

Retorno sobre o Investimento Científico – RoSI: uma proposta de índice dinâmico PMO para avaliação de desempenho e gestão de projetos científicos

Return on Scientific Investment – RoSI: a PMO dynamical index proposal for
scientific projects performance evaluation and management

Cristofer André Caous¹, Birajara Machado¹, Cora Hors², Andrea Kaufmann Zeh³,
Cleber Gustavo Dias², Edson Amaro Junior⁴

RESUMO

Objetivos: Propor um novo índice adaptado de riscos esperados para avaliar, planejar e acompanhar projetos de pesquisa que dependem de financiamento e estrutura adequada para o seu desenvolvimento.

Métodos: Uma grade de resultados aceitáveis em relação aos projetos de pesquisa com variáveis complexas foi aplicada como índice para mensurar o desempenho dos projetos. Para sua implementação foram utilizados o índice de ulcer como medida básica para acomodar as seguintes variáveis: custos, fator de impacto de publicação, levantamento de fundos e registro de patentes. Obteve-se uma ferramenta de modelagem aqui denominada “Retorno sobre Investimento Científico” (RoSI) que permitiu mensurar e acompanhar projetos de modo analítico, levando-se em conta o conjunto dos resultados esperados, as respectivas variáveis e suas interações analisadas num ambiente virtual semi-quantitativo. **Resultados:** O modelo foi testado para avaliação de três projetos da Instituição (projetos A, B, e C). Diferentes curvas refletem os índices de ulcer identificando o projeto de menor risco (projeto C) relacionado ao desenvolvimento e resultados esperados de acordo com o investimento inicial ou total considerado. **Conclusão:** O modelo contribuiu tanto para a quantificação dos riscos e planejamento, quanto para a definição de investimentos necessários que contemplem ações de contingência, beneficiando os diferentes *stakeholders* envolvidos: o financiador (investidor ou doador), o gestor e os pesquisadores.

Descritores: Projetos de pesquisa e desenvolvimento; Financiamento da pesquisa; Investimentos em saúde/economia; Inovação; Tecnologia biomédica

ABSTRACT

Objective: To propose a measure (index) of expected risks to evaluate and follow up the performance analysis of research projects involving financial and adequate structure parameters for its development.

Methods: A ranking of acceptable results regarding research projects with complex variables was used as an index to gauge a project performance. In order to implement this method the ulcer index as the basic model to accommodate the following variables was applied: costs, high impact publication, fund raising, and patent registry. The proposed structured analysis, named here as RoSI (Return on Scientific Investment) comprises a pipeline of analysis to characterize the risk based on a modeling tool that comprises multiple variables interacting in semi-quantitatively environments. **Results:** This method was tested with data from three different projects in our Institution (projects A, B and C). Different curves reflected the ulcer indexes identifying the project that may have a minor risk (project C) related to development and expected results according to initial or full investment. **Conclusion:** The results showed that this model contributes significantly to the analysis of risk and planning as well as to the definition of necessary investments that consider contingency actions with benefits to the different stakeholders: the investor or donor, the project manager and the researchers.

Keywords: Research and development projects; Research financing; Investments/economics; Innovation; Biomedical technology

Estudo realizado no Instituto do Cérebro – InCe, Hospital Israelita Albert Einstein – HIAE, São Paulo (SP), Brasil.

¹ Instituto do Cérebro – InCe, Hospital Israelita Albert Einstein – HIAE, São Paulo (SP), Brasil.

² Instituto Israelita de Ensino e Pesquisa Albert Einstein, Hospital Israelita Albert Einstein – HIAE, São Paulo (SP), Brasil.

³ HCK – Projetos e Pesquisas, São Paulo (SP), Brasil.

⁴ Departamento de Diagnóstico por Imagem e Instituto do Cérebro – InCe, Hospital Israelita Albert Einstein - HIAE, São Paulo (SP), Brasil.

Autor correspondente: Cristofer André Caous – Avenida Albert Einstein, 627/701, Instituto do Cérebro – Morumbi – CEP 05651-901 – São Paulo (SP), Brasil – Tel.: (11) 2151-0941 – E-mail: cacaous@gmail.com

Data de submissão: 9/9/2011 – Data de aceite: 16/5/2012

Conflito de interesse: não há.

INTRODUÇÃO

Os desfechos científicos podem ser descritos pela criação, descoberta, experimentação, reorganização e disseminação de conhecimentos relacionados a física, biologia e naturezas sociais⁽¹⁾. De forma contextualizada, lida com o estudo da natureza e seus fenômenos característicos: a fisiologia do universo – de uma célula única a um sistema organizado e complexo⁽²⁾. Conforme a disciplina ou área do conhecimento, os principais desfechos são classificados e validados pelos pares (artigos científicos publicados), metodologia e facilidade de acesso (como um *software*, por exemplo). Para entender este papel complexo desempenhado pela ciência e sociedade, é necessário levar em consideração alguns conceitos ao planejar uma análise de risco estruturada. Nos parágrafos seguintes damos uma ideia de nossa motivação pelo trabalho apresentado.

Ciência – como um todo – é modulada por vários determinantes: novas tecnologias, invenções e inovações. Os métodos atuais para avaliar ciência – pesquisa científica – visam qualificar e/ou quantificar os impactos da ciência na sociedade humana. Baseia-se em lógica e prospecção de dados (raramente se utiliza índices econômicos). Em geral, ela se ajusta a certas variáveis relacionadas ao desempenho anterior, obtidas de cientistas ou de registros de seu grupo de pesquisa, com o propósito de avaliar o risco de novas propostas de pesquisa. Este processo é, de longe, susceptível a falhas. Na verdade, nem todas as descobertas relevantes são feitas por grupos de pesquisa bem estabelecidos. Pelo contrário, o processo de inovação frequentemente resulta de novos conceitos e questões levantadas em outros ambientes. De modo paradoxal, as novas ideias em ciência, em geral não são necessariamente mais fáceis de serem encontradas em grupos de pesquisa bem definidos. Tecnologia é um conceito mais restrito, e pode ser definida como um processo para converter informação em produtos inovadores. Além disso, abrange cada instrumento, técnica, produto ou procedimento, equipamento ou método para construir ou montar e aumentar a capacidade humana⁽³⁾. Portanto, a tecnologia não é necessariamente a aplicação da ciência, mas uma consequência disto. Quase todos os resultados ou produtos tecnológicos são mais bem definidos e bem estabelecidos: patentes, *royalties* e solicitações de processos é parte de nossa sociedade. Contudo, o potencial de invenção é avaliado em termos de requisitos de patenteabilidade, que nem sempre são fáceis de quantificar. Tais requisitos são definidos como inovação, etapa inventiva e aplicabilidade industrial. Assim, qualquer forma de invenção deve atender a estes requisitos para obter uma patente legítima. É essencial enfatizar que o sistema de patente é a melhor maneira de proteger os avanços tec-

nológicos em cada país ou região. Nos últimos 15 anos tem aumentado o número de solicitações e concessões de patentes, desde que as empresas e universidades se conscientizaram da importância de preservar os propósitos de direitos comerciais, ao promover novas oportunidades contemporâneas de negócios (Figura 1).

Embora exista uma ligação evidente entre desenvolvimentos científicos e produção tecnológica, a conexão prática não é comum. Logo, as medidas de realizações tecnológicas não são diretamente aplicadas aos processos científicos. Uma invenção é a criação de uma tecnologia, uma nova metodologia para realizar uma função não óbvia para alguém com grandes habilidades de qualificação em um determinado campo profissional⁽⁴⁾. Então, uma nova tecnologia brilhante atinge certo objetivo ou tarefa quando se aplica um princípio original ou inovador⁽⁵⁾. Combina-se o conceito de pesquisa e desenvolvimento com um conjunto de atividades científicas e tecnológicas para produzir conhecimento de ponta. E também para promover técnicas modernas determinadas em um princípio prévio ou proficiência⁽⁶⁾. Por outro lado, o processo científico é bastante complexo: abrange eventos desde a pergunta original – de fato, o ponto inicial crítico é uma questão científica bem colocada –

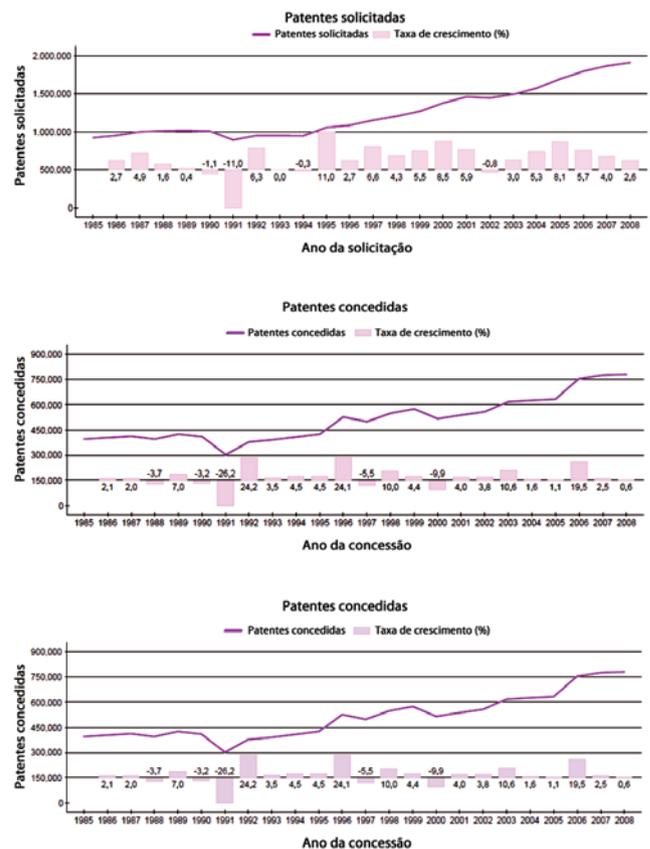


Figura 1. Os gráficos mostram as solicitações e concessões de patentes nos últimos 24 anos, e indicam a taxa de crescimento dos indicadores globais de propriedade intelectual. Fonte: WIPO - <http://www.wipo.int/ipstats/en/wipo/>

até as respostas finais. A tradução das “respostas finais da pesquisa” em um produto ou processo aplicável na sociedade define os próximos passos necessários na linha de produção.

Um exemplo interessante é colocar a neurociência em uma linha do tempo imaginário como uma referência. O processo científico evoluiu de “laboratórios auto-suficientes” para plataformas multidisciplinares. Pode-se sugerir a década de 70 como o período de mudança. Apesar dos experimentos primitivos realizados pela cultura egípcia, a neurociência desenvolveu-se junto com a humanidade através dos séculos. No início, o foco principal foi a morfologia celular, com Ramón e Cajal, Golgi e outros cientistas. Hoje em dia, são as interpretações, seguidas pela ascensão da fisiologia em relação às informações sinápticas e eletrofisiológicas, como uma consequência das reações cerebrais no comportamento diário, usando modelos altamente complexos. As novas perspectivas de métodos recentemente desenvolvidos para investigar a mente e as funções comportamentais são cada vez mais descritas em editoriais de revistas científicas. São também um estímulo para os cientistas unirem seus conhecimentos em projetos de pesquisa de grande escala, em redes de diversas instituições. De fato, apenas as equipes multidisciplinares são capazes de enfrentar as principais questões desafiadoras que surge no panorama neurocientífico atual.

Em relação ao contexto do presente trabalho, este cenário multiprofissional traz ainda mais complexidade a qualquer tentativa de usar um método estruturado de avaliação de risco em gestão de projetos. Uma abordagem alternativa do problema é conceitualizar a análise em um portfólio de projetos. Neste ponto de vista, podemos agregar valor à instituição e sermos capazes de mesclar despesas financeiras e resultados científicos em diferentes etapas do projeto. Portanto, as complexidades mencionadas podem ser encapsuladas e tratadas de forma menos detalhada, mas gerenciável.

Dado este conceito, propomos desenvolver um sistema para analisar o risco de retorno em diversos níveis institucionais. Isso pode ser aplicado em qualquer nível hierárquico da organização acima do laboratório de pesquisa. Neste tópico, peguemos nosso país como exemplo – o Brasil ocupa neste momento a 15ª posição global em termos de produção de artigos científicos, com o total de 16.782 publicações⁽⁷⁾. Para traduzir esta conquista científica em desenvolvimento tecnológico, é necessário realizar uma série de ações no processo de inovação. E o mais importante é que tais ações demandam participação da comunidade científico em novas parcerias entre as instituições públicas de pesquisa e as empresas privadas. Para estabelecer uma produção

científica contínua, são necessários *stakeholders* de fora dos institutos de pesquisa. É preciso ter um elemento para melhorar a compreensão do processo científico entre as partes interessadas tanto públicas como privadas. A gestão inovadora nas instituições de pesquisa deve se comprometer com os novos requisitos e perspectivas de cada área envolvida. Este nível de comprometimento baseia-se na premissa de entendimento do processo científico por todas as partes: acreditamos que nossa abordagem pode ser útil neste contexto.

Por muitos anos, os estudos sobre política em ciência e tecnologia acompanharam a criação de novos centros de pesquisa no Brasil e em vários países. A análise estratégica de sua estrutura e competência organizacional foi primordial para aprender a avaliar estes centros, que recebem apoio financeiro conforme seus objetivos e orientações⁽⁶⁾. O mapeamento de competências, métodos, técnicas e ferramentas como recursos institucionais ou corporativos de valor são extremamente significativos para o país e a sociedade, e é um fenômeno discutido pelos filósofos⁽⁸⁾.

Deve-se considerar duas questões ao examinar um projeto de pesquisa básica: o aspecto financeiro e a estrutura do ambiente de pesquisa. O tipo de desfecho de cada projeto científico deve ser cuidadosamente planejado e o financiamento também deve seguir algumas etapas essenciais, que são as mesmas levadas em conta para um investimento em ações comuns de fundos mútuos. A análise de riscos e o histórico do investimento de recursos são indispensáveis para guiar a tomada de decisão. Além disso, para um cliente, o doador potencial ou a parte interessada (*stakeholder*) envolvida na aprovação do orçamento, é muito importante para se sentir satisfeito com o projeto e também com os possíveis resultados e seu impacto no negócio ou na sociedade. Esta percepção do impacto deve ser claramente definida para cada estudo e apresentada em linguagem amigável, para refletir credibilidade. A avaliação estratégica sugerida do retorno sobre o investimento científico também pode ser parte da ciência. Um *ranking* dos resultados aceitáveis para um projeto de pesquisa específico e suas variáveis complexas poderia ser mais bem definido. Os limites adequados incluídos no processo de inspeção podem ser úteis na rotina institucional. Se os resultados de um projeto ultrapassam estes limites definidos previamente, a política estratégica pode se tornar vulnerável. Uma estratégia com um alto nível de susceptibilidade ameaça os desfechos esperados. Alguns elementos sensatos, em relação ao apelo dos centros de pesquisa, abrangem um ambiente da política, rede de processos inovadora, campos de conhecimento e suas consequências e novos pontos de aplicação de pesquisa. Estes principais elementos podem constituir

uma rede científica e tecnológica, integrar diferentes competências qualificadas e resultar em uma atmosfera mais competitiva para busca de locais e recursos. Considera-se que a aquisição de conhecimentos e trabalho tecnológico, aliados a treinamento de pessoas e capacitação política, tenham um importante papel estratégico em qualquer instituto de pesquisa.

Mais uma vez, a necessidade de uma ferramenta administrativa - aplicada a programas ou projetos de pesquisa e seus potenciais resultados - é crucial para obter êxito. Portanto, precisa-se de novos índices ou indicadores para desenvolver o escopo da pesquisa. Não há evidências deste tipo de índice sendo adotado em avaliação de projetos de pesquisa públicos ou privados, apesar dos fatores de risco e perspectivas. O objetivo do presente estudo foi propor uma medida de risco esperado da taxa de retorno adaptada a projetos científicos. O indicador proposto – chamado RoSI (Retorno sobre Investimento Científico) baseia-se no índice de ulcer⁽⁹⁾, criado para caracterizar o risco de investimento financeiro, ferramenta de modelagem desenhada a partir de variáveis que integram em ambientes de modo semiquantitativo.

OBJETIVO

Propor uma medida (índice) de riscos esperados para avaliar e monitorar a análise de desempenho de projetos pesquisa que envolvam parâmetros financeiros e estruturais adequados para seu desenvolvimento.

MÉTODOS

O índice de ulcer

Este índice é uma medida de risco do mercado de ações, criada por Peter Martin⁽⁹⁾, em 1987. Surgiu como uma medida de volatilidade nos períodos de perda (*drawdowns*), que ocorre em um determinado tempo ou época. O índice baseia-se em um dado período prévio de dados N e considera um nível de retração do preço da ação, apresentado como uma porcentagem $R_j = 100 (price_j - \max price_j) / \max price_j$. O índice de ulcer é então definido pela expressão $UI = \sqrt{(R_1^2 + R_2^2 + \dots + R_N^2) / N}$. O cálculo é robusto para ser usado como taxa de amostragem e a porcentagem deve ser expressa como valores positivos ou negativos. Este conceito é mostrado em três estratégias de curvas de lucro (Figura 2). O método aqui apresentado mede o desempenho de projetos científicos que exploram aspectos distintos ou marcos determinados antes. O principal objetivo é alcançar um procedimento de preço útil para gestão de projetos científicos.

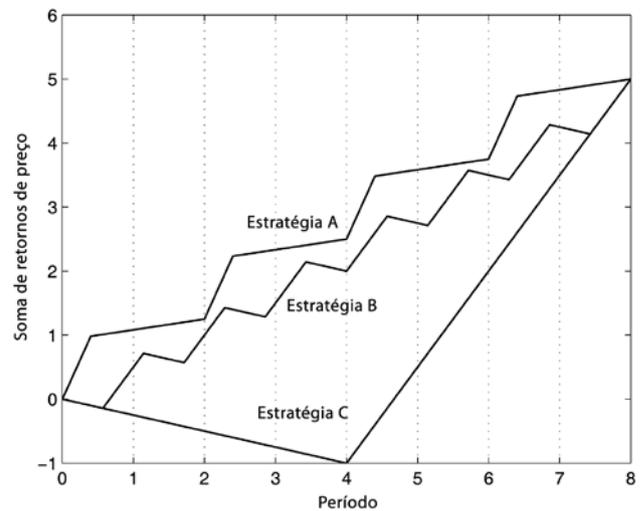


Figure 2. Três diferentes estratégias com o mesmo retorno final. Conforme a definição do índice de úlcera $UI_A < UI_B < UI_C$

Abordagem de modelagem computacional semiquantitativa

A rede neural artificial aplicada à teoria de interação variável com diagramas causais animados. Estes diagramas são ferramentas gráficas que permitem a visualização de relações causais entre todas as variáveis em um determinado sistema. Ademais, esta abordagem propicia uma interpretação sistemática de um diagrama causal e permite a criação de modelos relacionados às ciências naturais e humanas. Níveis ou estados distintos e taxas ou ações ocorrem em certo intervalo de tempo. Apesar dos valores constantes, ambos são necessários para a representação de dados e para integrar os resultados oferecidos pelo sistema. A quantificação variável é calculada através da taxa de mudança que altera um nível de valor prévio. Por outro lado, os níveis são também definidos pela existência precoce de acúmulo de efeitos e podem ser rastreados mesmo em um cenário sem atividade. Mas o modelo semiquantitativo desenvolvido compreende as relações causais por meio de uma topologia específica em um ambiente artificial. Este ambiente é considerado como uma estrutura interativa e estará disponível para ser explorado por seus usuários. Neste contexto, a modelagem parece agir como um componente do processo de gestão. Portanto, o preço de um projeto é uma variável dada originada deste modelo semiquantitativo (Figura 3). O estabelecimento de preço do projeto depende de desfechos diversos, como qualidade da publicação, captação de recursos, registro de patentes e outros. A modelagem significa a simulação da análise de risco do projeto, representada por variáveis de risco possíveis, caracterizadas em uma estrutura independente ou rede. Mais ainda, estes modelos de projeto podem interagir

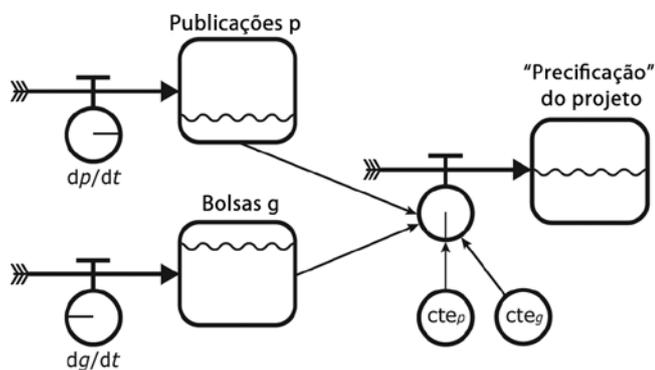


Figura 3. Apresenta um exemplo de modelo de precificação de projeto com uso da abordagem semiquantitativa. As variáveis auxiliares sugeridas neste exemplo são publicações e verbas; a variável desfecho pode ser definida por uma função de p e g , ponderada pelas constantes cte_p e cte_g .

com outros níveis da malha de pesquisa, onde diferentes projetos são considerados como tendo uma interface comum de tópicos.

Escolha de critérios das variáveis

As definições de diversas variáveis para preencher os distintos níveis do modelo semiquantitativo são baseadas em conceitos importantes relacionados à transdisciplinaridade. Este conceito inclui a abordagem científica para a criação da unidade de conhecimento. Articula elementos e vários grupos de pesquisa entre e além das disciplinas, além de integrar perspectivas novas ou revisadas em nossos modos de pensar. Estas variáveis abarcam não apenas as habilidades profissionais ou técnicas de um indivíduo, mas incluem atributos de caráter pessoal e compostos tácitos de conhecimento. Outro conjunto de tipos de variáveis refere-se a marcas estabelecidas, que envolvem partes fundamentais de um projeto para alcançar seus objetivos. Por fim, uma interface aguda entre estes níveis definidos e interações possíveis entre projetos de diferentes grupos de pesquisa também são considerados pelo sistema.

Nosso modelo foi testado em três projetos científicos com o tópico neuroimagem. As variáveis foram definidas conforme os desfechos possíveis dos achados científicos. Todos os projetos tem mais de três anos de desenvolvimento e foram aprovados por um sistema de gestão de projetos de pesquisa do Instituto Israelita de Ensino e Pesquisa Albert Einstein, São Paulo, Brasil. Os principais critérios que levamos em conta para preço foram valores de renda da bolsa, despesas do projeto e resultados publicados.

RESULTADOS

O índice de ulcer foi calculado para os projetos A, B e C em cada semestre. As diferentes curvas mensais re-

fletiram os índices de úlcera e identificaram o projeto que deve ter o menor risco (projeto C) em relação ao desenvolvimento e aos resultados esperados de acordo com o investimento inicial (Figura 4). Os eventos de *drawdown* (perdas inevitáveis) mostrados nas curvas ocorreram principalmente quando uma grande soma foi realizada pelo pesquisador sem um desfecho coincidente. Por outro lado, quando um artigo foi publicado, o nível de perda do projeto diminui até o próximo marco pré-definido. Se os objetivos do projeto não foram alcançados ou um novo gasto foi feito sem uma justificativa adequada, o modelo acomoda estas variáveis e oferece um único índice.

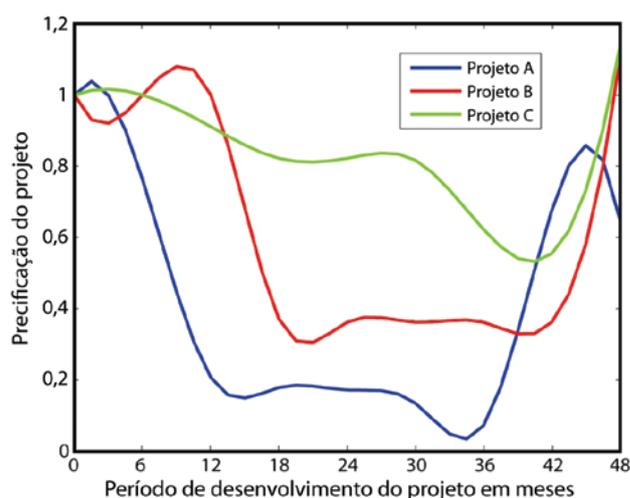


Figura 4. O gráfico mostra as três curvas diferentes que refletem o índice de úlcera calculado (UI) para os projetos A, B e C. De acordo com critérios definidos de variáveis, os períodos de perda representam um objetivo não alcançado ou um gasto não justificado durante o desenvolvimento do projeto. As medidas risco são, respectivamente, $UI_A = 69,67$, $UI_B = 50,29$ e $UI_C = 23,58$; portanto o projeto C apresenta menor risco em comparação com A ou B.

DISCUSSÃO

Propomos neste trabalho um método estruturado que resulta em um índice único, para dar a noção de risco de investimento antes de um projeto científico ser executado ou em qualquer momento durante sua realização. Mostramos o conceito com dados reais de nossa instituição e ilustramos sua aplicação. Nos próximos parágrafos, as implicações em cenário de inovação são discutidas, fazendo um elo entre ciência e desenvolvimento tecnológico.

A lacuna entre geração de conhecimento por meio de métodos científicos e setores produtivos é uma barreira para a maioria das sociedades, especialmente nos países em desenvolvimento. A compreensão atual da integração entre ciência e tecnologia (inovação) está ainda incipiente no Brasil. Os mecanismos de políticas dese-

nhados para lidar com os contextos gerais de pesquisa são muito complexos e burocráticos, e frequentemente impedem a tradução para produtos que beneficiariam a sociedade – e, que até certo ponto, tendem a bloquear a capacidade de lidar com novos achados⁽⁷⁾. Além disso, as inovações tecnológicas são ferramentas poderosas para alcançar as metas em um projeto científico. Um pesquisador terá mais chances de obter recursos para um projeto se for capaz de passar as informações necessários para avaliar os riscos do investimento, aproveitando as oportunidades e fortalecendo as soluções promissoras.

De uma forma simples, as equipes multiculturais tem que interagir para utilizar as estratégias de alto nível para oferecerem novos negócios baseados em inovação. Há também uma demanda para criar sustentabilidade conforme o produto ou processo desenvolvido. Este produto pode ser entendido como um objeto montado ou produto intelectual a partir do conhecimento resultante de um estudo. Inovação não surge automaticamente de uma simples combinação de P&D mais forte, mas há uma necessidade para influenciar de forma direta e mútua as estratégias de inovação⁽¹⁰⁾. Os centros de pesquisa, independente de sua área de conhecimento científico, não podem ignorar as políticas econômicas que organizam as transações comerciais, incluindo o modelo de gestão de competência e a existência de uma estrutura dinâmica para lidar com isso.

A gestão de pesquisa não deve ser considerada como prestação de contas orçamentárias ou falha, mas como um investimento extremamente importante que gera benefícios sociais⁽⁷⁾. A previsão tecnológica neste contexto é um instrumento importante de abordagem para alocar recursos relacionados aos campos de ciência e tecnologia, estabelecendo prioridades de pesquisa para melhorar a inserção de núcleos de pesquisa em redes de inovação *networks*. Ao propiciar uma medida direta e dinâmica, uma aplicação de previsão retorna diretamente resultados reais, mais próximos aos rendimentos sociais e econômicos esperados.

As ferramentas de gestão, como o RoSI, contribuem para garantir a competitividade na atividade de P&D em longo prazo. Em 1985, Coates definiu a previsão como um processo que tem o objetivo de compreender totalmente a força que mostra, em um período em longo prazo, nossas futuras políticas reguladoras, planejamento e negociações para tomada de decisões. Esta ideia inclui uma base qualitativa e quantitativa para monitorar sinais e indicadores relacionados às tendências de desenvolvimento e suas consequências. Oferece um fundamento para preparar para oportunidades futuras, organizando novos projetos ou ideias que estejam dentro das fronteiras da ciência. A previsão tecnológica tem uma referência dinâmica inquestionável, pois sur-

giu junto com os conceitos econômicos evolucionários a partir da década de 80. A prática de previsão mostrou que os avanços tecnológicos e científicos dependem de planejamento detalhado e das decisões tomadas no presente. O sucesso não depende de razões inerentes ou acontece como um evento aleatório⁽¹¹⁾.

Nosso método é muito útil como parte de um sistema e práticas para gestão de pesquisa. Em geral a diretoria de um centro de pesquisa é formada por um comitê científico heterogêneo de especialistas apontados por outros núcleos de investigação e por empresas. A missão deles inclui um procedimento de macro coordenação associado à inovação, para facilitar a comunicação entre as partes interessadas, para criar e combinar arranjos coletivos e organizar novas parcerias de rede⁽¹²⁾. Sugere-se fortemente a previsão como uma prática estratégica para determinar as prioridades de P&D e apoiar as iniciativas de ciência e tecnologia para os requisitos econômicos e sociais⁽¹³⁾. Acreditamos em nosso índice estruturado de análise de risco alinhado com uma necessidade de previsão futura. Entretanto, o sistema requer contribuição de especialistas em pesquisa de partes interessadas. Se os parâmetros colocados no modelo não são espelhados por um contexto real, o índice RoSI irá se comportar de acordo: não irá refletir os desfechos reais.

É importante observar que RoSI não aborda a linha de produção completa da inovação. Ainda, a prospecção tecnológica é uma rota de análise dos desafios possíveis ou dos cenários futuros a longo prazo que abarquem ciência e tecnologia, economia e sociedade. Identificação de desfechos, avaliação de medidas de desempenho de projetos é essencial para investigar áreas, trazendo à tona tecnologias com o propósito de criar benefícios em uma perspectiva social e econômica. Apesar das disputas relacionadas à expansão da ciência e tecnologia, há outros obstáculos em relação ao ambiente externo, segundo Morel: “a ciência não se deve ser considerada como um subsistema que automaticamente define padrões e diretrizes gerais de evolução, apesar de ser submetida a influências extrínsecas de seus próprios campos de ação”⁽¹⁴⁾. Com certeza o significado de um ambiente adequado para inovar de modo interno e externo requer um sistema que deve ser baseado em informações quantitativas e qualitativas. Os países desenvolvidos aprenderam com o tempo que a linha de produção racional de inovação é decisiva para promover a força econômica com base em avanços científicos e tecnológicos. Em países menos desenvolvidos ou em desenvolvimento, a ausência de um sistema de inovação impede as articulações da comunidade para garantir ciência, tecnologia e inovação. Isso ameaça o progresso dos setores produtivos e suas consequências na inserção em uma plataforma global de inovação⁽¹⁵⁾.

Outra contribuição interessante do risco estrutural é o processo de alinhamento que ocorre quando os países em desenvolvimento aproveitam o momento de transição tecnológica mundial. Um processo real de alinhamento pode ser alcançado por meio da aquisição de competências ou capacidades que resultam em criação tecnológica e melhoria, e é considerado uma janela de oportunidade⁽¹⁶⁾. O curso da tecnologia pode ser entendido na direção evolucionária de progresso tecnológico e observado principalmente em muitas extensões de setores industriais. Algumas estruturas analíticas importantes devem ser consideradas neste ponto: ambientes tecnológicos globais e institucionais, processo de aprendizagem corporativa dinâmica e transferência de tecnologia⁽¹⁷⁾. Alcançar capacidade tecnológica é um procedimento complexo de aprendizagem em todas as ordens sociais. Este curso de ação sofre influência da economia de mercado, tradições de cultura, política pública, educação formal e uma organização estrutural estadual. Um ponto importante do presente trabalho é a identificação de componentes do projeto que podem contribuir para o resultado final. Supõe-se que tais componentes permitam ajuste de seus papéis ao desenvolver um plano original e dar mais ou menos investimento para atingir os resultados desejáveis.

Ao empregar o algoritmo computacional para alcançar nossos objetivos, temos que combinar duas técnicas. O índice desenvolvido por Peter Martin foi adotado porque tem a capacidade de explorar diferentes cenários com o mesmo retorno. Ademais, a ferramenta de modelagem proposta nesta estrutura não requer habilidades matemáticas ou de programação a serem operadas. O usuário pode apenas introduzir as variáveis relevantes para um sistema e apontar suas interações como causalidades ou variações. Em outras palavras, o usuário poderia trabalhar com parâmetros previamente definidos para aquisição de conhecimento relacionado a um conteúdo específico⁽¹⁸⁾.

Para presenciar e discutir as características institucionais relacionadas a tecnologia de inovação é muito importante entender os elementos dentro de uma estrutura de pesquisa disponível. A relação entre os diferentes agentes de inovação do sistema com o segmento produtivo e sociedade representa os aspectos críticos destes elementos centrais a serem administrados. Esta relação mantém as posições de notabilidade internacional em um cenário global tecnológico, além de aumento de produção tecnológica e processo de inovação. E também tem o potencial para melhorar a comunicação e assistência recíproca entre as equipes de pesquisa, lidando com todas as questões de forma organizada, advindas de interações necessárias. Assim, podemos sugerir RoSI como um dos índices diretamente aplicados a processos que certamente ajudar a fomentar o desenvolvimento da ciência e tecnologia.

O suporte financeiro às atividades científicas começou em empresas privadas como uma realidade no Brasil, mas ainda está imaturo. As partes interessadas (individuais ou corporativas) precisam compartilhar uma visão comum do processo científico. Uma visão pragmática dos resultados de pesquisa é essencial para planejar escolhas e novas vias de inovação. Apesar da área científica explorada por cientistas ou pesquisadores, não há linha delineada a ser seguida ou uma orientação para gerir investimentos em um ambiente multicultural.

Em nossa experiência esta é a primeira estratégia qualitativa com viés quantitativo para avaliar as chances de sucesso e adequação de investimento associadas aos riscos de pesquisa.

CONCLUSÃO

Oferecemos uma ferramenta aplicável ao conceito de risco que envolve variáveis específicas e cenários que se referem à premissa baseada em fatos. O índice RoSI apóia os processos de tomada de decisão dos projetos que buscam sustentabilidade e mecanismos de gestão integrados com as áreas acadêmicas e científicas.

REFERÊNCIAS

1. Kline S, Rosenberg N. An overview of innovation. In: Landau R, Rosenberg N. The positive sum strategy. Washington (DC): National Academy of Press; 1986. p.275-306.
2. Barré R, Papon P. Economie et politique de la science et de la technologie. Paris: Pluriel; 1993. (Hachette-Collection)
3. Schon D. Technology and change; The new heraclites. New York (NY): Delacorte Press; 1967.
4. Arthur WB. Competing technologies, increasing returns, and lock-in by historical events. Econ J. 1987;99(394):116-31.
5. Freeman C. The economics of industrial innovation. Harmondsworth: Penguin Books; 1974.
6. Brandão HP, Guimarães TA. Gestão de competências e gestão de desempenho: tecnologias distintas ou instrumentos de um mesmo constructo? Rev Adm Emp. 2001;41(1):8-15.
7. Salles-Filho S. Ciência, tecnologia e inovação: a reorganização da pesquisa pública no Brasil. Campinas (SP): Komed; 2000.
8. Vogt C. Cultura científica: desafios. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo; 2006.
9. Martin P, McCann B. The investors guide to fidelity funds. New Jersey: John Wiley & Sons; 1989.
10. Quadros R. A combinação de marketing e P&D é importante para o processo de inovação: inovação é invenção que chega ao mercado. Campinas (SP): Universidade Estadual de Campinas; 2004.
11. Coates J. Foresight in federal government policy making. Fut Res Quart. 1985;1:29-53.
12. Grupp H, Linstone HA. National technology foresight activities around the globe: resurrection and new paradigms. Technol Forecast Soc Change. 1999; 60(1): 85-94.
13. Martin BR, Johnston R. Technology foresight for wiring up the National Innovation System: experiences in Britain, Australia and New Zealand. Technol Forecast Soc Change. 1999; 60(1):37-54.

14. Morel RL. *Ciência e estado: a política científica no Brasil*. São Paulo: TA Queiroz; 1979.
15. Herrera AO. Los determinantes sociales de la política científica en América Latina. *Política científica explícita y política científica implícita*. *Redes*. 1995; 2(5):117-31.
16. Perez C, Soete L. Catching up in technology: entry barriers and windows of opportunity. In: Dosi G, Freeman C, Nelson R, Silverberg G, Soete L, editors. *Technical change and economic theory*. London: Pinter; 1988. p.458-79.
17. Kim L. Pros and cons of internacional technology transfer: a developing country view. In: Agmon T, Glinoweds MA, editors. *Technology transfer in international business*. New York: Oxford; 1991. p.2-26.
18. Mandinac EB, Cline HF. *Classroom dynamics: implementing a technology-based learning environment*. Hillsdale(NJ): Lawrence Erlbaum Associates; 1994.