (Veja Figura 1):

- **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 desse 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. Uma descrição mais detalhada deste framework pode ser encontrada em (ESCALANTE, 2008).

3. Metodologia de pesquisa.

A pesquisa realizada neste trabalho foi exploratória e de caso. Para isso foi tomado como estudo de caso três segmentos da rede Brasileira de Nanotecnologia e foi construída uma ferramenta de avaliação. A Nanotecnologia foi considerada como área de aplicação pelo seu caráter dinâmico, intensivo em conhecimento e alto potencial inovador. Também o motivo de escolha vem da crescente importância que muitos países ao redor do mundo vêm oferecendo a esta potencial indústria considerando-a inclusive como área estratégica portadora de futuro e de desenvolvimento econômico e social. A nanotecnologia envolve várias áreas de conhecimento, esta precisa de equipes multidisciplinares e por consequência de redes de inovação. Também foi feito um estudo teórico exaustivo sobre redes de inovação e avaliação destas redes usando dados secundários como livros, artigos, teses, etc.

4. A criação de uma ferramenta para a avaliação de redes de inovação baseada em redes sociais.

Nesta Seção pretende-se apresentar o protótipo de uma ferramenta que avalia o desempenho das redes usando como base, dados cientiométricos e de patentes existentes na plataforma Lattes (<http://lattes.cnpq.br/>) uma iniciativa do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) do Brasil. A Plataforma Lattes é a base de dados de currículos, instituições e grupos de pesquisa das áreas de Ciência e Tecnologia. Esta ferramenta pretende facilitar a análise da estrutura e da dinâmica das redes. O propósito desta ferramenta não é só avaliar uma rede de inovação desde o ponto de vista convencional (saídas) senão também a sua estrutura e dinamicidade. Ela, a partir de uma lista contendo nomes de pesquisadores, extrai, organiza e sumariza as informações destes pesquisadores utilizando conceitos de redes sociais. O processo executado por esta ferramenta é o seguinte (Veja a figura 2):

- 1) Procura, através de APIs (Application Program Interfaces) de busca, a URL (endereço web) do currículo Lattes de cada pesquisador utilizando as palavras-chave “currículo lattes” e “lattes.cnpq.br” que, combinadas com o nome do pesquisador, servem como parâmetro para as APIs de busca. Primeiro a busca é realizada utilizando a API de busca de Google e caso não seja encontrado o currículo do pesquisador, a ferramenta executa os APIs de busca de Bing (Microsoft). Em ambos os casos, as URLs que os mecanismos de busca encontram são validadas, baixando-se o conteúdo da URL e comparando, com o uso de expressões regulares, o nome do pesquisador em questão com o nome do pesquisador ao qual o currículo pertence;

- 2) Com as URLs geradas, a ferramenta (através de um script) extrai as páginas HTML dos currículos Lattes e as armazena temporariamente;
- 3) O sistema extrai a partir dessas páginas HTML, os dados relevantes e exporta para arquivos XML (na forma <id-autor> xml).
- 4) Em seguida, passa-se esses arquivos XMLs a um outro script para extrair os dados e armazená-los em um Banco de Dados Relacional com o cuidado em remover as produções repetidas.
- 5) Isso feito monta-se a relação <autor> - <autor> - <peso> para cada uma das redes analisadas. Onde peso é calculado de acordo com o produto (artigos em congressos, artigos em periódicos, livros, capítulos de livros, projetos e patentes) e a rede como será a visto abaixo. Cria-se, então, a relação <instituição> - <instituição> - <peso> da mesma forma que o passo anterior.
- 6) Dessas relações, criam-se os grafos utilizando o software networkx (HAGBERG, et. al. 2011) (baseado na linguagem Python). Com esse software serão geradas as redes para cada produto e as redes tendo em conta todos os produtos. Com a rede tendo em conta todos os produtos podemos gerá-la a cada ano, para analisar a sua dinamicidade. Desta maneira, para cada rede podemos analisar a sua estrutura (nível de colaboração e comunicação) e dinâmica. Também podemos gerar métricas dessa rede utilizando o mesmo pacote.

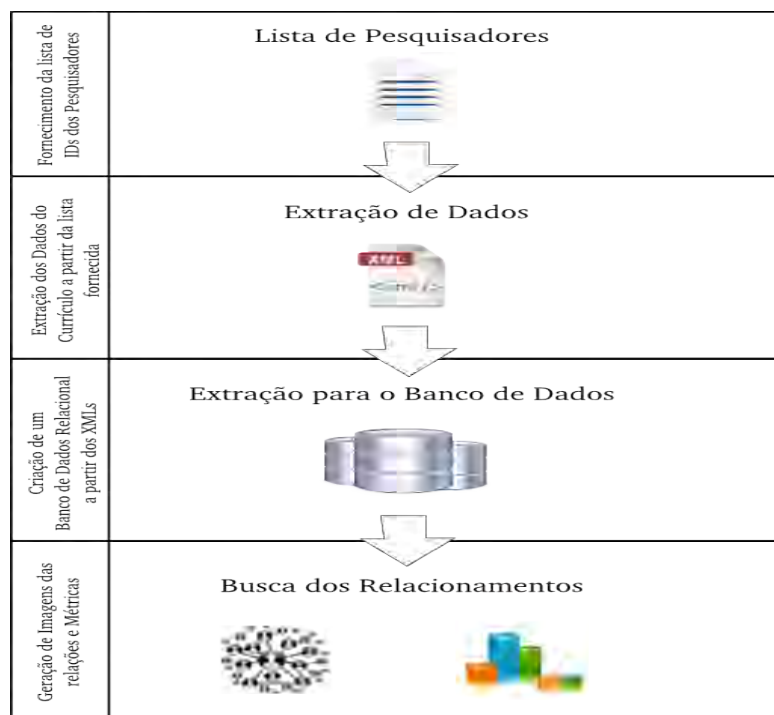


Figura 2. Ferramenta de Geração de Redes

Neste trabalho, pretende-se estudar as relações entre os pesquisadores por tipo de produção, as quais são inicialmente classificadas em três tipos: artigos em periódicos, patentes e projetos. O

modelo proposto considera que as relações entre indivíduos das redes para os diferentes tipos de produção não têm pesos iguais. Pretende-se com o peso proposto para cada um dos tipos de produção, analisar e representar a maturidade da ligação entre os atores de forma que os produtos que impliquem um esforço conjunto maior, deverão ter incrementado a sua relevância na ligação. Neste sentido, no trabalho é proposta uma forma de calcular esses pesos para cada ligação, por tipo de produção e por comunidade analisada (rede). Como será visto a seguir. Sejam: R_i uma rede a ser estudada; $W_{i,j}$ o peso do produto j na rede i ; $N_{i,j}$ o número de produtos do tipo j na rede i ; A_i o número de autores da rede i ; $A_{i,j}$ o número de autores da rede i que têm produtos do tipo j ; e $\bar{A}_{i,j}$ o número médio de autores na rede i do produto tipo j . Então, o peso $W_{i,j} = A_{i,j}/N_{i,j} * A_i/\bar{A}_{i,j}$.

5. Resultados de experimentos baseados em rede de inovação em nanotecnologia: Caso do Brasil.

Para testar esta ferramenta usaremos como caso de estudo duas redes de nanotecnologia e um instituto criado pelos Ministério de Ciência e Tecnologia para incentivar a pesquisa nesta área. A Nanotecnologia é considerada uma área estratégica e portadora de futuro para o Brasil. O Brasil acredita no potencial que esta indústria emergente oferece para o desenvolvimento econômico e social do país. Um dos mecanismos utilizados para fortalecer o seu programa de nanotecnologia o constituem as redes e institutos nacionais de pesquisa. Para fazer os experimentos foram tomados como casos as redes: RENAMI (Rede de Nanotecnologia Molecular e de Interfaces- <http://www.renami.com.br/>) formada em 2001, a rede de nanocosméticos (<http://www.ufrgs.br/nanocosmeticos/>) formada em 2005 e o Instituto nacional Nanobiosimes (<http://www.nanobiosimes.ufc.br/>) formado em 2009. Foram escolhidas redes de idades diferentes para poder contrastá-las.

A continuação, serão apresentadas alguns dos gráficos gerados e a partir deles será feita uma análise das redes. Na figura 3, a rede RENAMI é apresentada tendo em conta os produtos analisados (artigos em periódicos, patentes e projetos). Primeiro a nível de atores e depois a nível de instituições.

Grupo RENAMI: Na figura 3, os nós representam os atores ou instituições (quanto maior é o nó, maior é a sua produção) e as arestas representam a produção conjunta entre atores (quanto mais grossa a aresta, maior é o peso da produção desses dois atores na rede). Para o caso da figura dos atores, percebe-se: a existência de nós isolados, isto é, de atores que não trabalham com a rede (em um trabalho próximo está se estudando a ligação desses atores com atores externos à rede); existem, também muitos atores com ligações fracas com o resto da rede; Analisando a rede só de patentes, a maior integração entre os atores ocorre em aqueles que produzem patentes; as instituições estão trabalhando em rede com poucas exceções; e a centralidade da rede está concentrada em poucos atores, isto é, poucos atores são os que produzem o maior número de trabalhos. Fazendo uma análise da rede por ano, percebe-se a sua evolução através dos anos: atores e sub-redes antes desligadas começam a se conectar entre si, aumentando a conectividade da rede. Apesar de que ainda falta maior integração dos

atores e instituições participantes, a rede pode-se dizer que tem um bom nível de maturidade devido a sua alta produtividade e participação dos atores nessa produtividade.

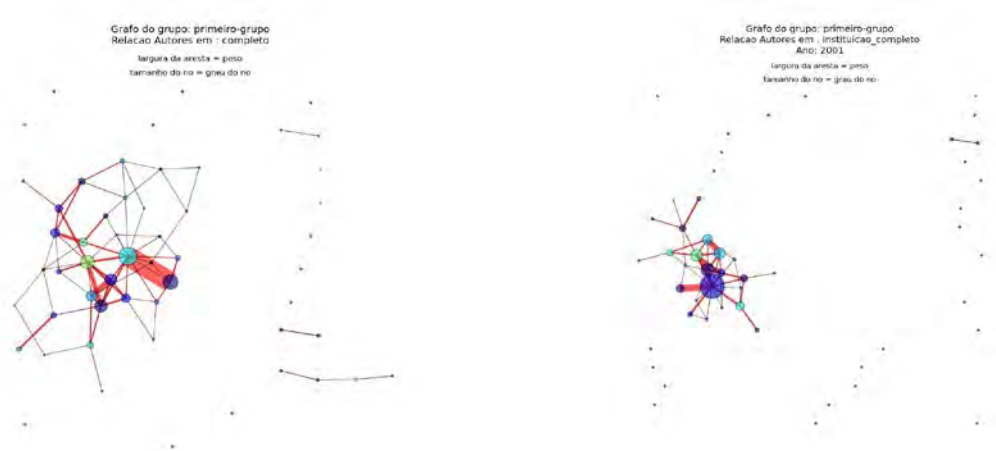


Figura 3. Grupo RENAMI – Por atores (esquerda) e agregado por instituições (direita).

Rede de Nanocosméticos: A rede é jovem com apenas 13 atores principais. 50% dos atores estão isolados e os restantes estão divididos em dois grupos. Analisando a rede de artigos de periódicos e de patentes percebe-se maior integração entre atores está dada na produção de artigos de periódicos, sendo que as patentes são feitas pelos atores de forma isolada da rede. Essas patentes podem estar sendo criadas pelos atores em conjunto com atores externos à rede (este caso está sendo estudado estendendo o grafo para considerar atores externos à rede). Embora, a alta produtividade percebe-se que o trabalho em rede ainda é baixo, faltando maior integração dos atores. O nível de maturidade da rede não é alto.

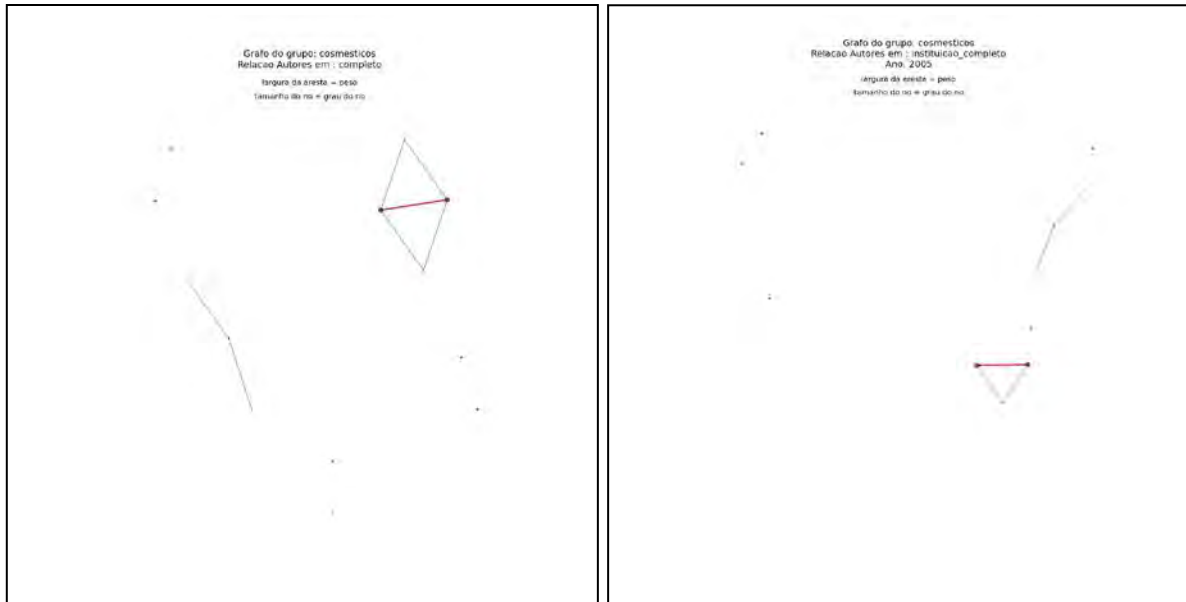


Figura 4. Rede de Nanocosméticos – Por atores (esquerda) e agregado por instituições (direita).

Instituto Nanobiosimes: Para o caso do Instituto Nanobiosimes, a relação entre os atores está dada majoritariamente pela produção de artigos em periódicos e em menor quantidade na elaboração de projetos. As patentes foram geradas pelos atores de forma isolada e possivelmente com atores externos, portanto, neste caso não existe ligações entre os atores da rede. Apesar do seu pouco tempo de existência existe um bom nível de integração dos atores, entretanto, precisa de maior integração no nível de patentes.

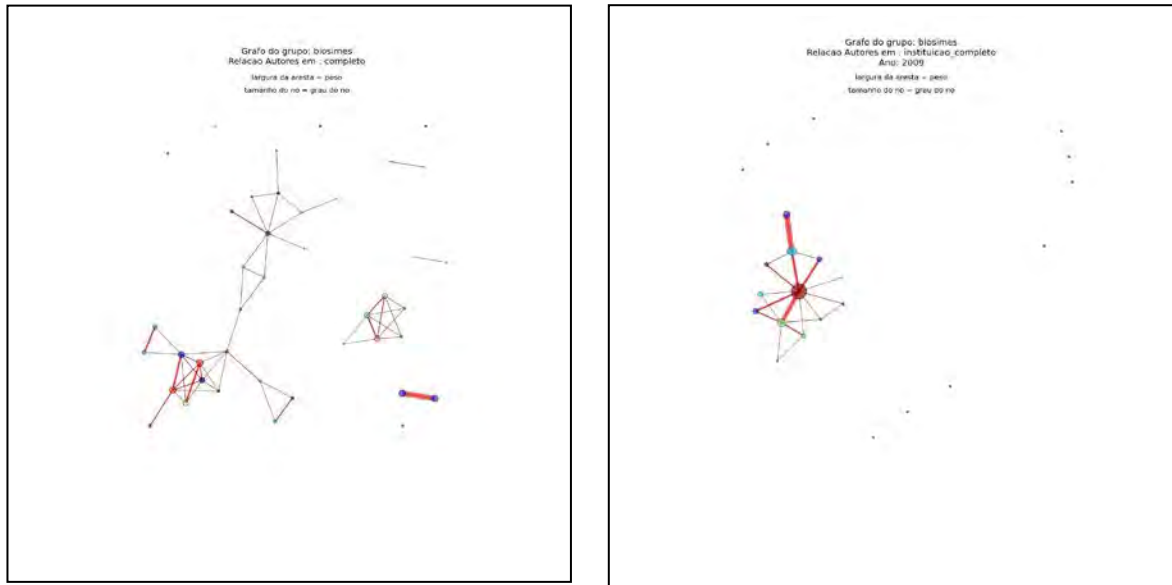


Figura 5. Instituto Nanobiosimes – Por atores (esquerda) e agregado por instituições (direita).

6. Conclusões e Diretrizes para trabalhos futuros.

Este trabalho trata do problema de avaliação redes de inovação. Foram apresentados alguns conceitos básicos sobre redes organizacionais, inovação e redes de inovação. Apresentou-se a importância de avaliar as redes de inovação e especificamente no setor público. 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).

Apesar 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. Neste trabalho foi apresentado um framework que tenta ver o processo de avaliação desde um ponto de vista sistêmico. Além disso, foi apresentado o protótipo de uma ferramenta

baseada em redes sociais que avalia o nível de colaboração existente na rede além de sua dinâmica. Como trabalhos futuros pretende-se estender a ferramenta para avaliar aspectos como a influência do ambiente nas redes (a sua ligação com atores externos), o aspecto de geração de recursos humanos (estudantes de mestrado e doutorado), start-ups, que não têm sido estudados.

7. Referências Bibliográficas

- AGAPITOVA N. The Impact of social Networks on innovation and industrial development In: DRUID Summer Conference Copenhagen/ Ellsinore June 12-14, 2003.
- 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. *Administrative Science Quarterly*, 2000. n. 45, p. 425-455.
- AMIDON D. Níveis de inovação e a sociedade do conhecimento. USA, Working paper, s/n, 1997
- BAIBICH N. Comunicação pessoal, 2008
- BENKLER, Y. The Wealth of networks. Yale University Press. s/d . Disponível em: < http://www.benkler.org/Benkler_Wealth_Of_Networks.pdf > Acesso em maio de 2011.
- BERKOWITZ, S.D. **An Introduction to Structural Analysis: The Network Approach to Social Research**. 1982. 234 p. Butterworths, Toronto.
- BIEMANS W. G. The Managerial Implications of networking. In: **EMJ**. 1990. v.8, n.4, p.529-540.
- 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
- 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.
- CHESBROUGH H. Managing open innovation. **Research Tehnology Management**. 2004.v. 47, n. 1.
- 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.
- CHRISTENSEN,C. *Innovator Dilemma* Harper Collins Publishers, 2000.
- DE BRESSON.; AMESSE C. Networks of innovators. A review and introduction to the issue. **Research Policy**. 1991. v.20, p. 363-379.
- 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.
- ESCALANTE, M. Avaliação de redes de inovação em Nanotecnologia: a proposta de um modelo. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo, 2008
- FORFÁS. **Innovation networks**, Europe, June 2004.

- GERMUNDEN, H. G; HEYDEBRECK, D. P. The influence of business strategies on technological networks activities. **Research Policy**.1995. n. 24, p. 831-849.
- GREGERSEN Brigitte., JOHNSON Bjorn. Performance of Innovation Systems. Towards a Capability Based concept and Measurements. In The Third Globelics Conference, Pretoria South Africa, 2005- p-13.
- 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.. ½.
- GUEDES, T.M.M. The case of the Brazilian biotechnology network in proceeding of Iamot, 2000.
- GULATI, R. Alliances and networks. **Strategic Management Journal**, 1998. v. 19, n.4, p. 293-317.
- HAGBERG, A. et al. Networkx Tutorial: Release 1.4. <http://networkx.lanl.gov/>. 2011.
- HAKANSSON Hakan.; FORD David. How Should Companies Interact in business networks/ In; Journal of Business Research. 2002. v.55, p. 133-139.
- HOFFMANN, V.E. et al. Redes de empresas: -uma proposta para sua classificação In: proceedings XXVIII ENAMPAD Curitiba Brasil, 2004.
- JARILLO, J C. On strategic networks. **Strategic Management Journal**, 1988. v.9, p 31-41.
- KIM, Changsu, SONG, Jaeyong. Creating new technology through alliances: An empirical investigation of joint patents. **Research Policy**. 2007. v. 27, p. 461-470.
- 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. Why Study National Systems and National Styles of Innovation. **Technology Analysis &Strategic Management**. 1998 v.10.n.4, p 407-423.
- 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.
- MALERBA, F.. 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.
- MATHEUS, R. F.; SILVA, A. B. O. **Fundamentação básica para análise de redes sociais: conceitos, metodologia e modelagem matemática**, p. 239 -287. Em POBLACIÓN, D.A.; MUGNAINI, R.; RAMOS, L.M.S.V.C. Redes sociais e colaborativas em informação científica. São Paulo: Editora Angellara, 2009.
- 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.
- MILBERGS, Egil; VONORTAS, Nicholas, Innovation Metrics: Measurement to Insight, disponível em : <http://www.innovationtools.com/pdf/innovation-metric-wII.pdf>. acesso em abril 2008.

- NELSON R R (Ed) **National Innovation Systems: A comparative study**. Oxford:Oxford University Press, 1993.
- OECD. **Managing National Innovation Systems**. Paris, OECD: 118, 1999.
- PLONSKI, A. Guilherme. Mantras da inovação. Política Industrial 2. Brasil: ed USP. Brasil, 2004.
- PORTER, M. E. Towards a Dynamic Theory of Strategy. In: RUMELT, R. P. et al, **Fundamental Issues in Strategy**, Harvard Business School Press, 1994.
- POWELL, W. et. al. Networks Dynamics and Field evolution: The growth of Inter-organizational Collaboration in the Life Sciences. **American Journal of Sociology**. 2005. n. 110, p.1132-1205.
- 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. 1/2, 2005.
- 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.
- 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.
- ROTHWELL, R. Towards the fifth- generation innovation process. **International Marketing Review**. 1994. v. 11, n.1, p. 7-31.
- 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.
- VINNOVA, Redes de Excelencia-avaliação, 2006
- WASSERMAN, S., FAUST, K. **Social Network Analysing- methods and applications**. New York, Cambridge University Press, 1994
-