

MARCOS JOSÉ COSTA ESPÍNOLA

**UM WORKFLOW PARA A MEDIÇÃO DA POTENCIALIDADE DE
INOVAÇÃO EM REGIÕES DO TERRITÓRIO BRASILEIRO**

Dissertação apresentada à Coordenação do Programa de Pós-graduação de Engenharia de Produção, da Universidade Federal da Paraíba (UFPB), como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Engenharia de Produção.

ORIENTADOR: PROF. DR. MARCELO ALVES DE BARROS

JOÃO PESSOA

2008

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

MARCOS JOSÉ COSTA ESPÍNOLA

**UM WORKFLOW PARA A MEDIÇÃO DA POTENCIALIDADE DE
INOVAÇÃO EM REGIÕES DO TERRITÓRIO BRASILEIRO**

Esta Dissertação foi julgada adequada para obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção, aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção (PPGEP) da Universidade Federal da Paraíba (UFPB).

Data de aprovação 26 de outubro de 2008.

BANCA EXAMINADORA

Dr. Marcelo Alves de Barros
Professor Orientador

Dr. Luiz Bueno da Silva
Professor Examinador

Dr. Miguel Otávio Barreto Campelo de Melo
Professor Examinador Externo

E771u Espínola, Marcos José Costa

Um workflow para a medição da potencialidade de inovação em regiões do território brasileiro / Marcos José Costa Espínola - João Pessoa, 2008.

67 f. il.:

Orientador: Prof. Dr. Marcelo Alves de Barros

Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) PPGEPP / Centro de Tecnologia / Campus I / Universidade Federal da Paraíba – UFPB.

1. Workflow 2. Economia da inovação 3. Planejamento Estratégico I.Título.

BS/CT/UFPB

CDU: 658.5 (043)

*Dedicado a Rosângela, sem a qual este
trabalho não existiria.*

AGRADECIMENTOS

A Deus e à minha família.

A Rosângela Vilar, pelo apoio constante e insistente.

Ao Professor Doutor Marcelo Alves de Barros, que no papel de orientador moldou e tornou possível a elaboração deste trabalho.

Ao Professor Doutor Francisco Antonio Cavalcanti Silva, pela transmissão de seu grande saber durante trabalhos realizados em conjunto.

Aos professores da banca examinadora, Doutores Luiz Bueno da Silva e Miguel Otávio Barreto Campelo de Melo, pelas contribuições para este estudo.

Aos docentes do Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal da Paraíba.

Aos funcionários do Programa Pós-graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal da Paraíba.

Aos colegas e amigos do Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal da Paraíba.

Aos participantes da pesquisa.

Não confunda jamais conhecimento com sabedoria. Um ajuda a ganhar a vida, a outra ajuda a construí-la.

(Sandra Carey)

RESUMO

O estabelecimento de estratégias de desenvolvimento econômico sustentável cada vez mais tem de levar em consideração o incentivo à geração de inovação. A inovação surge como base para a formação de cadeias produtivas fundadas fortemente sobre o conhecimento, levando a investimentos para a criação de uma Economia da Inovação regional. Dessa forma, consideradas as restrições orçamentárias inerentes à realidade brasileira, torna-se indispensável a criação de medidas que viabilizem a identificação e a seleção das regiões que têm maior potencial para o retorno do investimento em inovação. Esse processo de seleção mostra-se necessário para facilitar o planejamento estratégico em níveis regionais, bem como para a definição de políticas públicas específicas de investimento visando o apoio à inovação. O presente trabalho trata da elaboração de um *workflow* que visa a medição da potencialidade de inovação em regiões do território brasileiro. Parte do processo de medição engloba a construção de um indicador para a seleção das regiões mais favoráveis ao retorno do investimento em inovação. O estudo restringe-se ao território brasileiro, dada a especificidade das variáveis utilizadas. São utilizadas técnicas de estatística multivariada aplicadas a um conjunto de indicadores sócio-econômicos, adaptados para refletirem características de concentração das medidas observadas em áreas urbanas, candidatas aos investimentos. O estudo baseia-se na premissa de que existe forte relação entre a densidade espacial desses indicadores em áreas urbanas e a capacidade de inovação da região, decorrente das características culturais presentes em aglomerados regionais, que facilitam a percepção coletiva das afinidades, interesses mútuos, valores e padrões de comportamento dos principais agentes da inovação, sejam instituições ou indivíduos. Através da elaboração de um método efetivo para a medição da potencialidade regional para inovação, pretende-se obter uma ferramenta que possa oferecer, com qualidade, subsídios para planejamentos estratégicos que pretendam o desenvolvimento, tanto da região candidata ao investimento em inovação, quanto das empresas que nela atuem.

Palavras-chave: *Workflow. Economia da inovação. Planejamento Estratégico.*

ABSTRACT

The formulation of strategies for sustainable economic development must increasingly take into consideration the stimulus for innovation. Innovation strongly appears as the foundation for knowledge-based productive clusters growth, attracting investments for the creation of a regional Innovation Economy. Thus, given budget restrictions usually present in the context of Brazilian reality, the need of criteria definition for the identification of regions with greater potential of return on innovation investments is evinced. Therefore, the development of measurements enabling the identification and selection of these regions is highly desirable. The selection process is essential to regional strategic planning, as well as to definition of public policies for investments aiming to support innovation. This work proposes the elaboration of a workflow for measuring regional innovation potentiality in Brazilian territory. Part of the measuring process encompasses the construction of an indicator that enables the identification of the most favorable regions for investment in technological innovation. The study is restricted to regions of the Brazilian territory due to the specific variables used in the indicator construction. In order to obtain this indicator, the results of multivariate statistics methods are applied to a social and economic set of indicators, some wider and others more specific. These are adapted to reflect concentration characteristics of the observed measurements in urban areas considered for innovation investments. The study was based on the premise there exists a strong relationship between spatial concentration of social and economic indicators in urban areas and the innovation capability of the region containing them. This relationship is mainly due to cultural characteristics present in regional clusters, characteristics that favor the collective perception of the affinities, mutual interests, cultural values and behavioral patterns of the main innovation actors, these comprising either individuals or organizations. It is intended, through the elaboration of an effective method for measuring regional innovation potentiality, to provide a tool that can offer, with quality, support to strategic planning that aims to develop a region, as well as the firms it comprehends.

Keywords: *Workflow. Innovation economy. Strategic Planning.*

LISTA DE SIGLAS

ANPEI: Associação Nacional de Pesquisa, Desenvolvimento e Engenharia das Empresas Inovadoras

ANVAR: Agência Francesa de Inovação

BID: Banco Interamericano de Desenvolvimento

BNDES: Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social

CAPES: Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior

CEE: Comunidade Econômica Européia

CNPq: Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico

CT&I: Ciência, Tecnologia e Inovação

CIS: Community Innovation Survey

EMBRAPA: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

EUROSTAT: Gabinete de Estatísticas da União Européia

FAPEMIG: Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais

FJP: Fundação João Pinheiro

IBGE: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IC: Inteligência Competitiva

IDH: Índice de Desenvolvimento Humano

IDHM: Índice de Desenvolvimento Humano Municipal

IPEA: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada

IPRIT: Indicador do Potencial do ROI em Inovação no Território Brasileiro

IRR: Indicador do ROI Regional

GC: Gestão do Conhecimento

MCT: Ministério da Ciência e Tecnologia

MDIC: Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior

MEC: Ministério da Educação

NIST: National Institute of Standards and Technology

OECD (OCDE): Organisation for Economic Co-operation and Development (Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico)

PCA (APC): Principal Components Analysis (Análise de Componentes Principais)

P&D: Pesquisa e Desenvolvimento

PINTEC: Pesquisa Industrial de Inovação Tecnológica

PNUD: Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento

PPGEP: Programa de Pós-Graduação de Engenharia de Produção da UFPB

RICYT: Red Iberoamericana de Indicadores de Ciência y Tecnologia

ROI: Return On Investment (Retorno Sobre o Investimento)

SEBRAE: Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas

TIC's: Tecnologias da Informação e Comunicação

UFPB: Universidade Federal da Paraíba

UNESCO: United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization
(Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura)

VPL: Valor Presente Líquido

Wf: Workflow (Fluxo de Trabalho)

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Matriz das variáveis originais com as medidas de cada região.....	52
Tabela 2 – Autovalores da matriz de correlação	52
Tabela 3 – Autovetores da matriz de correlação.....	53
Tabela 4 – Valores do IDHM e do $(1 - IDHM)$	53
Tabela 5 – Valores do IPRIT	54
Tabela 6 – Hierarquização segundo o IPRIT e o IRR	54

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO AO ESTUDO	12
1.1 DEFINIÇÃO DO PROBLEMA	12
1.2 JUSTIFICATIVA	13
1.3 OBJETIVOS	16
1.3.1 <i>Objetivo geral</i>	16
1.3.2 <i>Objetivos específicos</i>	17
1.4 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO	17
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	19
2.1 WORKFLOW E INFORMATIZAÇÃO DE MÉTODOS DE TRABALHO	19
2.2 AVALIAÇÃO E MEDIÇÃO DE INDICADORES PARA A INOVAÇÃO	21
2.2.1 <i>Avaliação da Inovação</i>	22
2.2.2 <i>Dinâmica da Inovação</i>	25
2.2.3 <i>Medição e Indicadores</i>	28
2.3 ESTATÍSTICA PARA A CONSTRUÇÃO DE INDICADORES DE INOVAÇÃO	31
2.4 MÉTODO PARA CONSTRUÇÃO DE INDICADORES DO POTENCIAL DE INOVAÇÃO	33
2.4.1 <i>Ferramenta de Estatística Multivariada – PCA</i>	33
2.4.2 <i>Método Conjugado à PCA para Síntese de um Indicador</i>	36
3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	38
3.1 CLASSIFICAÇÃO	38
3.2 POPULAÇÃO E TÉCNICAS DE AMOSTRAGEM	39
3.3 ETAPAS DA PESQUISA	40
3.4 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS PARA COLETA DE DADOS	40
3.5 FORMA DE ANÁLISE DOS DADOS	41
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	42
4.1 ANÁLISE DO ROI EM INOVAÇÃO	42
4.1.1 <i>Parâmetros de Qualidade ou Necessidades do Planejador</i>	42
4.1.2 <i>O Fluxo de Trabalho Atual para a Definição de Indicadores</i>	43
4.2 O WORKFLOW PROPOSTO	45
4.2.1 <i>O Modelo de Workflow</i>	45
4.2.2 <i>A Implementação da Ferramenta de Workflow</i>	51
4.3 A APLICAÇÃO DO MODELO DE WORKFLOW EM UM ESTUDO DE CASO	52
5. CONCLUSÕES	55
5.1 CONCLUSÕES DO ESTUDO	55
5.2 RECOMENDAÇÕES	56
REFERÊNCIAS	57
ANEXOS	61

1. INTRODUÇÃO AO ESTUDO

Este capítulo introdutório apresenta a definição do problema, a justificativa, os objetivos – geral e específicos – e a estrutura da dissertação.

1.1 DEFINIÇÃO DO PROBLEMA

O estabelecimento de estratégias de desenvolvimento econômico sustentável, cada vez mais, necessita levar em consideração o incentivo à geração de inovação. A inovação surge como base para a formação de cadeias produtivas fundadas fortemente sobre o conhecimento, levando ao investimento para a criação de uma Economia da Inovação regional. Dadas as restrições orçamentárias que normalmente se impõem no contexto da realidade brasileira, torna-se indispensável a criação de medidas que viabilizem a identificação e a seleção dessas regiões que têm maior potencial de retorno do investimento em inovação. Esse processo de seleção é necessário para facilitar o planejamento estratégico em níveis regionais e a definição de políticas públicas específicas de apoio à inovação. Iniciativas para a definição de critérios de medição foram propostas no Manual de Oslo, desde a sua primeira edição de 1997. Entretanto essas propostas são adequadas a países com características diferentes daquelas do Brasil. Além disso, as diretrizes propostas levam à produção de uma quantidade muito grande de variáveis, quantidade esta que acaba por criar dificuldades na utilização das variáveis devido à complexidade de sua interpretação para tomadas de decisão.

Nos países industrializados existe à disposição um grande volume de dados empíricos e estudos que descrevem as atividades inovativas conduzidas pelas empresas, bem como existem estimativas razoáveis dos resultados por elas obtidos (o que comprova o elo entre inovação tecnológica e desempenho competitivo). Um exemplo desta situação ocorre na França, onde a Agência Francesa de Inovação – ANVAR desenvolve um processo estruturado para a prática da supervisão das atividades inovativas. Isto já não acontece na América Latina, onde as particularidades e escopo dos processos de mudança tecnológica são ainda largamente ignorados (OECD, EUROSTAT, 2005). Com relação a esse tema, ainda

há carência de fontes organizadas de dados, assim como de processos gerenciados de coleta, organização e uso de informações. Algumas instituições, dentre as quais podem ser citadas IBGE, MDIC, MCT, MEC, CNPq e SEBRAE, detém algumas informações que, porém, não são trabalhadas em conjunto para que sejam, efetivamente, compartilhadas e consolidadas entre os diversos organismos.

Isto aponta para o problema de como identificar regiões do território brasileiro, capazes de fornecer um alto retorno sobre o investimento em inovação tecnológica. Vale ressaltar que este retorno deve, necessariamente, considerar os impactos positivos resultantes do investimento sobre a qualidade de vida na região. Por outro lado, devido à escassez de recursos, é altamente desejável priorizar tais investimentos para regiões que demonstrem uma alta taxa de retorno, tanto no que tange aos formadores de políticas públicas quanto para a elaboração de estratégias empresariais. Dessa forma, são desejados subsídios para planejamentos estratégicos que pretendam o desenvolvimento, tanto da região como das empresas que nela atuem.

A partir da exposição desse quadro, propôs-se a realização do presente estudo, considerando os fatores já mencionados e outros, relativos ao tratamento de informações visando à tomada de decisões. Nesse sentido, o estudo pretendeu responder à seguinte questão:

Como organizar e transformar o conhecimento dos atores institucionais envolvidos com o desenvolvimento sócio-econômico em critérios para a seleção das regiões com maior potencial de retorno do investimento em inovação no território brasileiro?

1.2 JUSTIFICATIVA

Este estudo trata, em sua essência, de um método de trabalho informatizado (*workflow*) que permite a coordenação e automação de parte do trabalho de construção de um vetor de índices que formam um indicador que, por sua vez, permite a seleção de regiões do território brasileiro onde ocorrem as condições mais favoráveis ao retorno do investimento em inovação tecnológica. A automação considerada neste estudo refere-se às atividades do método que transformam o

conhecimento coletado e organizado, na forma de um grande conjunto de medidas de desenvolvimento sócio-econômico, em um vetor de índices de potencialidade de retorno do investimento em inovação. O principal desafio consiste na montagem do vetor mais adequado para a formação de um bom indicador que consiga relativizar o potencial de retorno, mesmo face às diferenças intrínsecas dessas regiões. Convém ressaltar que não é tratado aqui o *workflow* que é vislumbrado para uma abordagem mais ampla no tratamento e geração de informações que subsidiam a construção do indicador de potencialidade proposto, pois ele envolve diversos atores e agências, em um ambiente de trabalho colaborativo, o que ultrapassa o escopo deste estudo. O *workflow* que é efetivamente tratado neste trabalho consiste em um subconjunto daquele maior, envolvendo diretamente técnicas conjugadas em um método de trabalho informatizado para a síntese do indicador sobre inovação aqui elaborado.

Já existem estudos preocupados com a obtenção desse tipo de indicador, havendo um esforço internacional crescente para com a organização e formalização de métodos eficientes e padronizados para a sua obtenção, como o Manual de Oslo (edição de 2005) e o Manual de Bogotá (edição de 2001), dentre outros. Um ponto crítico na elaboração de um indicador para o potencial de inovação de uma região é conseguir tratar bem as particularidades dessa região, dada a influência que estas podem exercer nos indicadores primários, afetando a composição do indicador final.

A utilização de estatísticas, em especial os indicadores sintéticos, constituem instrumento importante para: desenvolver melhor as políticas sociais, permitindo o acompanhamento e a evolução dos processos; aumentar o consenso social sobre as difíceis escolhas diante do sempre presente constrangimento dos recursos; revelar e criar responsabilidades dos diferentes atores envolvidos nesses processos, dentre outros aspectos importantes tanto para gestores públicos como para estrategistas empresariais (TORRES *et alli*, 2003).

Em muitos países da América Latina é cada vez mais evidente o interesse em estabelecer estratégias de desenvolvimento incorporando como um dos seus componentes principais as políticas de incentivo à inovação. Para que essas estratégias e políticas possam ser formuladas e acompanhadas, bem como sua instrumentação e resultados serem avaliados, é preciso contar com um conjunto de indicadores de inovação tecnológica que permitam tanto comparações internacionais como internas: estaduais, regionais e setoriais, entre outras. A necessidade de se fortalecerem a construção e o aperfeiçoamento desses indicadores, ou se

desenvolverem esforços para tanto, tem tido destaque crescente (SÁENZ *et al*, 2002).

A progressiva taxa de obsolescência de processos e produtos que caracteriza o atual cenário competitivo em qualquer país e a crescente importância que produtos possuidores de diferenciais vêm assumindo para os mercados em geral (particularmente no comércio entre os países industrializados e os em desenvolvimento), popularizou a idéia que a inovação tecnológica é fator chave para o sucesso empresarial. A existência de empresas inovadoras em um país não só pressupõe maiores níveis de competitividade na economia como um todo, mas também sinaliza a geração de um excedente tecnológico disseminado para outros agentes econômicos (JARAMILLO *et alli*, 2001).

Nos países em desenvolvimento a principal razão para a condução de estudos sobre inovação decorre da necessidade de se obterem subsídios para orientar a formulação de políticas públicas, assim como no auxílio à concepção de estratégias de negócios empresariais (OECD, EUROSTAT, 2005). Dessa forma, revela-se a necessidade de haver indicadores que caracterizem o potencial para inovação de determinadas regiões de tal modo que possam alimentar, com informações confiáveis, planejamentos estratégicos que visem ao desenvolvimento sócio-econômico dessas regiões.

Dada a dimensão da tarefa e as grandes disparidades existentes, os esforços na construção de indicadores de inovação nos diferentes países da América Latina não necessariamente devem começar em escala nacional. Isso poderia ser excessivamente complexo, particularmente para países com menor experiência neste tipo de trabalho. Nesses casos, o processo poderia ser iniciado em setores ou regiões selecionados, construindo-se dessa forma a necessária capacitação, experiência e organização para empreitadas maiores. Porém, desde o início, deve-se levar em conta a coerência com outros setores ou regiões, visando a futura integração em sistemas de indicadores mais abrangentes (SÁENZ *et al*, 2002).

Nos países industrializados existe à disposição dos planejadores um grande volume de dados empíricos e estudos que descrevem as atividades inovativas conduzidas pelas empresas, bem como existem estimativas razoáveis dos resultados por elas obtidos, o que leva à comprovação do elo entre inovação tecnológica e desempenho competitivo. Esse quadro já não se repete na América

Latina, onde as particularidades e escopo dos processos de mudança tecnológica são ainda largamente ignorados (OECD, EUROSTAT, 2005).

Assim, mostra-se clara a necessidade de indicadores próprios de inovação para a América Latina que reflitam suas características específicas. Eles devem estar claramente inseridos nas estratégias e políticas nacionais, setoriais ou regionais, como instrumentos efetivos de política. A aquisição de tecnologia do exterior, uma das vias mais importantes para inovação na América Latina, merece especial atenção. Além dos impactos econômicos, deve-se prestar atenção aos impactos sociais e ambientais para se obter uma imagem integral dos processos de inovação (SÁENZ *et al*, 2002).

Devido aos fatos acima mencionados e à escassez de recursos, é altamente desejável priorizar investimentos em inovação para regiões que demonstrem uma alta taxa de retorno, tanto no que tange aos formadores de políticas públicas quanto para a elaboração de estratégias empresariais. Nesse contexto, a investigação realizada e o método de medição desenvolvido nesta pesquisa fornecem subsídios para planejamentos estratégicos que pretendam o desenvolvimento, tanto da região como das empresas que nela atuem. Assim, o papel do indicador proposto neste trabalho, bem como do *workflow* elaborado para a otimização de sua obtenção, consolida-se no apoio à Gestão do Conhecimento e à Inteligência Competitiva dos atores interessados em investimentos para inovação que apresentem possibilidade de elevação do desenvolvimento regional.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo geral

Dada a necessidade de se medirem os esforços próprios para inovação nos países em desenvolvimento, em particular na América Latina, o objetivo geral deste estudo é:

- Elaborar um método de trabalho informatizado para a construção de um indicador, voltado para o levantamento do potencial inovativo de regiões do território brasileiro, através de um *workflow* que permita a automação da construção desse indicador.

1.3.2 Objetivos específicos

A fim de criar um método de trabalho informatizado, que atenda às recomendações tanto do Manual de Oslo como do Manual de Bogotá, bem como contribua para a gestão do conhecimento dos atores institucionais envolvidos na análise do retorno do investimento em inovação em uma dada região, foram definidos os seguintes objetivos específicos que definem o escopo desta pesquisa:

- a) Identificar as exigências para uma gestão do conhecimento sobre atividades inovativas, a fim de se obter uma lista de variáveis que permitam medir a qualidade de um método informatizado de construção de indicadores de ROI em inovação;
- b) Elaborar e implementar um *workflow* que permita a construção automática de um indicador, sintetizado através de uma técnica de estatística multivariada, do ROI em inovação para uma dada região a partir de um contexto de planejamento estratégico;
- c) Aplicar o modelo de *workflow* proposto e a respectiva ferramenta informatizada em um cenário de atores e informações disponíveis para regiões específicas do território brasileiro, visando à demonstração da funcionalidade do método de trabalho.

1.4 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

Esta dissertação encontra-se estruturada da seguinte forma:

O capítulo 1 introduziu o estudo, apresentando a definição do tema e do problema, a justificativa e os objetivos, tanto o geral quanto os específicos.

O capítulo 2 descreve a fundamentação teórica, caracterizando o que vem a ser *workflow* e seu impacto na informatização de métodos de trabalho, fazendo um levantamento sobre as metodologias de avaliação e sua aplicação à análise sobre geração de inovação, incluindo-se aí as métricas e indicadores que possibilitam essa avaliação, além de discorrer sobre um método para a construção de indicadores através de técnica estatística multivariada.

O capítulo 3 apresenta os procedimentos metodológicos adotados na pesquisa, que inclui a classificação, população, técnicas de amostragem, técnicas e instrumentos para coleta de dados, forma de análise dos dados e o modelo de método de trabalho informatizado (*workflow*) que procurou identificar o potencial de inovação regional, objeto de estudo.

O capítulo 4 foi destinado aos resultados e discussão, expondo os produtos da investigação dos elementos do indicador proposto, o modelo elaborado para um fluxo de trabalho automatizado de construção do indicador para uma dada região, bem como os resultados de uma instanciação deste *workflow* para fins de demonstração de sua funcionalidade em um cenário de atores e informações disponíveis para regiões específicas do território brasileiro, estudadas pelo IBGE na PINTEC.

O capítulo 5 encerra a conclusão do trabalho, que realizou inferências sobre o estudo, evidenciando o cumprimento dos objetivos e a resposta da problemática em questão, bem como apresentando as contribuições e as propostas de trabalhos futuros.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Este capítulo apresenta o embasamento teórico relacionado ao tema da dissertação. Inicialmente, procede-se à caracterização do que vem a ser *workflow* e seu impacto na informatização de métodos de trabalho, fazendo um levantamento sobre as metodologias de avaliação do potencial de inovação e sua aplicação à análise sobre geração de inovação, incluindo-se aí as métricas e indicadores que possibilitam essa avaliação, além de discorrer sobre um método para a construção de indicadores através de técnica estatística multivariada.

2.1 WORKFLOW E INFORMATIZAÇÃO DE MÉTODOS DE TRABALHO

Workflow (Wf) é uma ferramenta que lança mão das tecnologias de informação e comunicação (TIC's) para tornar ativos os processos e as tecnologias usados na realização de um trabalho. A filosofia do trabalho cooperativo trazida pelo Wf permite transformar profundamente a forma de uma empresa executar processos, atividades, tarefas, políticas e procedimentos. Segundo Cruz (2000), um processo de trabalho, quando colaborativo e informatizado, pode ser expresso na forma de um *workflow* que inclui atores humanos e máquinas:

“Workflow é o conjunto de métodos e ferramentas que tem por finalidade automatizar processos, racionalizando-os e, conseqüentemente, aumentando sua produtividade por meio de dois componentes implícitos: organização e tecnologia” (CRUZ, 2000).

Segundo Bortoli e Price (2000), citando Georgakopoulos e Hornick (1995), a caracterização dos tipos de sistema de Wf os classifica em:

- Administrativos (ex.: processamento de ordens de compras e autorização de férias e viagens);
- *Ad hoc* (ex.: processos de escritório, documentação de produtos e propostas de vendas);
- De produção (ex.: processamento de requisição de seguros, processamento de faturas bancárias e de cartão de crédito).

Esses tipos de Wf ainda podem ser divididos em dois grandes grupos:

- Orientados para comunicação (pessoas);

- Orientados para atividades (sistemas).

Também citando Georgakopoulos e Hornick (1995), Vieira (2005) ressalta a progressão da complexidade dos tipos de Wf, desde os menos complexos (administrativos), passando pelos intermediários (*ad hoc*), até os de maior complexidade (de produção).

Por ainda haver divergências quanto à classificação dos tipos de Wf, Cruz (2000) propôs uma lista modificada, que permite uma discussão do conceito de Wf em toda a sua extensão:

- *Ad hoc* - usado dinamicamente em grupos de trabalho onde haja a necessidade de processos individualizados para cada documento que circula pelo fluxo de trabalho;
- Produção ou Transação - voltado para o processamento de grandes volumes de dados, diversas políticas de negócio e de recursos financeiros em grande escala;
- Administrativo - orientado para rotinas administrativas, ao mesmo tempo mais complexo que o *Ad hoc* e mais simples que o de Produção/Transação;
- Orientado para Objeto - versão sofisticada do Wf orientado para Transações, possui a mesma capacidade de tratamento de grande volume de dados;
- Baseado no Conhecimento - possui características e ferramentas que permitem ao sistema aprender com os próprios erros e acertos, lançando mão de inteligência artificial e de outros recursos para tanto.

Ainda segundo Vieira (2005), dentre os benefícios que podem ser atingidos com a adoção de um sistema de Wf pode-se citar: a aceleração dos processos à medida que se aumenta a produtividade, através da automatização; o fim do tempo de espera pelos responsáveis por atividades interdependentes; maior controle, auditoria e segurança dos processos; a simplificação da supervisão humana; o maior grau de integração entre os componentes das equipes de trabalho e suas atividades; a obtenção, por fim, de melhores resultados.

Aliar a abordagem de Wf aos sistemas de informação organizacionais passou a ser um caminho essencial para as organizações que necessitam automatizar seus processos de negócio. Dessa forma, as organizações tornam-se capazes de

especificar, executar e monitorar seus processos de negócio através das suas redes de computação, obtendo como resultado uma melhoria nos resultados dos processos, uma melhor utilização dos recursos organizacionais e um monitoramento mais eficiente do seu processo produtivo (MEJÍA, 2002).

Ao ser automatizado via Wf, um método de trabalho tem definidas a ordem de execução e as condições pelas quais cada tarefa é iniciada, acrescentando-se, também, que o Wf viabiliza a representação do sincronismo entre as tarefas e o fluxo de informações. Além disso, o conceito de *workflow* está relacionado com o conceito de reengenharia e automatização de processos de negócios e de informação (BORTOLI *et al*, 2000).

Atualmente, é difícil se imaginar qualquer sistema de gerenciamento, que envolva processos de negócio, sem o suporte de uma ferramenta de Wf. A crescente velocidade das mudanças no ambiente externo e interno das organizações, bem como a pressão para que estas evoluam seus processos para serem mais competitivas, é enorme. Nisto é onde reside a verdadeira utilidade de um sistema de Wf: tornar as organizações mais ágeis e competitivas (ROCHA, 2004).

2.2 AVALIAÇÃO E MEDIÇÃO DE INDICADORES PARA A INOVAÇÃO

Nos países em desenvolvimento a principal razão para a condução de estudos sobre inovação decorre da necessidade de se obter subsídios para orientar a formulação de políticas públicas, assim como no auxílio à concepção de estratégias de negócios empresariais (OECD, EUROSTAT, 2005). Dessa forma, revela-se a necessidade de haver métodos que viabilizem a avaliação e a medição do potencial para inovação de determinadas regiões, de tal modo que se possa alimentar, com informações confiáveis, planejamentos estratégicos que contemplem o desenvolvimento regional e orientem na aplicação de investimentos para o fomento dessa inovação.

2.2.1 Avaliação da Inovação

De acordo com Souza (2005), a avaliação é um conjunto de critérios e métodos usados para verificar os resultados de ações executadas com determinados objetivos. No caso do desenvolvimento regional, o propósito da avaliação é aferir resultados em termos de objetivos e metas alcançadas para justificar, perante a sociedade, o custo dos programas empregados para esse fim, bem como para melhorar o planejamento e a execução dessas e de novas ações.

Ainda segundo esse autor, a avaliação pode atender três níveis de abrangências e utilidades. Pode-se avaliar o desempenho institucional na região em foco, a eficácia dos instrumentos de ação das instituições e os resultados sócio-econômicos alcançados por seus esforços. De forma resumida, sintetizando várias contribuições sobre o tema, Souza (2005) expõe as seguintes formas de avaliação:

- Informações Sobre Aplicações - relativas ao volume de recursos aplicados comparando-os com as demais formas de fomento, também identificando os objetivos do apoio, as regiões do país e quais os atores estão recebendo recursos;
- Avaliação *Ex-Ante* - realizada antes do início do programa ou projeto de fomento, servindo como um processo de seleção. Procura avaliar os efeitos alternativos de instrumentos de intervenções para efeito de tomada de decisão;
- Monitoramento (ou avaliação *ex-cursus*) - forma rotineira de verificar o desempenho dos projetos para apoiar a gestão do programa, fazer correções de curso e relatar progressos. Envolve a coleta e a análise de indicadores "chaves", de preferência quantitativos e facilmente disponíveis;
- Avaliação *Ex-Post* - analisa os resultados atingidos por programas e projetos, verificando se são significativos e coerentes com os objetivos da instituição, e quais as medidas futuras de fomento devem ser tomadas. A avaliação é realizada quando resultados finais já se manifestaram e podem ser descritos ou estimados;

- Estudos de Casos - verificam os resultados obtidos por projetos e programas de fomento de uma forma mais profunda e extensa do que seria possível obter através de avaliações mais amplas;
- Projeções de Impactos Macroeconômicos - modelos macroeconômicos fornecem projeções sobre os impactos globais gerados pelos projetos de fomento;
- Estudos Especiais - estudos sobre temas ligados ao desenvolvimento como: problemas setoriais, sociais e ambientais; comportamento das cadeias produtivas; redes de inovação; segmentos prioritários; formas de difusão e propagação do progresso técnico e metodologias para avaliar estratégias tecnológicas e de negócios, úteis sobremaneira para as agências públicas de apoio ao desenvolvimento ficarem atualizadas com os movimentos que surgem na economia e na sociedade.

A partir desse conjunto de métodos, é possível realizar avaliações que abarquem três níveis temporais (*ex-ante*, *ex-cursus* e *ex-post*) e três níveis gerenciais (o desempenho institucional no ambiente, o desempenho dos instrumentos de ação e os resultados do fomento).

Para Avellar (2005), a exploração da literatura sobre avaliação do impacto de políticas tecnológicas revela oito ferramentas metodológicas, mais freqüentemente utilizadas por países centrais (ex.: Estados Unidos, Canadá, França e Alemanha) e por organismos internacionais (ex.: BID e Banco Mundial). Esses métodos de avaliação podem ser classificados pela sua natureza, quantitativa ou qualitativa, de acordo com o propósito da avaliação:

- *Peer review* - estudo detalhado da validade científica da inovação por meio do julgamento de uma equipe de especialistas que irá contextualizar essa inovação no patamar científico internacional;
- Bibliometria - objetiva mensurar a relevância científica da inovação em questão, visando avaliar os impactos da política relevante no desenvolvimento científico;
- Informações administrativas - análise de dados administrativos (ex.: dados contábeis, número de empregados, número de clientes, tipos de atividades exercidas pelas empresas participantes). Todavia, a avaliação a

partir dessas informações é limitada, não conseguindo captar os verdadeiros impactos da política tecnológica na economia;

- Custo-benefício - levantamento de todos os custos gerados pela política, que são comparados com os benefícios gerados. No caso da avaliação de uma política tecnológica, esse método mostra-se, muitas vezes, insuficiente por se concentrar somente em informações financeiras, ignorando a complexidade do processo de inovação;
- Estudos econométricos - produzem análises mais refinadas em termos de dados quantitativos, buscando mensurar a diferença de desempenho entre empresas tomadoras de crédito (ou de incentivos fiscais) em relação a um grupo de controle de não tomadoras, bem como realizar a análise comparativa entre o desempenho das empresas participantes com o das não-participantes. Este método lança mão de estatísticas variadas, comumente disponíveis em órgãos especializados, tornando essa metodologia de baixo custo. Entretanto, em países onde não há disponibilidade dessas informações, a aplicabilidade da metodologia torna-se limitada;
- Cálculo do Valor Presente Líquido (VPL) - mede o valor esperado de um projeto de P&D em termos monetários. O National Institute of Standards and Technology (NIST) apresenta algumas metodologias financeiras, dentre elas o VPL, para mensurar os efeitos da política tecnológica. É calculado por meio do desconto do custo no benefício de um período, subtraindo-se o Valor Presente dos Custos do Valor Presente dos Benefícios, obtendo-se o Valor Presente Líquido do Investimento;
- Questionário - pesquisa de campo com aplicação de questionários aos agentes participantes da política, na maioria das vezes sendo aplicados de forma sistemática a todos os agentes, visando à formação de uma base de dados para a realização de estudos estatísticos mais elaborados. O principal ponto negativo dessa abordagem é seu custo elevado;
- Estudos de caso - uma das metodologias mais utilizadas internacionalmente. A partir das ações de um participante do programa busca-se compreender como suas características se modificaram ao longo do tempo, possibilitando a obtenção, através da aplicação complementar

de questionários, de informações detalhadas dos participantes individualmente e da interação destes com o programa. Consegue diminuir o custo do monitoramento contínuo da aplicação da política/programa com a avaliação de uma amostra do universo de participantes, visando somente ao cruzamento de suas informações com as informações obtidas pela aplicação de questionário. Sua principal desvantagem está no fato de não possibilitar uma avaliação comparada com não-participantes do programa. Muitas vezes, estudos de casos limitam-se apenas a retratar caso de sucesso, ocultando os impactos negativos do programa.

Na maioria dos países com experiência em avaliação de políticas tecnológicas é comum a utilização de mais de uma metodologia de maneira conjunta, visando à avaliação de um programa de apoio ao desenvolvimento tecnológico.

2.2.2 Dinâmica da Inovação

Existem importantes fatores, dificilmente quantificáveis *ex-ante* em função da complexidade e das incertezas pertinentes ao processo de concepção e implantação de uma nova política/programa, que atuam na difusão de inovações. Isto posto, a impossibilidade de se prever a extensão e profundidade dos impactos, sobretudo os de natureza econômica e sociocultural, estimula a inclusão de métodos de caráter subjetivo nas análises preditivas e a utilização de uma gama variada de abordagens (HOLANDA *et alli*, 2005).

Segundo Johnston (2000), o crescimento acentuado dos estudos prospectivos nacionais em ciência e tecnologia tem sido promovido, em grande medida, por órgãos governamentais em diversos países, responsáveis tanto pela pesquisa, a gestão e financiamento no setor público, quanto pelo fortalecimento da base de conhecimento sobre a sua economia nacional.

Dessa forma, o desenvolvimento desse tipo de estudos prospectivos tem sido fortemente influenciado pela base do setor público e pelo conseqüente foco em questões a ele relacionadas. É importante reconhecer que as técnicas prospectivas, em suas várias formas, vêm sendo aplicadas regularmente em muitas áreas de responsabilidade governamental. Entretanto, o foco nas forças motrizes da ciência e

tecnologia, reconhecidas como importantes fatores determinantes da competitividade econômica, é que vem conferindo maior destaque a tais estudos prospectivos nacionais (JOHNSTON, 2000).

Já a percepção de que o fenômeno da inovação tecnológica é algo complexo, que se manifesta em diferentes níveis através de processos cíclicos que sofrem variadas influências e onde atuam diversos atores, trouxe a necessidade observá-lo sob a ótica dos sistemas abertos. Se, por um lado, pensar a inovação a partir de sistemas supera a simplicidade arriscada dos antigos modelos lineares de inovação, por outro, cria novas dificuldades analíticas. Isto possui importância especial para a identificação das relações causais responsáveis pelas novas tecnologias e para as projeções prospectivas (ZACKIEWICZ *et alli*, 2005).

A apreensão do real significado dos sistemas nacionais de inovação para a construção e análise de estatísticas de ciência, tecnologia e inovação (CT&I), bem como a incorporação de outras perspectivas complementares, além da econômica, na análise do processo de inovação e de seus impactos, vem se refletindo no desenvolvimento de novas fontes de dados de natureza multidimensional, que consideram aspectos sociais, culturais, ambientais, de saúde, entre outros (RAMOS, 2008).

Por parte das empresas vem crescendo a percepção sobre a importância da gestão da inovação para a competitividade. Todavia, as decisões relativas às estratégias de inovação ainda carecem de instrumentos mais adequados para lidar com questões que surgem da própria essência dos processos de inovação. Três abordagens, embora enfatizando certos aspectos de maneira diferente, são particularmente úteis à gestão da inovação, possuindo importantes pontos de contato (CANONGIA *et alli*, 2004):

- Estudos prospectivos - utilizam muitas ferramentas usuais da prospecção tecnológica, mas as colocam a favor da criação de coordenação e compromisso de diferentes atores chaves, para viabilizar inovações;
- Inteligência Competitiva (IC) - pressupõe o desenvolvimento da capacidade de identificar, sistematizar e interpretar sinais do ambiente externo das organizações, para alimentar processos de decisão internos;
- Gestão do Conhecimento (GC) - enfatiza os mecanismos de compartilhamento, circulação e aperfeiçoamento dos conhecimentos produzidos numa organização.

De acordo com Silva (SILVA *et alli*, 2006), a GC depende de uma ação sistemática interna e externa à organização, voltada à captação, análise, tratamento e distribuição da informação, denominada de IC. Assim, o objetivo da IC é coletar informações e disponibilizá-las para a organização, que identificará o que poderá ser considerado como pontos fortes e pontos fracos em seu ambiente interno, e como oportunidades e ameaças no ambiente externo, composto por ambiente operacional e macroambiente. Só então é possível à organização conceber sua estratégia com vistas à obtenção da vantagem competitiva. Tal concepção conduz à formulação de ações estratégicas, ou seja, aquelas conducentes às metas e objetivos da organização.

A IC é necessariamente exercida *ex-ante* e *ex-post* à definição estratégica, porquanto se, de um lado, esta definição orienta o esforço da IC, esta, por sua vez, mediante um processo de retroalimentação condiciona o aperfeiçoamento da decisão estratégica. Ao se analisar, sob esse enfoque, o ambiente regional para um exercício de previsão sobre o impacto da aplicação de investimentos, os pontos fortes e fracos intrínsecos à região em questão podem ser traduzidos como potencialidades e problemas, respectivamente, mantendo-se a noção de oportunidades e ameaças presentes no contexto do seu macroambiente.

O Instituto Inovação (2006) aponta como fatores críticos de sucesso do investimento em pesquisa e desenvolvimento (P&D): a inteligência de mercado, responsável pela orientação do desenvolvimento de produtos que possam ter potencial econômico, e o comprometimento da direção da organização, incorporando a P&D como parte importante de sua estratégia.

Quanto ao retorno desse investimento, o Instituto Inovação cita diversos estudos que revelam que os benefícios auferidos a nível nacional são potencializados. A principal explicação é o efeito de propagação que uma inovação pode ter por toda a cadeia produtiva de uma indústria, bem como nas cadeias produtivas de toda uma região, país, ou até entre países, contribuindo para elevar a geração de empregos, arrecadação de impostos e atração de investimentos diretos.

Um exemplo que confirma esse raciocínio é dado por Felipe (2007), ao falar sobre a Coréia do Sul: esse país investiu na formação de recursos humanos (em nível de graduação), habilitando-os para atuar em vários segmentos do desenvolvimento tecnológico. As inovações geradas a partir daí produziram o retorno desejado e o setor produtivo assumiu o papel de executor de P&D, assim

como o de seu financiador. Dessa maneira, o setor produtivo sustenta, hoje, cerca de 75% das pesquisas, nível encontrado apenas em países centrais.

2.2.3 Medição e Indicadores

Indicadores são construídos através de índices que, sob uma ótica estatística, têm a função básica de sintetizar em uma única variável a informação de todas as variáveis que foram medidas sobre o fenômeno em observação. Os valores dessa variável podem, então, ser analisados por métodos de estatística univariada, i. e., passa-se da necessidade de uma análise multivariada para uma análise univariada (menos complexa). Técnicas de estatística multivariada, como a análise de componentes principais, a análise fatorial e a análise de correlações canônicas, são úteis na construção desses índices (MINGOTI, 2005).

Sellitto e Ribeiro (2004) explicam que uma variável é um conjunto de medidas associadas a um conceito, construto, aspecto, propriedade ou fator discernível em um objeto de estudo. A medida pode ser: quantitativa, quando associada a um número, ou qualitativa, quando associada a uma categoria. As variáveis têm a função de ligar as hipóteses e os construtos latentes de uma pesquisa à sua parte experimental. Através da atribuição de variáveis às hipóteses de trabalho é que podem ser testados os construtos e conceitos de uma teoria. Variáveis admitem relacionamentos, classificações e tipologias.

Ainda segundo esses autores, os aspectos relevantes para o objetivo da pesquisa podem ser tanto deduzidos conforme a teoria, quanto observados empiricamente, sendo chamados de dimensões do conceito. As dimensões podem ser representadas por valores numéricos, os indicadores. Estes podem assumir um valor contínuo (análogo ou discreto) ou valores lógicos. Qualquer que seja o caso, é possível encontrar no indicador uma estrutura de graduação que descreve a situação da dimensão perante um referencial. Os indicadores podem fazer parte de esquemas teóricos que auxiliam o pesquisador a representar a realidade na qual os fenômenos investigados se inserem.

Trzesniak (1998) alerta para a combinação da necessidade de se empregar muitas pessoas por observação com a necessidade de se fazer muitas observações, tornando proibitivo o custo de uma investigação. Isto ainda sem mencionar o enorme

esforço posterior de organização, estudo, análise e síntese das informações coletadas (por exemplo, o caso dos recenseamentos populacionais). Todavia, esse autor pondera que essa situação vem mudando decisivamente, com o advento de máquinas com recursos cada vez maiores para guardar, compilar, organizar e reorganizar informações. A evolução da tecnologia disponibiliza máquinas progressivamente mais poderosas, mais disponíveis e mais acessíveis, de modo que esforços que jamais se pensaria viáveis a alguns anos tornam-se triviais, reduzindo drasticamente o ônus de se trabalhar intensivamente com enormes massas de dados.

Os trabalhos no campo das estatísticas e indicadores de CT&I ganharam um novo impulso. A partir do extraordinário avanço das TIC's, dados e informações relevantes, acurados e confiáveis, têm atualização contínua e acesso facilitado. Já são visíveis os resultados do elevado desenvolvimento pelo qual esse campo tem passado, alavancados pelo surgimento de novos usuários e novas demandas de informação, bem como pelos importantes avanços metodológicos e difusão de tecnologias inéditas. Novas famílias de indicadores, tais como os indicadores compostos, de posicionamento e de rede, têm sido propostas, buscando incorporar uma nova lógica para medir e explicar os fenômenos investigados (RAMOS, 2008).

Em processos de monitoramento e avaliação, forçosamente, a busca pela seleção/construção de indicadores representa um ato de simplificação, constituindo, de fato, um trabalho de diminuição da complexidade e da diversificação. Isto não implica, necessariamente, em um "reducionismo", ainda mais levando-se em conta que apenas uma parte dos processos de monitoramento e avaliação pode ser ancorada em sistemas de indicadores. Mas é uma busca necessária, sob a ótica do compartilhamento, do controle social e da visibilidade mais ampla das ações, bem como para as decisões e os rumos tomados pelos gestores responsáveis (SILVEIRA *et al*, 2006).

De acordo com Rocha (2007), a preocupação com a mensuração da inovação tecnológica na América Latina é bem recente. Os primeiros países a realizarem pesquisas de inovação com cobertura nacional, nos moldes das *Community Innovation Survey* (CIS) conduzidas pela OCDE, foram: Uruguai, em 1986; Chile, em 1995, Colômbia em 1996; e Argentina, México e Venezuela, em 1997. Neste contexto, a iniciativa de criação da *Red Iberoamericana de Indicadores de Ciencia y Tecnologia* (RICYT), em 1995 – a partir do apoio da UNESCO e da *International*

Science Foundation, dos Estados Unidos da América – e a publicação, pela Rede, do *Manual de Bogotá*, em março de 2001, foram de grande importância para os procedimentos de sistematização de indicadores de inovação tecnológica empresarial na América Latina.

Ainda segundo essa autora, diante da crescente demanda por informações sobre inovação tecnológica nas organizações brasileiras, e considerando-se a pequena abrangência da base de dados da ANPEI, o IBGE realizou, no período 1998-2000, a primeira Pesquisa Industrial Inovação Tecnológica (PINTEC), com periodicidade trianual. Fonte única no Brasil de informações sistemáticas diretas sobre o processo de inovação tecnológica nas empresas industriais, com cobertura nacional, a PINTEC investiga um amplo leque de itens sobre inovação tecnológica. Seu principal objetivo é gerar dados e informações importantes para estudiosos, pesquisadores e formuladores da política industrial, científica e tecnológica no Brasil.

Uma tendência já estabelecida dentro da atividade de compilação de indicadores é a construção de indicadores regionais, abrangendo uma região de um país ou, ainda, uma região contendo vários países, como a Comunidade Econômica Européia (CEE). Estudos originalmente realizados na França, tendo como objeto a atuação da CEE junto aos países membros, produziram resultados muito interessantes sobre a estratégia dos cientistas e empresários para combinar as fontes locais de recursos para pesquisa com as fontes regionais (BRISOLLA, 1998).

Por fim, a análise dos indicadores de inovação tecnológica empresarial nas regiões do Brasil apresentou resultados bem interessantes. Primeiramente, o conjunto de indicadores analisados confirma a idéia de que a inovação tecnológica mostra-se um fenômeno cuja configuração envolve elementos outros que vão além da medição da capacidade econômica de produção das empresas. Os benefícios decorrentes de sinergias criadas através da atuação em setores produtores de produtos de maior valor agregado, que utilizam mais intensamente informação e conhecimento em seu processo produtivo, e a existência de apoio governamental, como financiamentos e fundos setoriais e subvenções econômicas, são fatores que também influenciam a configuração da inovação tecnológica empresarial através das distintas regiões do país (ROCHA, 2007).

Os índices que representam os vários aspectos da potencialidade para inovação, além de serem muitos, formam um conjunto de variáveis heterogêneas correlacionadas cuja interpretação pode ser bastante complexa. Essa complexidade

advém da quantidade e variedade dos fatores envolvidos e também da necessidade de se determinar a forma mais adequada de usá-los na identificação das regiões mais promissoras para a geração de inovação. Há que se considerar, também, a sinergia entre os agentes de inovação em cada região investigada, característica favorecida pela urbanização. Este fenômeno de sinergia acontece devido ao papel das cidades na produção e difusão de inovações para o conjunto da economia e da sociedade de uma região. As oportunidades de negócios tendem a ocorrer por ondas sucessivas após uma inovação inicial e é através de redes urbanas que essas ondas se propagam de modo mais efetivo (BITOUN *et alli*, 2005).

2.3 ESTATÍSTICA PARA A CONSTRUÇÃO DE INDICADORES DE INOVAÇÃO

Para a construção de indicadores, a investigação de modelos multivariados pode se valer de técnicas estatísticas de análise multivariada e de modelagem estatística. Diversas técnicas se aplicam, como: regressão múltipla, análise de aglomerados, análise conjunta, análise de componentes principais, análise fatorial, escalonamento multidimensional e modelagem por equações estruturadas (SELLITTO *et al*, 2004).

No caso específico do presente trabalho, os índices que representam os vários aspectos da potencialidade para inovação, além de serem muitos, formam um conjunto de variáveis heterogêneas correlacionadas cuja interpretação pode ser bastante complexa. Essa complexidade advém da quantidade e variedade dos fatores envolvidos e também da necessidade de se determinar a forma mais adequada de usá-los na identificação das regiões mais promissoras.

Problemas desse tipo adequam-se à aplicação de técnicas da estatística multivariada. Uma ferramenta estatística bastante adequada, neste caso, é a análise das componentes principais. Sua grande vantagem é permitir a sumarização de um grande vetor de dados correlacionados em um conjunto reduzido de variáveis não observáveis (fatores) ortogonais, porém captando o máximo de variância das variáveis que lhes deram origem (MALHOTRA, 2001).

Segundo Mingoti (2005), a técnica denominada de análise de componentes principais, popularmente conhecida pela sigla PCA, foi introduzida por Karl Pearson em 1901, estando fundamentada pelo artigo de Hotelling de 1933. Seu principal

objetivo é explicar a estrutura de variância e covariância de um vetor aleatório, composto de p -variáveis aleatórias, através da construção de combinações lineares das variáveis originais. Estas combinações lineares são chamadas de componentes principais e não são correlacionadas entre si.

Ainda segundo essa autora, as componentes principais obtidas a partir da matriz de covariâncias são influenciadas pelas variáveis de maior variância, portanto mostrando-se de pouca utilidade nos casos em que existe uma discrepância muito acentuada entre essas variâncias. Essa discrepância é, muitas vezes, causada pela diferença das unidades de medidas das variáveis, podendo ser amenizada se uma transformação for efetuada nos dados originais, de modo a equilibrar os valores de variância ou a colocar os dados na mesma escala de medida. Uma das transformações mais comuns equivale a obterem-se as componentes principais através da matriz de correlação das variáveis originais.

Uma das grandes vantagens do uso dessa ferramenta na construção de indicadores é esclarecida por Krzysik (2001, tradução própria): a PCA não é afetada quando ocorrem multicolinearidade ou singularidade nas matrizes obtidas a partir das variáveis originais, pois esse método não requer a inversão de matrizes.

Brisolla (1998) exemplifica uma aplicação de metodologias de estatística multivariada, realizada no Japão, onde especialistas japoneses em política científica trataram da construção de um pequeno conjunto de Indicadores Gerais de Ciência e Tecnologia, constituindo indicações para orientação da política científica global dos países. Eles trabalharam com um pequeno grupo dos países centrais: Japão, Estados Unidos, Alemanha, França e Inglaterra. Primeiramente, foram escolhidas as variáveis objeto de análise. Procedeu-se, então, à análise fatorial para seleção dos indicadores que representativos dos países com base na correlação existente entre as variáveis pré-selecionadas. No passo seguinte, utilizou-se a análise de componentes principais para construir novas variáveis integradas, e a atividade de C&T de cada país foi expressa pelo indicador integrado assim obtido. O resultado da análise estatística mostra a posição dos países de acordo com os dois fatores analisados: o primeiro diferencia ciência x tecnologia, ou pesquisa básica x aplicada, enquanto o segundo diferencia fatores de insumo ou de produto.

Segundo Ramos (2008), já em 1992 os países da OCDE estabeleceram um acordo para o desenvolvimento de estatísticas próprias para medir a inovação, com o objetivo de prover dados relevantes sobre todo o espectro das atividades

inovativas conduzidas por empresas, incluindo P&D e outras formas segundo as quais elas podem inovar. O primeiro passo constituiu na publicação do Manual de Oslo, que continha diretrizes para a coleta de dados via *surveys* de inovação, como a *Community Innovation Survey (CIS)* no âmbito da União Européia, e sua interpretação.

Entretanto, ainda de acordo com essa autora, a produção sistemática mundial de indicadores de inovação encontra-se em estágio embrionário, dado o recente desenvolvimento do arcabouço conceitual e metodológico que fornecem seu embasamento além das poucas experiências, ainda em evolução, de compilação de dados a partir de *surveys*. Para a maioria dos países periféricos esses indicadores ainda constituem novidade.

2.4 MÉTODO PARA CONSTRUÇÃO DE INDICADORES DO POTENCIAL DE INOVAÇÃO

2.4.1 Ferramenta de Estatística Multivariada – PCA

O emprego da técnica de análise das componentes principais permite a extração de significados ocultos em uma grande massa de dados que, originalmente, estariam por demais emaranhados para serem facilmente percebidos. É necessária uma manipulação dessa massa de dados para que, através de uma transformação, sejam evidenciadas novas perspectivas que tornam visíveis os significados que podem, a partir de então, ser devidamente interpretados.

Através da PCA um conjunto de variáveis observáveis pode ser transformado em um conjunto de fatores (não observáveis e não correlacionados), que conservam o máximo de informação fornecida pelas variáveis originais. Como já visto neste trabalho, a PCA é indicada quando ocorre multicolinearidade ou singularidade nas matrizes obtidas a partir das variáveis originais, pois esse método não é afetado por essas ocorrências.

A análise efetuada utilizando-se esse método parte ou da matriz de covariâncias entre as variáveis escolhidas, ou da matriz de correlação, sendo esta última a mais adequada quando as variáveis são medidas em escalas e unidades muito diferentes entre si. São adotados como fatores comuns as “*m*” primeiras

componentes principais. A determinação desses fatores pode obedecer a diferentes critérios, tendo sido adotado neste trabalho a determinação com base na variância, de tal forma que a porcentagem acumulada da variância extraída pelos fatores atinja um nível satisfatório (MALHOTRA, 2001).

De acordo com Mingoti (2005), Malhotra (2001) e do depreendido durante o mestrado no PPGEF/UFPB, tem-se o seguinte:

A PCA é desenvolvida através de três etapas distintas: determinação ou da matriz de covariâncias, ou da matriz de correlação entre todas as variáveis originais; extração das componentes principais a partir dessa matriz; determinação da matriz dos escores fatoriais. Diferentemente da análise fatorial, a análise das componentes principais não depende da obtenção de uma matriz inversa (razão pela qual é insensível à multicolinearidade e singularidade).

As componentes principais obtidas a partir da matriz de covariâncias são influenciadas pelas variáveis de maior variância. Assim, nos casos em que há grande disparidade entre essas variâncias a utilização dessa matriz se mostra de pouca utilidade. A disparidade é decorrente, muitas vezes, da diferença entre as unidades de medida das variáveis. Isto pode ser amenizado efetuando-se uma transformação nos dados originais, de modo a equilibrar os valores de variância ou a colocar os dados na mesma escala de medida. Uma das transformações mais comuns é a que faz com que cada variável seja padronizada pela respectiva média e desvio padrão, gerando-se novas variáveis centradas em “0” e com variâncias iguais a “1”. O método da PCA é aplicado, então, à matriz de covariâncias das variáveis padronizadas. Isto é o mesmo que aplicar esse método à matriz de correlação das variáveis originais.

Na segunda etapa (extração das componentes principais) não há critérios fixos quanto ao número adequado de fatores que devem representar determinado conjunto de variáveis, podendo essa definição ser feita, *a priori*, pelo próprio pesquisador. Um critério de seleção muito usado consiste em extrair somente os fatores (componentes principais) que apresentarem raízes características (autovalores) superiores à unidade, sendo a raiz característica de um fator o resultado da soma do quadrado das cargas fatoriais desse fator.

A extração das componentes é feita de acordo com a variância da combinação linear das unidades de medida das variáveis observadas. O primeiro fator extraído é a combinação linear com maior variância existente na amostra, o

segundo é a combinação linear com a maior variância restante, e assim sucessivamente. Nessa etapa, definem-se ainda as cargas fatoriais de cada variável, a comunalidade, a raiz característica associada a cada fator, bem como a parte da variância total explicada pelo fator.

A correlação das variáveis genéricas X_i e os fatores ($F_1, F_2, \dots, F_n$) é expressa formalmente por:

$$X_i = A_{i1}F_1 + A_{i2}F_2 + \dots + A_{in}F_n + \varepsilon$$

Cada variável observada ($X_1, X_2, \dots, X_n$) é expressa como combinação linear dos fatores mais um termo residual “ ε ”, que representa a parte não explicada pelos fatores. Estes, por sua vez, são combinados por meio das cargas fatoriais, também chamadas coeficientes de saturação e representadas pelas constantes “A”. Já a comunalidade é definida pelo somatório do quadrado das cargas fatoriais de todos os fatores selecionados, podendo assumir valores entre “+1” e “-1”, e indica o quanto a variância total de cada variável é explicada pelo conjunto dos fatores. A raiz característica, quando dividida pelo total das variáveis, demonstra a proporção da variância total que é explicada por um determinado fator.

A estrutura inicial das estimativas das cargas fatoriais (autovetores) não é definitiva, podendo ser rotacionada para gerar uma interpretação final dos resultados. Nesse caso, deve ser introduzida uma etapa intermediária: a transformação ortogonal, ou rotação, da matriz das cargas fatoriais. Para confirmar ou rejeitar a solução obtida, procede-se à rotação da estrutura inicial. A solução é ótima se as correlações entre as componentes resultantes forem iguais a “0”. Embora a contribuição individual dos fatores na explicação da variância das variáveis (a raiz característica) seja alterada, a proporção da variância total explicada pelo conjunto dos fatores não é afetada. Dentre os vários procedimentos possíveis para a realização da rotação, o método *varimax* é o mais popular. Esse método constitui na busca da rotação que maximiza a variância para o quadrado das cargas de cada coluna da matriz.

Finalmente, para a determinação da matriz dos escores fatoriais multiplica-se a matriz de coeficientes fatoriais com a transposta da matriz das variáveis padronizadas. Por sua vez, a matriz dos coeficientes fatoriais é obtida com a multiplicação da transposta da matriz de cargas fatoriais pela inversa da matriz de correlações das variáveis originais.

Isto posto, vale ressaltar que, a fim de ser sintetizado o indicador proposto neste trabalho, somente será necessária a obtenção, através da PCA, dos autovalores e dos autovetores. Esses elementos são aplicados no método de construção de um índice, delineado por Crocco (CROCCO *et alli*, 2003). Outro ponto de interesse é que todo o procedimento para a aplicação da análise das componentes principais encontra-se, hoje, grandemente automatizado em programas estatísticos de computador (ex.: STATISTICA, SPSS, dentre outros).

2.4.2 Método Conjugado à PCA para Síntese de um Indicador

Como já foi afirmado, o presente estudo trata de um método de trabalho informatizado (*workflow*) que permite a construção automatizada de um indicador voltado para a seleção de regiões do território brasileiro onde ocorrem as condições mais favoráveis ao retorno do investimento em inovação tecnológica.

Esse indicador é sintetizado a partir de um vetor de índices que caracteriza a potencialidade de retorno do investimento em inovação para cada região considerada. Um grande desafio reside na formação de um bom indicador que consiga relativizar o potencial de retorno, mesmo face às diferenças intrínsecas dessas regiões. Como resposta a esse desafio, foi realizado um tratamento das variáveis originais que compõem o vetor de índices de cada região.

Os índices tradicionalmente usados para a construção de indicadores podem não determinar a real potencialidade para a inovação de uma região e carecem muitas vezes de um significado relativo ao retorno social do investimento, por considerarem apenas os recursos oferecidos em detrimento das necessidades da referida região. Ao considerar o binômio recursos/necessidades, os índices serão ainda mais úteis quanto mais refletirem a capacidade latente da região para facilitar a formação de redes para a inovação. Considera-se, ainda, que existe uma forte relação entre a concentração espacial dos índices de diversos tipos em áreas urbanas e a potencialidade para inovação da região que as contém (BITOUN *et alli*, 2005).

O indicador final deve, portanto, compreender tanto uma parte que trate dos recursos que favorecem à inovação, como uma que evidencie as necessidades da região. Para atender ao primeiro requisito, alguns dos índices foram representados

na forma de densidade para enfatizar a importância da conectividade. Essa densidade é obtida dividindo-se a medida do índice tradicional pela área efetivamente urbanizada da região em consideração. Com isso, pretende-se polarizar a medida de acordo com a capacidade particular da região em propiciar uma sinergia entre os agentes de inovação, característica favorecida pela urbanização.

Com relação ao segundo requisito, o IDHM foi eleito como representante único para a determinação das necessidades de uma região a serem consideradas na construção do indicador, sendo usado o seu complemento ($1 - IDHM$) na composição final, servindo como ponderador a ser aplicado no índice de potencialidade intermediário, obtido pelos passos descritos a seguir.

Para a construção do indicador proposto o procedimento adotado neste trabalho consiste na realização de uma PCA sobre as variáveis originais, que contém informações sobre o perfil inovador de cada região, com a posterior aplicação do método delineado por Crocco (CROCCO *et alli*, 2003).

Na prática, esse método consiste nos seguintes passos:

- a) Efetua-se a soma dos valores absolutos de cada elemento dos autovetores conseguidos via PCA, obtendo-se um valor “c” que indica o total da participação das variáveis em cada um dos autovetores;
- b) Cada elemento dos autovetores é, então, recalculado dividindo-se o seu valor pelo valor “c” do respectivo autovetor, com o resultado indicando a participação relativa de cada variável nos autovetores;
- c) Os autovalores associados provêm a variância das variáveis relacionadas com os autovetores. O peso final (θ) de cada variável é o resultado da soma dos produtos dos pesos relativos pelos autovalores correspondentes;
- d) Como a soma dos pesos “ θ ” é igual a “1”, pode ser feita uma combinação linear das variáveis originais, devidamente ponderadas, na qual os coeficientes são os pesos calculados pelo método proposto.

O resultado é um índice intermediário, sintetizado a partir das variáveis originais, que pode ser empregado na composição de um indicador aplicável em uma análise comparativa que, no caso deste estudo, serve para montar um ranking dos potenciais de inovação regionais.

3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Este capítulo apresenta os procedimentos metodológicos utilizados para a realização do estudo em epígrafe, abordando a classificação, população, técnicas de amostragem, técnicas e instrumentos para coleta de dados, forma de análise dos dados e o modelo de método de trabalho informatizado (*workflow*) que procurou identificar o potencial de inovação regional, objeto de estudo.

3.1 CLASSIFICAÇÃO

Este estudo trata de uma pesquisa do tipo não-experimental, pois não interfere na realidade, nem manipula variáveis de acordo com condições anteriormente definidas, estabelecendo relações de causa e efeito.

Quanto aos objetivos ou formas de estudo do objeto empregou-se a pesquisa do tipo exploratória e descritiva.

Exploratória em função de procurar conhecer as características do processo de síntese de indicadores, além de procurar uma visão mais ampliada e familiarizada dos fatos e dos fenômenos, principalmente dos processos de trabalho de planejadores de políticas de incentivo à inovação.

O caráter exploratório permitiu a descoberta de informações mais precisas e esclarecimentos, bem como conhecimentos mais aprofundados sobre o problema específico da construção de indicadores. Além disso, foram explorados estudos recentes sobre o assunto.

Configurou-se como descritiva por apresentar as características dos fenômenos objeto de estudo: os processos de construção preconizados no Manual de Oslo e de Bogotá, os processos estatísticos de análise estatística multivariada, e as práticas de planejadores em situações de necessidade de tomar uma decisão sobre investimento em inovação em uma região. Foram buscados dados brutos sobre os atores típicos envolvidos nesta situação e sobre os recursos informacionais que caracterizam tal situação. A partir daí foram efetivados registros, analisando-os, classificando-os e interpretando-os sob a luz de uma organização de processos de trabalho que caracteriza a pesquisa.

A pesquisa, quanto ao seu objeto ou ambiente, refere-se à pesquisa bibliográfica, desenvolvida diretamente a partir de fontes de referência das diretrizes internacionais de políticas públicas para inovação e fontes de referência sobre o desdobramento de tais políticas e cenários específicos de desenvolvimento regional.

3.2 POPULAÇÃO E TÉCNICAS DE AMOSTRAGEM

O ambiente deste estudo considera as grandes regiões político-administrativas em que o Brasil é dividido (Norte, Nordeste, Sudeste, Sul e Centro-Oeste) para a aplicação do *workflow* que determina o indicador proposto.

Os índices que representam os vários aspectos da potencialidade para inovação, além de serem muitos, formam um conjunto de variáveis heterogêneas correlacionadas cuja interpretação pode ser bastante complexa. Essa complexidade advém da quantidade e variedade dos fatores envolvidos e também da necessidade de se determinar a forma mais adequada de usá-los na identificação das regiões mais promissoras para a geração de inovação.

Partindo da hipótese de que há uma forte relação entre a concentração espacial de indicadores sócio-econômicos, culturais e de conectividade dos agentes em áreas urbanas, com a capacidade para inovação da região de onde se medem esses indicadores, alguns dos índices foram representados na forma de densidade para enfatizar a importância da conectividade. Essa densidade é obtida dividindo-se a medida do índice tradicional pela área efetivamente urbanizada da região em consideração. Espera-se, com isso, polarizar a medida de acordo com a capacidade particular da região em propiciar uma sinergia entre os agentes de inovação, característica favorecida pela urbanização. Este fenômeno de sinergia acontece devido ao papel das cidades na produção e difusão de inovações para o conjunto da economia e da sociedade de uma região. As oportunidades de negócios tendem a ocorrer por ondas sucessivas após uma inovação inicial e é através de redes urbanas que essas ondas se propagam de modo mais efetivo (BITOUN *et alli*, 2005).

De acordo com esses princípios, a escolha dos índices para o presente trabalho foi feita com base nas orientações do Manual de Oslo e do Manual de Bogotá. As medidas puderam ser extraídas nas fontes oficiais de estatísticas brasileiras (IBGE, MCT, MEC, SEBRAE, Governos de Estados, Prefeituras, CNPq,

CAPES etc.). Dados obtidos em pesquisas realizadas pela EMBRAPA Monitoramento por Satélite (MIRANDA *et alli*, 2006) servem para calcular as densidades relativas às áreas urbanas, quando esta interpretação se fizer importante para o índice em questão.

3.3 ETAPAS DA PESQUISA

1. Realização de Pesquisa Exploratória para identificar os desafios a serem enfrentados pelos planejadores e os parâmetros de qualidade desejada de uma solução de fluxo de trabalho informatizado para a construção do indicador sobre potencialidade proposto neste trabalho;
2. Modelagem do fluxo de trabalho atual dos planejadores, que usam as abordagens atuais e dissociadas, incluindo os problemas dos processos de construção do indicador e serviços e recursos de informação e de TIC's que afetam seu trabalho;
3. Modelagem de um novo fluxo de trabalho otimizado, informatizado e realista (um fluxo de trabalho gerenciável) desses processos escolhidos/definidos, para implementar uma melhoria do processo de construção do indicador com o uso das TIC's;
4. Especificar recursos de TIC's (*hardware*, *software* e pessoas) necessários para a otimização do processo e justificar seus impactos no processo de construção do indicador;
5. Implementar o *workflow* proposto usando uma tecnologia acessível, disponível e adaptada para o grau de complexidade da solução proposta;
6. Aplicar o modelo de *workflow* proposto em uma instanciação para um cenário informacional proporcionado pela pesquisa PINTEC do IBGE.

3.4 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS PARA COLETA DE DADOS

A definição das técnicas de coleta de dados considerou os objetivos e o problema que se pretendeu responder, a população e a amostra investigada.

Para o estudo dos princípios dos processos de construção de indicadores os dados foram extraídos das referências sobre o Manual de Oslo e o Manual de Bogotá. Para o estudo de caso de instanciamento do *workflow* os dados foram obtidos via exploração das fontes oficiais de estatísticas brasileiras: IBGE, MCT, MEC, SEBRAE, Governos de Estados, Prefeituras, CNPq, CAPES, etc. Também foram obtidos dados de pesquisas realizadas pela EMBRAPA Monitoramento por Satélite (MIRANDA *et alli*, 2006).

3.5 FORMA DE ANÁLISE DOS DADOS

Foi utilizada uma abordagem mista para a análise dos dados, tendo sido empregado o método qualitativo para a avaliação das necessidades e das atividades envolvidas nos processos de trabalho de construção de indicadores e empregado o método quantitativo para o tratamento dos dados considerados na aplicação do *workflow* e respectiva ferramenta no estudo de caso da pesquisa PINTEC do IBGE.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Este capítulo apresenta os resultados obtidos com a pesquisa realizada, bem como as discussões sobre a mesma. São apresentados: a) as necessidades (ou parâmetros de qualidade) de uma gestão do conhecimento sobre atividades inovativas (atualidade, continuidade, credibilidade, grau de acesso, etc.), a fim de se obter uma lista de variáveis que permitam medir a qualidade de um método informatizado de construção de indicadores de ROI em inovação; b) a elaboração e implementação de um modelo de fluxo de trabalho automatizado (*workflow*) que permite a construção automática de um indicador de ROI em inovação para uma região; e c) a aplicação do modelo de *workflow* proposto em um cenário de atores e informações disponíveis para regiões específicas do território brasileiro, estudadas pelo IBGE na PINTEC, visando à demonstração da funcionalidade do método de trabalho.

4.1 ANÁLISE DO ROI EM INOVAÇÃO

4.1.1 Parâmetros de Qualidade ou Necessidades do Planejador

Para a identificação das necessidades, ou parâmetros de qualidade, de uma gestão do conhecimento sobre atividades inovativas, foi realizada uma pesquisa exploratória cujo resultado traduziu-se em uma lista de variáveis que permitem medir a qualidade de um método informatizado de construção de indicadores para a determinação do ROI em inovação.

A partir da bibliografia examinada (com especial ênfase no Manual de Oslo e no Manual de Bogotá), a seguinte lista de variáveis foi obtida:

1. O *espaço amostral* bem definido, de modo a apresentar alta relevância e baixo custo de investigação;
2. O *grau de atualidade* das informações obtidas para a investigação/avaliação;
3. O *grau de continuidade* no acesso das informações obtidas para a investigação/avaliação;

4. O *grau de credibilidade* das informações obtidas para a investigação/avaliação;
5. O *grau de facilidade* de acesso das informações obtidas para a investigação/avaliação;
6. *Índices e indicadores quantitativos*, mais do que qualitativos;
7. A *atitude inovadora* observada por parte dos atores, envolvidos na avaliação do perfil da organização/setor/indústria/região;
8. A *identificação clara dos atores* avaliados;
9. O *desempenho econômico* desses atores;
10. As *atividades inovativas* por eles desenvolvidas;
11. Os *resultados anteriores sobre inovação*;
12. Os *objetivos para a geração de inovação*;
13. As *fontes de informação de inovação*;
14. As *fontes para financiamento de inovação*;
15. A *relação dos atores com o sistema nacional de inovação*;
16. Os *fatores do macroambiente* que afetam a inovação no ambiente investigado;
17. O *impacto de políticas públicas para CT&I* existentes, capazes de afetar o ambiente investigado.

É importante ressaltar, entretanto, que essa é uma lista ideal, mais facilmente trabalhada em países centrais do que em países periféricos, onde nem sempre se dispõe de todas as informações necessárias para compor todas as variáveis.

4.1.2 O Fluxo de Trabalho Atual para a Definição de Indicadores

Como já afirmado neste trabalho, há uma falta de dados empíricos e estudos que descrevam as atividades inovativas conduzidas pelas empresas nos países periféricos. Também não existem estimativas razoáveis dos resultados por elas obtidos. Especialmente na América Latina, as particularidades e escopo dos processos de mudança tecnológica são ainda largamente ignorados (OECD, EUROSTAT, 2005).

Este quadro dificulta, sobremaneira, o trabalho de planejadores e gestores, envolvidos no desenvolvimento sócio-econômico em países da região, tanto ao

exigir que trabalhem com dados e informações incompletos como por aumentar a complexidade e o custo da obtenção das informações que necessitam para o apoio à tomada de decisão.

Os índices assim obtidos para a elaboração de indicadores podem não determinar a real potencialidade para a inovação de uma região e carecem muitas vezes de um significado relativo ao retorno social do investimento, por considerarem apenas os recursos oferecidos em detrimento das necessidades da referida região. Além disso, com frequência as abordagens empregadas são dissociadas e sofrem com a complexidade do problema, influenciando negativamente no processo de obtenção dos indicadores referidos, bem como privilegiando a avaliação de resultados já alcançados, ao invés de focar no processo que geram esses resultados.

Dessa forma, uma caracterização ampla do fluxo de trabalho tipicamente empregado nos processos atuais para determinação do ROI em inovação é apresentada a seguir:

- Identificação das condições anteriores ao projeto/programa, principalmente através da análise de dados administrativos (ex.: dados contábeis, número de atores envolvidos, tipos de atividades exercidas pelos atores envolvidos, etc.), sendo possível o emprego de estudos econométricos – caso existam estatísticas disponíveis para tanto, ou o custo de obtenção dessas estatísticas não seja elevado;
- Aplicação de abordagem de custo-benefício, com o levantamento de todos os custos gerados pelo projeto/programa e comparação com os benefícios gerados, buscando-se obter uma estimativa dos custos, perdas e probabilidades associadas ao projeto/programa;
- Avaliação do risco associado ao projeto/programa, através de estudos de caso ou estudos especiais, de modo a alcançar uma determinação do ROI que sirva como base para a tomada de decisão do planejador/gestor.

Há que se considerar as limitações inerentes a esse fluxo de trabalho, que incluem:

- O escopo limitado das próprias informações levantadas na etapa de identificação, ou mesmo a insuficiência delas;

- A conseqüente falha de esclarecimento da complexidade do processo de inovação investigado, na etapa de aplicação da abordagem custo-benefício;
- A freqüente incapacidade de captação dos verdadeiros impactos do projeto/programa na economia, na etapa de avaliação.

4.2 O WORKFLOW PROPOSTO

4.2.1 O Modelo de Workflow

Aqui é apresentada a modelagem de um novo fluxo de trabalho, otimizado, informatizado e realista (um fluxo de trabalho gerenciável) para implementar uma melhoria do processo de construção e obtenção de um indicador do ROI em inovação.

Ressalte-se que o *workflow* necessário para englobar todo o processo de construção de indicadores é mais complexo do que o subconjunto aqui apresentado, incluindo atividades de trabalho colaborativo e à distancia para integrar competências interdisciplinares e multi-institucionais.

O modelo objeto desta dissertação é parte do *workflow* maior e corresponde apenas ao cálculo automático do indicador a partir de informações que correspondem à de outras atividades envolvidas na construção colaborativa de indicadores.

A caracterização desse modelo de *workflow* é apresentada a seguir:

- Coleta de dados em bases de informação existentes – fontes privilegiadas: IBGE, MCT, CNPq, Governos Estadual e Municipais, EMBRAPA Monitoramento por Satélite – para tabulação e determinação dos valores de 25 variáveis que remetem à caracterização do perfil de cada região. Assim, a cada região será atribuído um vetor de 25 índices relacionados à presença de recursos favoráveis à geração de inovação. OBS.: o uso da Internet no processo de coleta garante o acesso aos dados oficiais mais atualizados; a tabulação das variáveis e o cálculo de seus valores são automatizados através de planilhas eletrônicas pré-preparadas para este fim;

- A partir dos índices de recursos favoráveis, pode ser construída uma matriz com 25 colunas (cada coluna representando um índice) e tantas linhas quantas forem as regiões a serem comparadas. Assim, cada linha da matriz corresponderá ao vetor de índices de uma região;
- A matriz dos índices é processada via programa estatístico de computador (ex.: STATISTICA, SPSS, dentre outros), a fim de ser realizada uma análise das componentes principais sobre as variáveis e seus valores. Através da análise das componentes principais, esse conjunto de variáveis observáveis pode ser transformado em um conjunto de fatores (não observáveis e não correlacionados), que conservam o máximo de informação fornecida pelas variáveis originais;
- Somente será necessário serem obtidos, através da análise das componentes principais, os autovalores e os autovetores da matriz de correlação (fornecidos pelo programa estatístico). Esses elementos serão empregados no método de construção de um indicador sintético da potencialidade de retorno do investimento em inovação. OBS.: os cálculos necessários estão automatizados em mais planilhas eletrônicas pré-preparadas;
- O cálculo do indicador se processa em dois estágios: primeiro, é obtido um indicador intermediário que viabiliza a identificação das regiões mais favoráveis para o investimento em inovação tecnológica (IRR); segundo, é aplicado um ponderador ao indicador intermediário para se obter o indicador final (IPRIT), o que busca evidenciar não só qual região oferece maior potencial de geração, mas também, qual seria a mais beneficiada com o desenvolvimento local e a elevação da qualidade de vida;
- Para a obtenção do ponderador, é utilizado um índice para a determinação das necessidades para a melhoria da qualidade de vida de cada região. Nesta metodologia foi adotado o complemento do IDHM: $(1 - IDHM)$. Assim, o cálculo do IPRIT é determinado por:
$$IPRIT = IRR * (1 - IDHM) , \text{ para cada região};$$
- O resultado final consiste em um ranking, onde a região com o IPRIT de maior valor é a melhor colocada, enquanto a com menor IPRIT é a pior colocada.

OBS.: vale salientar que um ranking paralelo, dado pelo IRR, pode ser analisado com vistas ao desempate técnico no caso de regiões com os mesmos valores de IPRIT e de $(1 - IDHM)$. Outra possibilidade é a análise do IRR para avaliar, comparativamente e/ou em momentos diferentes, a “saúde” da infra-estrutura de apoio à geração de inovação instalada nas regiões.

Um parêntese deve ser feito para esclarecimentos sobre o IDH-M. O IDH foi concebido para o PNUD (Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento) a fim de ser aplicado no nível de países e de grandes regiões. Sua aplicação no nível municipal, estadual ou regional tornou necessárias algumas adaptações metodológicas e conceituais, que foram desenvolvidas por um grupo de pesquisadores da Fundação João Pinheiro e do IPEA (Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada), com o apoio da FAPEMIG (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais). O resultado foi um novo índice chamado de IDH Municipal (IDHM), que pode ser aplicado para a avaliação das condições de núcleos sociais menores (IPEA, FJP, PNUD, 2003).

Como diversas variáveis sócio-econômicas entram na sua composição, além de considerações de simplificação dos cálculos envolvidos, o IDHM foi o escolhido para o cálculo do ponderador, pois pode ser aplicado para a avaliação das condições de núcleos sociais menores (sem ser limitado a municípios) do que o IDH.

Na abordagem inicial para a determinação das variáveis que entrariam no processo de construção do IPRIT, as variáveis pretendidas (determinadas através das diretrizes contidas no Manual de Oslo e no Manual de Bogotá) para este estudo eram, inicialmente, em número de 34. Essas variáveis iniciais são listadas a seguir:

- *X1 - Taxa de conteúdo tecnológico das exportações;*
- *X2 - Taxa de absorção de inovações do sistema de inovação;*
- *X3 - Taxa de egressos do sistema de educação empregados;*
- *X4 - Taxa de empresas potencialmente inovadoras com relação a todas as empresas;*
- *X5 - Taxa de empresas potencialmente inovadoras com relação às empresas inovativas;*
- *X6 - Taxa de incorporação e uso das TICs pelas empresas;*
- *X7 - Tamanho médio das empresas formalizadas;*

- X8 - *Tamanho médio das empresas não formalizadas;*
- X9 - *Faturamento médio das empresas formalizadas;*
- X10 - *Faturamento médio das empresas não formalizadas;*
- X11 - *Densidade de empresas formalizadas;*
- X12 - *Densidade de empresas não formalizadas;*
- X13 - *Densidade de profissionais com mestrado;*
- X14 - *Densidade de profissionais com doutorado;*
- X15 - *Densidade de profissionais com graduação;*
- X16 - *Densidade de profissionais com formação técnica;*
- X17 - *Densidade de consumo total de energia em MW/h;*
- X18 - *Densidade de consumo industrial de energia em MW/h;*
- X19 - *Taxa de empresas que receberam apoio do governo;*
- X20 - *Taxa de empresas apoiadas pelo governo para desenvolver atividades inovativas;*
- X21 - *Taxa de participação dos produtos tecnologicamente novos ou substancialmente aprimorados no total das vendas internas;*
- X22 - *Taxa das empresas das indústrias extrativas que implementaram inovações;*
- X23 - *Taxa das empresas da indústria de transformação que implementaram inovações;*
- X24 - *Grau de novidade do principal produto e/ou do principal processo nas empresas das indústrias extrativas que implementaram inovações;*
- X25 - *Grau de novidade do principal produto e/ou do principal processo nas empresas da indústria de transformação que implementaram inovações;*
- X26 - *Taxa de patentes das empresas das indústrias extrativas que implementaram inovações;*
- X27 - *Taxa de patentes das empresas da indústria de transformação que implementaram inovações;*
- X28 - *Taxa dos dispêndios das empresas relacionados às atividades inovativas;*
- X29 - *Taxa dos dispêndios realizados nas atividades internas de P&D nas empresas que implementaram inovação;*

- *X30 - Taxa de pessoas ocupadas, em equivalente tempo integral, nas atividades internas de pesquisa e desenvolvimento das empresas que implementaram inovações;*
- *X31 - Taxa de empresas que implementaram inovações a partir de fontes de informação situadas no país;*
- *X32 - Taxa de empresas que implementaram inovações, a partir de fontes de informação situadas no exterior;*
- *X33 - Taxa de empresas que implementaram inovações, com relações de cooperação com outras organizações no país;*
- *X34 - Taxa de empresas que implementaram inovações, com relações de cooperação com outras organizações no exterior.*

Todavia, após intenso trabalho de levantamento dos dados disponíveis nas fontes oficiais disponíveis no Brasil, só foi possível a obtenção de dados confiáveis para 25 dessas variáveis, sendo as outras 9 descartadas do cálculo. A lista das 25 variáveis efetivamente utilizadas na construção do indicador proposto é apresentada a seguir:

- X1 - Densidade de doutores formados;
- X2 - Densidade de mestres formados;
- X3 - Densidade de graduados formados;
- X4 - Densidade de profissionais com formação técnica;
- X5 - Densidade de pesquisadores doutores residentes;
- X6 - Densidade de pesquisadores mestres residentes;
- X7 - Densidade de pesquisadores outros (não mestres/doutores) residentes;
- X8 - Densidade de instituições de Ensino Superior e Pesquisa;
- X9 - Densidade de consumo total de energia em MW/h;
- X10 - Densidade de consumo industrial de energia em MW/h;
- X11 - Densidade de empresas formalizadas;
- X12 - Densidade de empresas não formalizadas;
- X13 - Taxa de egressos do sistema de educação empregados por região;
- X14 - Tamanho médio das empresas formalizadas;
- X15 - Tamanho médio das empresas não formalizadas;

- X16 - Taxa de empresas potencialmente inovadoras com relação a todas as empresas;
- X17 - Taxa de empresas potencialmente inovadoras com relação às empresas inovativas;
- X18 - Taxa de empresas apoiadas pelo governo para desenvolver atividades inovativas;
- X19 - Taxa de participação dos produtos tecnologicamente novos ou substancialmente aprimorados no total das vendas internas;
- X20 - Taxa de participação dos produtos intensivos em tecnologia no total das vendas externas;
- X21 - Taxa de patentes depositadas por região;
- X22 - Taxa dos dispêndios das empresas relacionados às atividades inovativas;
- X23 - Taxa dos dispêndios realizados nas atividades internas de P&D nas empresas que implementaram inovação;
- X24 - Taxa de empresas que implementaram inovações a partir de fontes de informação próprias, situadas no país;
- X25 - Taxa de empresas que implementaram inovações a partir de fontes de informação próprias, situadas no exterior.

Essas 25 variáveis compõem os índices de recursos favoráveis à geração de inovação intrínsecos a uma dada região do território brasileiro. A partir dos índices de recursos favoráveis, pode ser construída uma matriz com 25 colunas (cada coluna representando um índice) e tantas linhas quantas forem as regiões a serem comparadas. Assim, cada linha da matriz corresponderá ao vetor de índices de uma região. Neste trabalho, as regiões consideradas são as grandes regiões político-administrativas em que o Brasil é dividido (Norte, Nordeste, Sudeste, Sul e Centro-Oeste).

Através da análise das componentes principais, esse conjunto de variáveis observáveis pode ser transformado em um conjunto de fatores (não observáveis e não correlacionados), que conservam o máximo de informação fornecida pelas variáveis originais. A análise efetuada utilizando-se esse método parte ou da matriz de covariâncias entre as variáveis escolhidas, ou da matriz de correlação, sendo esta última a mais adequada quando as variáveis são medidas em escalas e

unidades muito diferentes entre si. São adotados como fatores comuns as “*m*” primeiras componentes principais. A determinação desses fatores pode obedecer a diferentes critérios, tendo sido adotado neste trabalho a determinação com base na variância, de tal forma que a porcentagem acumulada da variância extraída pelos fatores atinja um nível satisfatório, que neste estudo é considerado como 90%.

São então obtidos, através da análise das componentes principais, os autovalores e os autovetores da matriz de correlação. Esses elementos serão empregados no método delineado por Crocco (CROCCO *et alli*, 2003) para a construção de um índice. Após a aplicação desse método, é obtido o indicador intermediário IRR para as regiões investigadas. A partir da aplicação do ponderador adotado ($1 - IDHM$) ao IRR, é obtido o indicador final IPRIT.

4.2.2 A Implementação da Ferramenta de Workflow

Os recursos de TIC's (compreendendo *hardware*, *software* e pessoas) necessários para a otimização do processo de determinação do ROI em inovação envolvem:

- Técnicos para a coleta e extração dos dados estatísticos necessários à tabulação das 25 variáveis que fazem parte da construção do indicador;
- Planilhas eletrônicas já preparadas com as fórmulas de cálculo embutidas, para o processamento dos dados tabulados;
- Programa estatístico de computador, para a realização da análise de componentes principais sobre as 25 variáveis originais;
- Pesquisador/planejador/gestor, que aplica a ferramenta para o suporte à tomada de decisão.

Vale ressaltar que as ferramentas de *workflow* convencionais disponíveis em *software* livre e no mercado são extremamente complexas e prevêm processos diferentes dos processos envolvidos na construção do indicador proposto. Não compensaria, para os fins desta pesquisa, explorá-las, tendo sido mais interessante e viável criar uma ferramenta mais simples utilizando uma combinação de *software* para manipulação de planilhas eletrônicas (ex.: Excel, Calc, entre outros) e de estatística, para aplicação do método PCA (neste estudo foi utilizado o *software* STATISTICA).

É importante lembrar que o *workflow* completo, envolvendo todos os atores necessários para a construção do indicador, envolve processos de construção colaborativa que envolvem outros componentes tecnológicos de apoio e que podem ser objeto de estudos futuros e continuação do trabalho.

4.3 A APLICAÇÃO DO MODELO DE WORKFLOW EM UM ESTUDO DE CASO

Aqui é aplicado o modelo de *workflow* proposto, em uma instanciação para um cenário informacional proporcionado, em sua maior parte, pela pesquisa PINTEC do IBGE. Essa instanciação pretende fornecer uma análise da funcionalidade do *workflow* (sua capacidade de calcular automaticamente o indicador e de considerar variáveis e ponderações tais como os impactos sociais da inovação) e não na análise crítica dos valores obtidos.

A análise das componentes principais foi efetuada a partir da Tabela 1, com os autovalores obtidos que atendem ao critério de seleção com base na variância, de forma que a porcentagem acumulada da variância atinja, no mínimo, 90%, encontrando-se na Tabela 2.

Região	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	X11	X12
NE	0,200	0,958	26,029	21,675	2,236	1,118	0,401	0,056	13739,896	6545,059	257,958	793,194
SE	0,724	1,722	34,334	48,700	3,192	0,787	0,420	0,034	16940,560	7622,105	310,048	496,080
S	0,262	1,340	25,540	40,055	2,576	1,683	0,568	0,021	12237,592	4982,087	327,243	369,389
CO	0,081	0,567	22,580	10,391	1,399	0,618	0,269	0,031	6037,553	1434,252	152,545	243,369
N	0,038	0,392	29,633	13,561	1,100	0,860	0,394	0,060	10562,585	5563,132	123,600	469,855

Região (cont.)	X13	X14	X15	X16	X17	X18	X19	X20	X21	X22	X23	X24	X25
NE	0,913	0,876	0,568	0,194	0,770	0,070	0,192	0,106	0,001	0,029	0,062	0,056	0,015
SE	0,885	6,703	1,313	0,175	0,765	0,052	0,195	0,348	0,002	0,024	0,257	0,024	0,046
S	0,932	5,265	1,451	0,201	0,698	0,078	0,226	0,234	0,002	0,026	0,152	0,022	0,031
CO	0,911	7,072	1,401	0,152	0,803	0,069	0,195	0,025	0,001	0,016	0,059	0,009	0,000
N	0,895	8,772	1,328	0,201	0,843	0,080	0,215	0,168	0,001	0,026	0,193	0,032	0,050

Tabela 1 – Matriz das variáveis originais com as medidas de cada região

Autovalores	Variância %	Acumulada %
10,53736	42,15	42,15
5,70838	22,83	64,98
5,01146	20,05	85,03
3,74279	14,97	100,00

Tabela 2 – Autovalores da matriz de correlação

Além dos autovalores, também é necessário que sejam calculados os respectivos autovetores (Tabela 3).

	F1	F2	F3	F4
X1	-0,261	-0,120	0,147	0,158
X2	-0,282	-0,092	-0,027	0,171
X3	-0,217	-0,014	0,294	-0,137
X4	-0,296	-0,102	-0,034	0,054
X5	-0,279	-0,047	-0,027	0,209
X6	-0,141	0,100	-0,373	-0,097
X7	-0,226	0,053	-0,256	-0,176
X8	0,081	0,321	0,234	-0,135
X9	-0,285	0,116	0,111	0,040
X10	-0,252	0,191	0,149	-0,059
X11	-0,267	-0,011	-0,163	0,174
X12	-0,099	0,376	0,092	0,111
X13	0,041	0,040	-0,437	0,062
X14	0,060	-0,284	0,148	-0,324
X15	0,003	-0,368	-0,048	-0,240
X16	-0,123	0,262	-0,137	-0,308
X17	0,193	0,049	0,319	-0,150
X18	0,148	0,138	-0,258	-0,295
X19	-0,052	-0,043	-0,271	-0,398
X20	-0,286	-0,086	0,086	-0,122
X21	-0,249	-0,224	-0,108	0,013
X22	-0,167	0,327	-0,040	-0,151
X23	-0,213	-0,128	0,189	-0,259
X24	-0,057	0,408	0,041	0,044
X25	-0,183	0,009	0,162	-0,371

Tabela 3 – Autovetores da matriz de correlação

Com esses dois elementos calculados (autovalores e autovetores), procede-se à aplicação do método de construção de índices adotado (CROCCO *et alli*, 2003), que gera o indicador intermediário IRR. Após a determinação do IRR intermediário, o indicador final é obtido por meio da equação:

$$\text{IPRIT} = \text{IRR} * (1 - \text{IDHM})$$

Para tanto, ainda faz-se necessário calcular o termo $(1 - \text{IDHM})$, tomando-se o valor desse índice para cada região considerada (Tabela 4).

Região	IDHM	(1-IDHM)
Nordeste	0,675	0,325
Sudeste	0,791	0,209
Sul	0,807	0,193
Centro-Oeste	0,775	0,225
Norte	0,725	0,275

Tabela 4 – Valores do IDHM e do $(1 - \text{IDHM})$

O resultado final do processo de formulação do indicador proposto é apresentado na Tabela 5. A hierarquização das regiões dada pelo IPRIT é mostrada

na Tabela 6, juntamente com a hierarquização indicada pelo IRR (para fins de comparação).

Região	IRR	(1-IDHM)	IPRIT
Nordeste	22234,562	0,325	7208,939
Sudeste	26463,326	0,209	5524,219
Sul	18659,782	0,193	3588,898
Centro-Oeste	8133,518	0,225	1685,672
Norte	17482,692	0,275	4802,745

Tabela 5 – Valores do IPRIT

Região	IPRIT	Ranking	IRR	Região
Nordeste	7208,939	1	26463,326	Sudeste
Sudeste	5524,219	2	22234,562	Nordeste
Norte	4802,745	3	18659,782	Sul
Sul	3588,898	4	17482,692	Norte
Centro-Oeste	1685,672	5	8133,518	Centro-Oeste

Tabela 6 – Hierarquização segundo o IPRIT e o IRR

A partir desta última (Tabela 6) podem ser tecidas inferências sobre a hierarquização (ranking) das regiões com relação ao potencial de cada uma para a geração de inovação, conjugado à elevação da sua qualidade de vida. Neste caso, em particular, as seguintes afirmações podem ser feitas:

- Analisando-se as distintas hierarquizações providas pelos IPRIT e IRR, pode-se observar a precariedade da situação da região Centro-Oeste. Além do seu posicionamento, tanto para o IRR como para o IPRIT, a diferença entre a magnitude de seu valor indicado e a da região mais próxima demonstra uma grave deficiência de infra-estrutura.
- O desempenho surpreendente da região Nordeste, por outro lado, aponta para uma forte infra-estrutura, apesar de a região apresentar o pior IDHM. Vale salientar que esse resultado se deve ao tratamento dado às variáveis originais, permitindo ao indicador capturar o efeito da formação de redes entre os atores do processo de inovação através da concentração dos índices tradicionais pelas áreas urbanas (densidades).

5. CONCLUSÕES

5.1 CONCLUSÕES DO ESTUDO

Inferências sobre os resultados obtidos neste estudo apontam para as seguintes conclusões:

- Existe uma forte relação entre a densidade espacial de indicadores sócio-econômicos em áreas urbanas e a capacidade de inovação da região que as inclui.
- A complexidade de análise decorrente da grande quantidade de variáveis primárias disponíveis sobre o desenvolvimento sócio-econômico pode ser reduzida através da aplicação de técnicas de estatística multivariada. Isto permite a extração de um conjunto reduzido de fatores, anteriormente não observáveis, capaz de expressar com exatidão a potencialidade de retorno do investimento em inovação de uma região brasileira.
- O modelo de *workflow* proposto é capaz de construir, para um conjunto de regiões investigadas, um indicador que consiga relativizar o potencial de retorno do investimento em inovação, mesmo face às diferenças intrínsecas dessas regiões.
- Ao incorporar um método automatizado para a obtenção de um indicador sobre o ROI em inovação, o *workflow* proposto pode fornecer subsídios para planejamentos estratégicos que pretendam o desenvolvimento tanto de regiões como das empresas que nelas atuem.
- O *workflow* proposto atende à necessidade de elaboração de indicadores próprios de inovação, especificamente para o Brasil, que reflitam as características específicas do processo de inovação nas regiões consideradas.

5.2 RECOMENDAÇÕES

Como limitações do estudo realizado e como propostas de trabalhos futuros pode-se elencar:

- Realização de estudo complementar para validar a qualidade do indicador sobre potencialidade de inovação regional aqui proposto, visando à comprovação de sua efetividade na representação da realidade regional com relação ao potencial inovador demonstrado.
- Elaboração de um *software* integrado, incorporando as tabelas automatizadas de cálculo e a rotina de análise de componentes principais (i. e., o ferramental matemático para a síntese do indicador), para otimização do *workflow* proposto.
- Pesquisa de opinião com planejadores de políticas públicas e estrategistas de mercado para levantamento das fragilidades e qualidade do *workflow*, com conseqüente refinamento das funcionalidades e inclusão de novos requisitos (ver roteiro de entrevista proposto, baseada na abordagem QSM [BARROS *et al*, 2001] nos anexos).
- Implementação do *workflow* completo, com a integração do cálculo informatizado do IPRIT às atividades de construção colaborativa de um indicador do ROI em inovação.

REFERÊNCIAS

- AVELLAR, A. P. M. **Metodologias de avaliação de políticas tecnológicas: Uma resenha a partir de experiências internacionais**. CEPAL - Santiago de Chile, 2005. Disponível em: <<http://www.eclac.org/ddpe/noticias/paginas/6/23736/DocAvellar.pdf>>.
- BARROS, M. A.; NAVINER, L. **QSM - Construção do Sentido da Qualidade Percebida pelo Usuário de um Sistema Interativo**. Universidade Federal de Campina Grande, ENST/Paris, 2001, Brasil/França.
- BITOUN, J. *et alli*. **Classificação (tipologia) das cidades brasileiras, Sistema Nacional de Informações das Cidades**. Projeto BRA/04/022, 2005. Disponível em: <http://www.observatoriodasmetropoles.ufrj.br/produtos/mc_tcb_rel_1.pdf>.
- BORTOLI, L. A.; PRICE, A. M. A. **O Uso de Workflow para Apoiar a Elicitação de Requisitos**. Anais do WER00, Rio de Janeiro, 2000, p. 22-37. Disponível em: <http://wer.inf.puc-rio.br/WERpapers/artigos/artigos_WER00/bortoli.pdf>.
- BRISOLLA, S. N. **Indicadores para apoio à tomada de decisão**. Ciência da Informação, Brasília, 1998, vol. 27, no. 2. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-19651998000200019&lng=en&nrm=iso>.
- CANONGIA, C.; SANTOS, D. M.; SANTOS, M. M.; ZACKIEWICZ, M. **Foresight, inteligência competitiva e gestão do conhecimento: instrumentos para a gestão da inovação**. Gestão & Produção, 2004, vol. 11, no. 2, p. 231-238. Disponível em: <http://www.institutoinovacao.com.br/downloads/claudia_dalci_mauro.pdf>.
- CROCCO, M. A.; GALINARI, R.; SANTOS, F.; LEMOS, M. B.; SIMÕES, R. **Metodologia de identificação de arranjos produtivos locais potenciais**. UFMG/Cedeplar, 2003. Disponível em: <<http://www.cedeplar.ufmg.br/pesquisas/td/TD%20212.pdf>>.
- CRUZ, T. **Workflow: a Tecnologia que vai Revolucionar Processos**. São Paulo, Editora Atlas, 2000, 2ª ed.
- FELIPE, M. S. S. **Desenvolvimento tecnológico e inovação no Brasil: desafios na área de biotecnologia**. Novos estudos - CEBRAP, São Paulo, 2007, no. 78. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-33002007000200002&lng=en&nrm=iso>.
- GEORGAKOPOULOS, D.; HORNICK, M. **An Overview of Workflow Management: From Process Modeling to Workflow Automation Infrastructure**. Distributed and Parallel Databases, 1995, no. 3, p. 119-153. Disponível em: <<http://lstdis.cs.uga.edu/library/download/GHS95.pdf>>.

HOLANDA, G. M.; MENEZES, E.; MARTINS, R. B.; LOURAL, C. A. **Pluralidade e Pensamento Sistêmico em Projetos de Telecomunicações**. RAE-eletrônica, 2005, vol. 4, no. 2, Art. 21. Disponível em: <<http://www.rae.com.br/electronica/index.cfm?FuseAction=Artigo&ID=2249&Secao=ARTIGOS&Volume=4&Numero=2&Ano=2005>>.

INSTITUTO INOVAÇÃO. **Inovação nas Empresas**. Instituto Inovação, 2006. Disponível em: <http://www.institutoinovacao.com.br/downloads/inovacao_inovemp.pdf>.

IPEA; FJP; PNUD. **Entenda o cálculo do IDH Municipal (IDH-M) e saiba quais os indicadores usados**. Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil 2003. Disponível em: <http://www.pnud.org.br/atlas/textos_analiticos/index.php>.

JARAMILLO, H.; LUGONES, G.; SALAZAR, M. **Standardisation of indicators of technological innovation in Latin American and Caribbean countries**. Bogota Manual, 2001. Disponível em: <http://www.ricyt.edu.ar/interior/difusion/pubs/bogota/bogota_eng.pdf>.

JOHNSTON, R. **Experiências Nacionais de Estudos Prospectivos: Reflexões da Austrália**. Seminário Internacional sobre Estudos Prospectivos em Ciência e Tecnologia, Brasília, 2000. Disponível em: <http://www.ricyt.edu.ar/interior/difusion/pubs/bogota/bogota_eng.pdf>.

KRZYSIK, A. J. **Development of Ecological Indicator Guilds for Land Management**. Quarterly Report: 1 July – 30 September 2001. Disponível em: <https://www.denix.osd.mil/denix/Public/Library/SEMP/Research/ResearchProjects/RPFY99/Krzysik_q4_fy01/krzysik_q4_fy01.doc>.

MALHOTRA, N. K. **Pesquisa de marketing: uma orientação aplicada**. Editora Bookman, 2001, p. 503-523.

MEJÍA, J. A. S. **Uma abordagem unificada para modelar processos de workflow e seu software de suporte**. Tese doutoral - UNICAMP, Campinas, 2002. Disponível em: <<http://libdigi.unicamp.br/document/?code=vtls000266081>>.

MINGOTI, S. A. **Análise de dados através de métodos de estatística multivariada: uma abordagem aplicada**. Editora UFMG, 2005, p. 22, 59-97.

MIRANDA, E. E. *et alli*. **Base de dados sobre áreas urbanizadas nos municípios do Brasil**. EMBRAPA Monitoramento por satélite, 2006. Disponível em: <<http://www.urbanizacao.cnpn.embrapa.br/conteudo/base.html>>.

NONAKA, I.; TAKEUCHI, H. **The Knowledge-Creating Company: how Japanese companies create the dynamics of innovation**. Oxford University Press, 1995.

OECD; EUROSTAT. **Guidelines for collecting and interpreting innovation data**. Oslo Manual, 2005, 3rd. edition. Disponível em: <<http://213.253.134.43/oecd/pdfs/browseit/9205111E.PDF>>.

RAMOS, M. Y. **Evolução e novas perspectivas para a construção e produção de indicadores de ciência, tecnologia e inovação.** Enc. Bibli. R. Eletr. Bibliotecon. Ci. Inf., Florianópolis, 2008, no. especial. Disponível em: <<http://www.periodicos.ufsc.br/index.php/eb/article/view/1114/1592>>.

ROCHA, E. M. P. **Indicadores de Inovação Tecnológica Empresarial nas Regiões do Brasil: Análise de Dados da PINTEC 2003-IBGE.** Instituto Inovação, 2007. Disponível em: <<http://www.institutoinovacao.com.br/downloads/indicadores-elisarocha.pdf>>.

ROCHA, J. **A Verdadeira Utilidade dos Sistemas de Workflow.** Thate Intelligent Software, 2004. Disponível em: <<http://www.thate.com.br/downloads/A%20Verdadeira%20Utilidade%20dos%20Sistemas%20de%20Workflow.pdf>>.

SÁENZ, T. W.; PAULA, M. C. S. **Considerações sobre indicadores de inovação para américa latina.** INCI [online], 2002, vol. 27, no. 8, p. 430-437. Disponível em: <http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-18442002000800008&lng=es&nrm=iso>.

SELLITTO, M. A.; RIBEIRO, J. L. D. **Construção de indicadores para avaliação de conceitos intangíveis em sistemas produtivos.** Gestão & Produção, 2004, vol. 11, no. 1, p. 75-90. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/gp/v11n1/a07v11n1.pdf>>.

SILVA, F. A. C.; ESPÍNOLA, M. J. C.; VILAR, R. M. **Gestão do Conhecimento e Inteligência Competitiva: Desafios para as Organizações Produtivas.** João Pessoa: Informação & Sociedade: Estudos, 2006, vol. 16, no. 1, p. 119-131. Disponível em <<http://periodicos.ufpb.br/ojs2/index.php/ies/article/view/444/364>>.

SILVEIRA, C.; BOCAYUVA, C. **Desenvolvimento Local Integrado e Sustentável Enfoque Estratégico e Construção de Indicadores.** Instituto de Estudos do Trabalho e Sociedade (IETS), 2006. Disponível em <http://www.iets.org.br/article.php3?id_article=479&var_recherche=Caio+M%E1rcio+Silveira+e+Cunca+Bocayuva>.

SOUZA, J. H. **Evaluation of policies of economic development.** Espacios, 2005, vol. 26, no. 2, p. 1. Disponível em: <http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-10152005000200003&lng=en&nrm=iso>.

TORRES, H. G.; FERREIRA, M. P.; DINI, N. P. **Indicadores Sociais: por que construir novos indicadores como o IPRS.** São Paulo em Perspectiva, São Paulo, 2003, vol. 17, no. 3-4. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/spp/v17n3-4/a09v1734.pdf>>.

TRZESNIAK, P. **Indicadores quantitativos: reflexões que antecedem seu estabelecimento.** Ciência da Informação, Brasília, 1998, vol. 27, no. 2. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-19651998000200008&lng=en&nrm=iso>.

VIEIRA, H. V. **Modelagem de uma Aplicação de *Workflow* na *Web* para a Integração de Grupos de Pesquisa**. Monografia - UFPEL, Pelotas, 2005. Disponível em:
<http://www.ufpel.tche.br/prg/sisbi/bibct/acervo/info/2005/mono_hugo_vieira.pdf>.

ZACKIEWICZ, M.; BONACELLI, M. B.; SALLES FILHO, S. **Estudos prospectivos e a organização de sistemas de inovação no Brasil**. São Paulo em Perspectiva, São Paulo, 2003, vol. 19, no. 1. Disponível em:
<http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-88392005000100010&lng=en&nrm=iso>.

ANEXOS

ANEXO 1 – Roteiro de Entrevista para aplicação junto a Planejadores e Gestores visando o levantamento de fragilidades/qualidades do <i>workflow</i>	62
ANEXO 2 – Planilhas eletrônicas utilizadas na aplicação do modelo de <i>workflow</i> em um estudo de caso.....	63

ANEXO 1 - ROTEIRO DE ENTREVISTA:

1. Considerando mais de uma demanda por investimentos em inovação, por projetos em diferentes regiões:

- Como você toma, hoje, decisões sobre investimento em inovação?
- Como é feita a análise do melhor candidato (projeto/região) para esse investimento?

2. Dado o processo atual, descreva:

- Quais as suas necessidades
- Como satisfaz, ou tenta satisfazer, essas necessidades
- Como seria um sistema de apoio à tomada de decisão ideal

3. Considerando o modelo de *workflow* apresentado:

- Como o Wf proposto poderia afetar a análise e as respectivas métricas?
- Vislumbra melhorias possíveis?

4. Dado o Wf aqui descrito:

- O Wf proposto se enquadra na sua perspectiva do sistema ideal?

ANEXO 2 – Planilhas eletrônicas do *workflow*

Cálculo do indicador sintético para potencial de inovação territorial (IPRIT)

Matriz das variáveis originais (grandes regiões político-administrativas)

Variáveis	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10 E-	X11	X12
Regiões\	D/km²(formado)	M/km²(formado)	G/km²(formado)	T/km²(matric.)	DP/km²(reside)	MP/km²(reside)	OP/km²(reside)	IES-P/km²	MWh-I/km²	Form/km²	E-Inf/km²	% EPI/TE
Nordeste	0,199709724	0,957619739	26,0290276	21,675472	2,23599419	1,11843251	0,40145138	0,0563135	13739,9	6545,059	257,9585	793,1939
Sudeste	0,723840919	1,722139515	34,3339005	48,699702	3,19204594	0,78658018	0,42003403	0,03424075	16940,56	7622,105	310,0483	496,0805
Sul	0,262048922	1,339549528	25,5400823	40,054977	2,57592637	1,68297409	0,5684185	0,02082829	12237,59	4982,087	327,2432	369,3894
Centro-Oeste	0,080860534	0,567136499	22,5804896	10,39095	1,39873887	0,61832344	0,26854599	0,03078635	6037,553	1434,252	152,5445	243,3694
Norte	0,03786468	0,392302917	29,6331471	13,561142	1,09993793	0,8603352	0,39416511	0,06021105	10562,59	5563,132	123,5996	469,8554

Variáveis	X13	X14	X15	X16	X17	X18	X19	X20	X21	X22	X23	X24	X25
Regiões\	% EPI/TEI	% EAG	% PNVI	% PTVE	% PDE	% DAI	% DP&D	% PTVE	% PDE	% DAI	% DP&D	% EIFIP	% EIFIE
Nordeste	0,913093	0,875769	0,568267	0,193922	0,770238	0,070417	0,192458	0,10566082176	0,000541	0,028787	0,061960189	0,055785903	0,014700339
Sudeste	0,885087	6,702856	1,313142	0,174673	0,765123	0,051682	0,194727	0,3476254705	0,002339	0,024003	0,256659368	0,023702798	0,04604727
Sul	0,932028	5,265334	1,451417	0,200674	0,697827	0,077635	0,226433	0,23355028656	0,00232	0,025882	0,152407422	0,021689906	0,030555993
Centro-Oeste	0,910754	7,071928	1,40056	0,151942	0,803121	0,069044	0,19464	0,02493171516	0,000788	0,016098	0,058816846	0,009312321	0,
Norte	0,894753	8,771654	1,328347	0,20056	0,843434	0,079664	0,215372	0,16752125789	0,000547	0,026261	0,19325817	0,032110092	0,050458716

Legenda

X1	D/km²(formado)	Densidade de doutores formados.	X13	% EEO/PEA	Taxa de egressos do sistema de educação empregados por estado.
X2	M/km²(formado)	Densidade de mestres formados.	X14	TME-Form	Tamanho médio das empresas formalizadas.
X3	G/km²(formado)	Densidade de graduados formados.	X15	TME-Infor	Tamanho médio das empresas não formalizadas.
X4	T/km²(matric.)	Densidade de profissionais com formação técnica.	X16	% EPI/TE	Taxa de empresas potencialmente inovadoras com relação a todas as empresas.
X5	DP/km²(reside)	Densidade de pesquisadores doutores residentes.	X17	% EPI/TEI	Taxa de empresas potencialmente inovadoras com relação às empresas inovativas.
X6	MP/km²(reside)	Densidade de pesquisadores mestres residentes.	X18	% EAG	Taxa de empresas apoiadas pelo governo para desenvolver atividades inovativas.
X7	OP/km²(reside)	Densidade de pesquisadores outros (ñ M&D) residentes.	X19	% PNVI	Taxa de particip. prod. tecnolog. novos ou substanc. aprimorados no total das vendas internas.
X8	IES-P/km²	Densidade de instituições de Ensino Superior e Pesquisa.	X20	% PTVE	Taxa de participação dos produtos intensivos em tecnologia no total das vendas externas.
X9	MWh-T/km²	Densidade de consumo total de energia em MWh/h.	X21	% PDE	Taxa de patentes depositadas por estado.
X10	MWh-I/km²	Densidade de consumo industrial de energia em MWh/h.	X22	% DAI	Taxa dos dispêndios das empresas relacionados às atividades inovativas.
X11	E-Form/km²	Densidade de empresas formalizadas.	X23	% DP&D	Taxa dos disp. realiz. nas atividades internas de P&D nas empresas que implem. inovação.
X12	E-Inf/km²	Densidade de empresas não formalizadas.	X24	% EIFIP	Taxa de empresas que implem. inov. a partir de fontes de inform. próprias, situadas no país.
			X25	% EIFIE	Taxa de empresas que implem. inov. a partir de fontes de inform. próprias, situadas no exterior.

ANEXO 2 – Planilhas eletrônicas do *workflow*

Solução por análise fatorial através do método das componentes principais

Autovalores	10,53736	5,70838	5,01146	3,74279
Variância acumulada	42,1495	64,9830	85,0288	100,0000

Matriz dos autovetores extraídos da matriz de correlação

	F1	F2	F3	F4
X1	-0,260906	-0,119553	0,146595	0,157981
X2	-0,282091	-0,091550	-0,027103	0,171402
X3	-0,216804	-0,013627	0,294217	-0,136592
X4	-0,296097	-0,102093	-0,034035	0,053837
X5	-0,279101	-0,047284	-0,026757	0,208571
X6	-0,141014	0,099736	-0,373395	-0,096653
X7	-0,226219	0,052535	-0,256334	-0,175825
X8	0,081408	0,320865	0,234129	-0,134546
X9	-0,284896	0,116416	0,110568	0,040358
X10	-0,251617	0,191224	0,148990	-0,058682
X11	-0,267095	-0,011287	-0,163282	0,174469
X12	-0,098587	0,376386	0,092122	0,111303
X13	0,041288	0,039794	-0,437404	0,061582
X14	0,059522	-0,283717	0,148151	-0,324111
X15	0,002744	-0,368003	-0,047866	-0,239883
X16	-0,123198	0,261560	-0,137457	-0,307909
X17	0,193263	0,049376	0,318594	-0,149664
X18	0,148284	0,138403	-0,257625	-0,295283
X19	-0,051588	-0,043270	-0,270699	-0,398391
X20	-0,286459	-0,086025	0,085962	-0,122368
X21	-0,249117	-0,224274	-0,107826	0,013380
X22	-0,167475	0,327118	-0,039609	-0,151365
X23	-0,212637	-0,127560	0,189256	-0,259055
X24	-0,056801	0,407995	0,041234	0,044054
X25	-0,183071	0,009256	0,161582	-0,371124

ANEXO 2 – Planilhas eletrônicas do *workflow*

Soma dos módulos dos elementos dos autovetores			Autovalores (coluna)	
C1 = $\Sigma \text{abs}(f_{j1}) =$	4,461282	Para a sintetização do indicador pretendido, utilizando-se o método das componentes principais, foi adotada a metodologia proposta por Marco Aurélio Crocco, Rangel Galinari, Fabiana Santos, Mauro Borges Lemos e Rodrigo Simões, Belo Horizonte - UFMG/Cedeplar, 2003: "Metodologia de identificação de arranjos produtivos locais".	$\lambda_1 =$	10,53736
C2 = $\Sigma \text{abs}(f_{j2}) =$	3,908904		$\lambda_2 =$	5,70838
C3 = $\Sigma \text{abs}(f_{j3}) =$	4,150794		$\lambda_3 =$	5,01146
C4 = $\Sigma \text{abs}(f_{j4}) =$	4,258389		$\lambda_4 =$	3,74279

Matriz dos autovetores recalculados (f_{ji} / C_i)				
	F1	F2	F3	F4
X1	0,058482	0,030585	0,035317	0,037099
X2	0,063231	0,023421	0,006530	0,040250
X3	0,048597	0,003486	0,070882	0,032076
X4	0,066370	0,026118	0,008200	0,012643
X5	0,062561	0,012096	0,006446	0,048979
X6	0,031608	0,025515	0,089958	0,022697
X7	0,050707	0,013440	0,061755	0,041289
X8	0,018248	0,082086	0,056406	0,031595
X9	0,063860	0,029782	0,026638	0,009477
X10	0,056400	0,048920	0,035894	0,013780
X11	0,059870	0,002887	0,039338	0,040971
X12	0,022098	0,096289	0,022194	0,026137
X13	0,009255	0,010180	0,105378	0,014461
X14	0,013342	0,072582	0,035692	0,076111
X15	0,000615	0,094145	0,011532	0,056332
X16	0,027615	0,066914	0,033116	0,072306
X17	0,043320	0,012632	0,076755	0,035146
X18	0,033238	0,035407	0,062066	0,069342
X19	0,011563	0,011070	0,065216	0,093554
X20	0,064210	0,022007	0,020710	0,028736
X21	0,055840	0,057375	0,025977	0,003142
X22	0,037540	0,083685	0,009543	0,035545
X23	0,047663	0,032633	0,045595	0,060834
X24	0,012732	0,104376	0,009934	0,010345
X25	0,041036	0,002368	0,038928	0,087151

ANEXO 2 – Planilhas eletrônicas do *workflow*

Pesos calculados para obtenção do índice IRR, componente do IPRIT			
θ1 =	1,106684143	Com o cálculo dos pesos (θ) e a obtenção dos IRR para cada região, se encerra a aplicação da metodologia proposta por Marco Aurélio Crocco, Rangel Galinari, Fabiana Santos, Mauro Borges Lemos e Rodrigo Simões, Belo Horizonte - UFMG/Cedeplar, 2003: "Metodologia de identificação de arranjos produtivos locais".	IRR1 = 22234,56172
θ2 =	0,983355879		IRR2 = 26463,3263
θ3 =	1,007258921		IRR3 = 18659,78223
θ4 =	0,936871916		IRR4 = 8133,518492
θ5 =	0,943897795		IRR5 = 17482,69186
θ6 =	1,014488006		
θ7 =	1,07506098		Controle do sinal (Σ):
θ8 =	1,061788798		92973,8806
θ9 =	1,011887625		Caso sinal negativo => sentido negativo (há a necessidade de inversão dos sinais)
θ10 =	1,105023207		
θ11 =	0,997833411		IRR1 = 22234,56172
θ12 =	0,991566186		IRR2 = 26463,3263
θ13 =	0,737858633		IRR3 = 18659,78223
θ14 =	1,018655061		IRR4 = 8133,518492
θ15 =	0,812523906		IRR5 = 17482,69186
θ16 =	1,109545605		
θ17 =	1,044780705		
θ18 =	1,122932764		
θ19 =	0,862021546		
θ20 =	1,013567692		
θ21 =	1,057866685		
θ22 =	1,054138796		
θ23 =	1,144708514		
θ24 =	0,818483691		
θ25 =	0,967199533		

ANEXO 2 – Planilhas eletrônicas do *workflow*

Cálculo final do indicador IPRIT = IRR * (1 - IDHM)						Matriz ordenada (ranking) das regiões, segundo o IRR (resultado intermediário)			Ranking das regiões de acordo com o IPRIT	
Regiões\	IRR	IDHM	(1 - IDHM)	IPRIT		Regiões\	IRR	Ranking	Regiões\	IPRIT
Nordeste	22234,562	0,676	0,324	7208,939	==>	SE	26463,326	1	NE	7208,939
Sudeste	26463,326		0,209	5524,219	==>	NE	22234,562	2	SE	5524,219
Sul	18659,782		0,192	3588,898	==>	S	18659,782	3	N	4802,745
Centro-Oeste	8133,518		0,207	1685,672	==>	N	17482,692	4	S	3588,898
Norte	17482,692		0,275	4802,745	==>	CO	8133,518	5	CO	1685,672

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)