

#### IV. INTERCÂMBIOS DE CONHECIMENTOS TÁCITOS E CODIFICADOS NA GERAÇÃO DE INFORMAÇÕES AGROMETEOROLÓGICAS A PARTIR DE IMAGENS DE SATÉLITES: O CASO DO SISTEMA NAVPRO

*Martha Delphino Bambini*

*Jurandir Zullo Jr.*

*Júlio César Dalla Mora Esquerdo*

*João Francisco Gonçalves Antunes*

#### INTRODUÇÃO

Imagens vêm sendo utilizadas como fonte de informação e conhecimento desde as origens da Humanidade. Desde as pinturas rupestres, os desenhos, a arte renascentista, a fotografia, o cinema, a televisão até a atual tecnologia digital, as imagens vêm sendo utilizadas pelos indivíduos para criar uma linguagem visual e facilitar a comunicação. A partir do século XX, várias linhas vêm estudando imagens e seu potencial como fonte de informação e, com o aumento do conhecimento e das reflexões acerca da imagem e sua relação com a realidade por ela representada, vem aumentando também sua utilização como fonte de informação na pesquisa científica em vários campos de estudo.

Desde meados da década de 1990, a disponibilização de vários tipos de imagens digitais vem se intensificando, geradas por diferentes tipos de artefatos (como microscópios, equipamentos médicos, radares e satélites), acompanhada pela evolução tecnológica dos meios e métodos para processar e extrair informações e conhecimentos a elas associados – no entanto, em uma proporção menos intensa do que a sua produção.

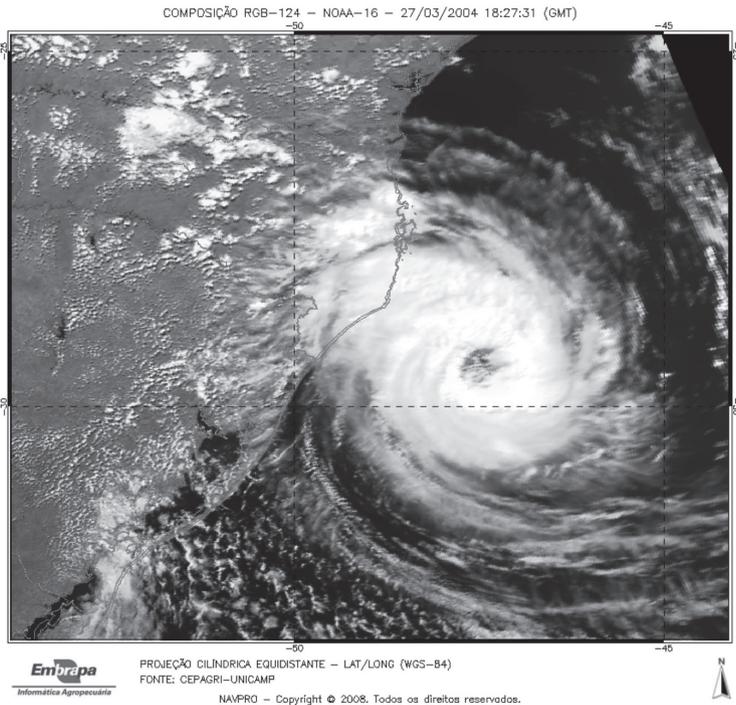
Mirzoeff (1999), utilizando a abordagem de “cultura visual”, destaca a necessidade de se interpretar a globalização da experiência visual da sociedade pós-moderna. A cultura visual, segundo o autor, se refere a eventos visuais nos quais o indivíduo procura informação, significado ou prazer por intermédio da interface de tecnologias visuais, consideradas por ele aparatos projetados para observar, realçar ou aumentar a visão humana.

No início da década de 1990, Lévy (1993) já apontava que a interface digital alarga o campo do visível, seja por intermédio de imagens geradas por telescópios, raios X ou microscópios; permite ver modelos abstratos de modelos físicos, extrair dados numéricos, atuando como importante complemento das simulações, com importante papel no desenvolvimento de pesquisas científicas em vários campos.

Nos anos 2000, surge o conceito de *e-Science* (Hey *et al.*, 2009) descreve um crescente alinhamento entre a Tecnologia de Informação e o desenvolvimento científico, com a utilização de diferentes métodos científicos para coletar ou gerar diferentes tipos de dados em formato digital. Estes dados necessitam ser armazenados e posteriormente processados por *softwares* a fim de permitir a extração de variadas informações – em formato de imagens, planilhas ou outros arquivos digitais – que também necessitam ser arquivadas em bases de dados.

Este novo modo de “fazer ciência” envolve a captura de dados que são gerados por equipamentos tecnológicos ou por intermédio de simulações computacionais. Entre estes dados, há muitas imagens de cenas que nossos olhos não veem, mas que aumentam as possibilidades de monitoramento, estudo e análise de ambientes até então inatingíveis, como o interior do corpo humano (no caso de imagens médicas) ou o espaço sideral (por intermédio de análises geradas por satélites). A figura 1, a seguir, exemplifica uma cena a ser “observada” a partir de imagem de satélite.

FIGURA 1 - IMAGEM DO FURACÃO CATARINA DO ANO DE 2004 GERADA PELO SOFTWARE NAVPRO, POR INTERMÉDIO DO PRODUTO COMPOSIÇÃO RGB, A PARTIR DE IMAGENS DE SATÉLITE NOAA



Os satélites são aparatos projetados para aumentar o escopo da visão humana, permitindo-nos chegar a lugares distantes, como o espaço sideral; o que se tornou exequível com o avanço da tecnologia espacial, a partir dos anos 1960.

Estas imagens vêm sendo utilizadas para a geração de conhecimentos científicos de forma mais intensa a partir das décadas de 1970/80. A partir de 1970, verificou-se uma intensa evolução da infraestrutura dos satélites disponíveis no âmbito global, bem como o crescimento do conhecimento e das habilidades de processamento computacional destas imagens. Na década de 1990 este processo se fortaleceu ainda mais com a consolidação da infraestrutura de comunicação da Internet.

Neste capítulo, busca-se promover uma reflexão sobre o processo de geração de conhecimentos científicos a partir do processamento e

análise de imagens registradas a partir de satélites de órbitas polares da série NOAA (*National Oceanic Atmospheric Administration*), que são captadas por sensores em terra.

Esta pesquisa foi desenvolvida por intermédio de um estudo de caso que veio complementar o trabalho de mestrado desenvolvido por Bambini (2011).<sup>1</sup> Uma pesquisa de natureza qualitativa foi conduzida com o objetivo de descrever e analisar a uma ação colaborativa entre pesquisadores de diferentes instituições, buscando possibilitar a rápida geração de informação e conhecimentos agrometeorológicos a partir de imagens de satélites da série NOAA. Das interações entre os atores envolvidos resultaram, além de uma dissertação de mestrado e uma tese de doutorado,<sup>2</sup> o *software* NAVPRO e um processo de geração, armazenamento e disponibilização de informações agrometeorológicas disponibilizadas na Internet.

Assim, este capítulo descreve e discute os intercâmbios de competências, experiências, infraestrutura e dados entre os pesquisadores envolvidos nesta experiência. Este processo foi sustentado por interações promovidas entre conhecimentos tácitos e explícitos circulando entre a equipe por intermédio dos quatro modos de conversão do conhecimento – socialização, externalização, combinação e internalização – descritos por Nonaka e Takeuchi (1997) e Nonaka e colaboradores (2000).

## 1. PERSPECTIVAS TEÓRICAS

Esta seção descreve brevemente os conceitos e processos associados à geração e à gestão de conhecimentos no contexto atual, bem como a evolução histórica, infraestrutura e aspectos institucionais envolvendo a geração de conhecimentos a partir de imagens de satélite.

---

1 O trabalho de mestrado citado (Bambini, 2011) envolveu o estudo de inovações tecnológicas e organizacionais no campo da agrometeorologia, pelo estudo da dinâmica da rede de atores formada para desenvolver o Sistema Agritempo e os processos de geração de conhecimentos associados ao desenvolvimento deste software. As imagens de satélite geoprocessadas e outros produtos gerados – disponibilizadas no website do sistema Agritempo – foram identificados como uma inovação na agrometeorologia.

2 Os trabalhos de Antunes (2005) e Esquerdo (2007) foram defendidos junto à Faculdade de Engenharia Agrícola da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp).

## 1.1 *Conhecimento: dimensões, TICs e processos de conversão*

Uma intensa revolução tecnológica marcou as décadas de 1980 e 1990, calcada na indústria de computadores, na microeletrônica, no desenvolvimento de *software*, no surgimento da Internet e nos telefones móveis (Castells, 1999). Alguns aspectos marcam este novo contexto: redução do custo de armazenamento, processamento e transmissão de dados e informação; redução de custos de *hardware*, acompanhados da elevação de sua capacidade de processamento; a habilidade de criar, transformar, utilizar e proteger ativos de conhecimento passa a ser uma vantagem competitiva das empresas; maiores oportunidades e meios para compartilhar informação e conhecimento entre organizações (OECD, 1996; Atkinson, 2004).

Nesta nova economia existe uma transformação do processo de geração de conhecimentos, influenciado pelas novas possibilidades de processamento computacional de dados; de busca de informações pela Internet; pelo aumento da velocidade de difusão de novos conhecimentos e pela promoção de formas colaborativas de trabalho suportadas por computador. O conhecimento é dinâmico, criado a partir de interações entre indivíduos e organizações; é específico em relação ao contexto e depende de uma relação particular de tempo e espaço; está essencialmente vinculado à ação humana. Alguns autores destacam que ainda não se possui amplo entendimento de como as organizações e seus profissionais criam e gerenciam dinamicamente o conhecimento (Nonaka *et al.*, 2000; Teece, 2000).

A análise da literatura evidencia uma clara tendência à estruturação e ao aumento da complexidade na conversão de dados em informação e, posteriormente, em conhecimento, gerando, eventualmente, sabedoria.

A fim de entender a natureza do processo de criação de conhecimento, é necessário reconhecer as interações e a complementaridade entre duas dimensões do conhecimento: as dimensões tácita e explícita.

A natureza subjetiva e intuitiva do *conhecimento tácito* dificulta o seu processamento e sua transmissão a outros. Este tipo de conhecimento é altamente pessoal e difícil de formalizar e compartilhar; está enraizado nas ações e experiências de um indivíduo e envolve suas emoções, percepções de vida, e seus valores e ideais. Pode ser decomposto em uma *dimensão técnica*, envolvendo capacidade informal, habilidades, e *know-how*, e uma *dimensão cognitiva* relacionada a modelos mentais,

crenças e percepções, refletindo a nossa imagem da realidade e nossa visão de futuro.

O *conhecimento codificado*, por sua vez, é estruturado, facilitando seu processamento, compartilhamento e transmissão. Pode ser expresso em linguagem formal e sistemática e disseminado na forma de dados, fórmulas científicas, especificações e manuais. Considerando-se suas características, ele pode ser facilmente processado em um computador, armazenado em um banco de dados e transmitido eletronicamente.

OECD (1996) e Lundvall (2006) descrevem uma taxonomia que categoriza vários tipos de conhecimento associados ao processo inovativo que se dividem em:

- *Know-what*: conhecimento relacionado a fatos, aproximando-se do que outros autores definem como informação;
- *Know-why*: conhecimento sobre leis da natureza, sobre o comportamento humano ou social, em geral bastante relevante para o desenvolvimento tecnológico;
- *Know-how*: representado por competências de várias ordens, tais como habilidades profissionais, capacidade analítica e para estabelecer relações. Originalmente, o *know-how* era desenvolvido e mantido nas fronteiras de uma firma individual ou de um grupo de pesquisa fechado, mas, com o aumento da complexidade da base de conhecimento relacionada ao desenvolvimento científico e tecnológico, as iniciativas de cooperação entre organizações têm se intensificado. Este processo vem estimulando a formação de redes e a um conseqüente compartilhamento e combinação de elementos de *know-how*.
- *Know-who*: conhecimento relacional que vem se tornando cada vez mais importante, refere-se à informação sobre quem sabe o quê e quem sabe fazer o quê. Envolve a capacidade social de estabelecer relacionamentos com grupos especializados visando compartilhar e aprender a partir de suas experiências (Ernst e Lundvall, 1997).

O *know-what* e o *know-why* podem ser obtidos por intermédio de *conhecimentos codificados* como a leitura de livros, acesso a bases de dados ou por intermédio de palestras e aulas expositivas. Além disso, são categorias de conhecimento mais facilmente codificáveis e transferíveis, no formato de informação pela edição de livros, manuais e patentes.

O *know-how* e o *know-who* envolvem primordialmente o intercâmbio de experiências práticas e de interações sociais, chamados *conhecimentos tácitos*, cuja obtenção depende de relacionamentos recebidos

de mentores ou líderes e cuja transmissão se torna mais difícil. Estas categorias de conhecimento acabam sendo absorvidas após anos de experiência e prática, por intermédio do aprendizado pela ação (*learning by doing*) e pela interação com outros especialistas que atuam no mesmo campo (*learning by interacting*). O *know-who* é um conhecimento socialmente imbuído que é apreendido nas práticas sociais e também em interações e em relacionamentos construídos com outros indivíduos em diversos ambientes, como escolas e universidades, comunidades de profissionais e também nos relacionamentos diários com clientes, empresas subcontratadas ou institutos de pesquisa.

Nota-se que, em geral, as análises efetuadas sobre processos de aprendizado do ponto de vista da economia, enfatizam a transferência de *know-what* e *know-why* (conhecimentos codificados) e negligenciam os processos envolvendo *know-how* e *know-who*, que possuem características tácitas.

Não há dúvida de que as Tecnologias de Informação e Comunicação – TICs transformaram fundamentalmente o papel do conhecimento na economia, aumentando tanto os incentivos quanto as possibilidades de codificação do conhecimento, aumentando o estoque de conhecimento disponível, tanto o conhecimento explícito quanto o conhecimento tácito que pode ser codificado.

As categorias de conhecimento *know-what* e *know-why*, que já são codificáveis, passam a envolver menos custos do que antes. Assim, o acesso a bases de dados que envolvem textos científicos ou tecnológicos (bases de patentes) se tornará ampliado para os usuários especializados, capazes de decodificar as comunicações inscritas nestes documentos.

Uma forma de sobrepujar as limitações de transferência do conhecimento tácito para uma forma explícita é a sua incorporação em produtos, equipamentos de processamento e *softwares*, como sistemas de informação e sistemas especialistas (Ernst e Lundvall, 1997). No entanto, as tentativas de codificação visando codificar a *expertise* humana por intermédio da utilização de sistemas especialistas<sup>3</sup> envolvem um alto custo e excesso de informação. A automação de atividades humanas

---

3 Um sistema especialista é um programa de computador interativo que auxilia o usuário a tomar decisões e/ou resolver um problema. Desenvolvido por profissionais da área de inteligência computacional, este tipo de sistema utiliza regras definidas a partir de informações não numéricas, fornecidas por especialistas no domínio escolhido, de forma a estabelecer lógicas ou modelos. Um modelo pode permitir a geração de um diagnóstico ou de tendências, de forma a responder a questões do usuário, tal como faria um especialista humano.

acabou se relevando economicamente viável apenas em relação a tarefas repetitivas, realizadas em ambiente relativamente estável.

O modelo dinâmico de criação de conhecimento proposto por Nonaka e colaboradores (2000) envolve a conjugação de três elementos principais: o *processo de conversão do conhecimento* tácito e do conhecimento explícito chamado pelos autores de SECI; o *contexto compartilhado* para a criação de conhecimento, chamado de *Ba* (que pode ser traduzido como lugar); os *ativos de conhecimento*: entradas, saídas e moderadores do processo de criação de conhecimento.

Segundo este modelo, o conhecimento é criado por intermédio de interações entre os indivíduos ou entre indivíduos e seu contexto. Neste processo interagem as dimensões micro e macro – o indivíduo (micro) influencia e é influenciado pelo meio (macro). Os autores apontam que uma organização cria conhecimento por intermédio de interações entre o conhecimento tácito e o explícito, por intermédio de um processo que chamam de “conversão do conhecimento” (SECI).

São *quatro os modos de conversão*: Socialização (do conhecimento tácito para tácito); Externalização (do conhecimento tácito para o explícito); Combinação (do conhecimento explícito para explícito); e Internalização (do conhecimento explícito para tácito).

A *socialização* é um processo de compartilhamento de experiências visando à criação de novos conhecimentos tácitos. A *externalização* envolve a articulação do conhecimento tácito em conhecimento explícito, utilizando-se de metáforas, analogias, conceitos, hipóteses ou modelos. Dentre os quatro modos de conversão do conhecimento, a *externalização* é um processo-chave para a criação do conhecimento, tendo em vista que implica na criação de conceitos novos e explícitos a partir do conhecimento tácito. A *combinação* é o processo de conversão de conhecimento explícito em conjuntos mais complexos e sistemáticos de conhecimento explícito, reconfigurados através de processos de classificação, de acréscimo, de edição, de combinação, de categorização e processamento visando gerar novos conhecimentos. A *internalização* se refere ao processo de incorporação do conhecimento explícito ao conhecimento tácito. Para que o conhecimento explícito se torne tácito, é necessário o compartilhamento experiências e de modelos mentais, de forma a incorporar o conhecimento tácito na cultura da organização.

O conhecimento é gerado por intermédio de cada um dos quatro modos de conversão (SECI), e o conhecimento gerado interage na espiral de criação de conhecimento, conforme a Figura 2.

FIGURA 2 - PROCESSO SECI E A ESPIRAL DO CONHECIMENTO.



Fonte: Nonaka e colaboradores (2000)

Vale notar que o movimento em torno dos quatro modos de conversão forma uma espiral e não um círculo. Na espiral a interação entre conhecimento tácito e codificado se amplifica. O novo conhecimento gerado aciona uma nova espiral, que se expande pelas organizações envolvidas. Esta espiral ocorre de formas intra- e inter-organizacionais, envolvendo interações entre indivíduos e conhecimentos oriundos de empresas, universidades, clientes e etc.

O processo de criação de conhecimento pode ser favorecido pelo contexto no qual as interações entre conhecimento tácito e explícito ocorrem. Nonaka e colaboradores (2000) apontam que este contexto envolve um ambiente físico e inclui os indivíduos que dele participam, além de sua forma de participação. Os autores chamam este contexto de *Ba*, termo que pode ser traduzido, de maneira geral, como “lugar”.

O *Ba* é a chave do processo de compartilhamento, criação e utilização do conhecimento, fornecendo energia, qualidade e local para promover conversões individuais e acionando novas espirais de conhecimento. Esta abordagem considera que o contexto provê uma base para que os indivíduos possam interpretar informações de forma a gerar significados e transformá-los em conhecimento.

Nonaka e Konno (1998) descrevem o *Ba* como um espaço compartilhado onde emergem relacionamentos visando à geração de novos conhecimentos. Estes relacionamentos podem ser traduzidos por interações que ocorrem em espaços físicos como um escritório, em espaços virtuais como sistemas de *e-mails* e teleconferências, e em espaços mentais como por ideias compartilhadas, experiências compartilhadas e ideais comuns.

No processo de criação de conhecimento, especialmente nos *modos de socialização e externalização*, torna-se importante que os indivíduos envolvidos compartilhem tempo e espaço. Uma interação próxima, de natureza física, permite formar uma linguagem comum e gerar trocas de experiências e conhecimentos.

Assim, podemos dizer que o *Ba* atua como uma plataforma para a criação de conhecimento que integra conhecimentos fluindo em um determinado ambiente e em uma dada combinação de tempo. O *Ba* necessita de energia para ser ativado e possui fronteiras fluidas que podem ser alteradas rapidamente pelos participantes. É um contexto em constante movimento, sendo criado, funcionando e desaparecendo de acordo com as necessidades dos participantes.

Este capítulo analisa especialmente o papel dos modos de conversão do conhecimento e a influência do contexto (*Ba*) para a geração de conhecimentos a partir do processamento e da análise de imagens de satélite.

### *1.2. Imagens de satélite e suas informações derivadas: história e aspectos institucionais*

Sensoriamento remoto é a ciência de se obter informação sobre um objeto, área ou fenômeno a partir da análise de dados adquiridos utilizando-se um aparato distante do foco do estudo executado. Satélites, por intermédio de sensores e antenas, ampliam o escopo da visão humana gerando imagens digitais que registram cenas focalizadas por sensores, que representam, através de *pixels*, a emissão e reflexão de energia eletromagnética por parte dos pontos focalizados na superfície terrestre.

Um *pixel* é o menor elemento de imagem, ao qual se pode atribuir uma cor. No caso das imagens de satélite, cada pixel representa um nível de cinza que corresponde às diferentes bandas espectrais mensuradas pelos sensores. O manuseio apropriado das bandas espectrais e das rotinas de processamento digital dos dados contidos nas imagens

de satélite possibilita a extração de uma ampla gama de informações ambientais a partir destas imagens.

O avanço das atividades de sensoriamento remoto a partir de imagens de satélite envolveu a combinação dos avanços tecnológicos gerados por programas governamentais de exploração do espaço (principalmente nos Governos da então União Soviética e dos Estados Unidos), pela evolução das tecnologias de captação de imagens e das técnicas computacionais para processamento e armazenamento de dados.

Na década de 1950, com o fim da Segunda Guerra Mundial, o mundo se dividiu em dois blocos que tentavam conquistar aliados às suas ideologias. Mesmo sem uma guerra real, o poderio militar de ambas as nações foi posto à prova, através de uma busca por supremacia tecnológica envolvendo a conquista do espaço, aliada sempre a objetivos militares (Costa Filho, 2002). O primeiro satélite artificial foi lançado em 1957, pela então União Soviética, com vários objetivos científicos, entre eles, o estudo das propriedades da superfície terrestre com vista à preparação do primeiro voo espacial tripulado, também da União Soviética.<sup>4</sup>

No contexto geopolítico da Guerra Fria, questões como a geoestratégia e a mudança técnica reforçaram-se mutuamente, com a convergência de interesses de Estado, militares, científicos e meteorológicos, possibilitando o desenvolvimento de ações de monitoramento, reconhecimento e iniciativas de cálculo de previsões do tempo.

Os satélites meteorológicos, representados inicialmente pela série TIROS em 1960, permitiam a análise de padrões de cobertura de nuvens e imagens indistintas da superfície terrestre. Este satélite, mantido pela *National Oceanic Atmospheric Administration* – NOAA, operava em órbita heliossíncrona, circular, quase polar, com altura média de 850 km.

Apesar de o satélite TIROS-1 ter sido lançado com fins experimentais, seus resultados preliminares foram bem recebidos pelos meteorologistas e seus dados foram utilizados para complementar dados terrestres (Kamper, 2004). Os satélites meteorológicos possuem duas vantagens principais: cobertura global e grande resolução temporal, adequando-se ao estudo de fenômenos ambientais, analisando grandes áreas, com pequeno nível de detalhamento.

A segunda geração de satélites meteorológicos foi iniciada em 1970, com o satélite ITOS-1, equipado com um radiômetro que adquiria me-

---

4 Na sequência, foram lançados os satélites da série Sputnik, que levaram animais ao espaço entre 1957 e 1960. Em 1961, a União Soviética lançou a nave Vostok I e Yuri Gagarin foi o primeiro homem a viajar pelo espaço.

didadas diurnas e noturnas da superfície da Terra, com transmissão de dados em tempo real. Em dezembro de 1970, foi lançada uma segunda espaçonave desta série, chamada de NOAA-1 (Kamper, 2004).

A terceira geração de sistemas operacionais de satélites meteorológicos foi lançada entre 1978 e 1981, representada pela série TIROS-N e NOAA- A a D<sup>5</sup>, com novo sistema operacional e novos instrumentos como o radiômetro de alta resolução AVHRR (*Advanced Very High Resolution Radiometer*), que adquire imagens diurnas e noturnas nas faixas do visível e do infravermelho. Os dados coletados podem ser armazenados a bordo ou transmitidos a várias estações de recepção espalhadas ao redor do globo. Foram lançados vários satélites subsequentes, ainda da série TIROS-N, identificados como NOAA - E a M, com novos instrumentos e maiores dimensões, que vêm coletando dados globais de cobertura de nuvens, coberturas da superfície terrestre (como gelo, neve e vegetação), temperaturas de superfície atmosférica e da superfície do mar, aerossóis e distribuição de ozônio.

É importante ressaltar que as atividades espaciais e o uso dos dados delas derivados, envolve um arranjo institucional do qual participam o Estado, como agente promotor e financiador da política espacial, e um ator específico a ele vinculado que coordena estas ações, em geral uma agência espacial (Costa Filho, 2002). A Política Espacial de um país está fortemente associada ao seu nível de desenvolvimento tecnológico, aliado a um forte setor industrial do setor e uma infraestrutura de apoio disponível (laboratórios, centros de pesquisa, plataformas de lançamento), o que faz com que poucos países tenham podido se aventurar no desenvolvimento de ações deste teor.

No caso dos Estados Unidos, as atividades espaciais são coordenadas pelo *National Space Council* – NSC, do qual participam a agência espacial americana, a NASA, criada em 1958, e a NOAA. Um centro espacial da NASA é responsável pela construção, integração e lançamento dos satélites NOAA; a Força Aérea Americana fornece o veículo lançador; o controle operacional das espaçonaves fica a cargo da NOAA, uma vez que estas tenham sido satisfatoriamente verificadas pela NASA (Kampel, 2002).

No Brasil, as atividades espaciais começaram a ser institucionalizadas em 1961 com a criação de um grupo para organizar a Comissão Nacional de Atividades Espaciais – CNAE, que foi efetivamente formada em 1964.

---

<sup>5</sup> Os satélites NOAA são designados por letras em sua construção e por números depois de lançados.

Na década de 1970, esta comissão se transformou no Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE, que veio ampliar significativamente as atividades de pesquisa científica e tecnológica de natureza civil relacionada ao setor aeroespacial (Costa Filho, 2002), envolvendo, dentre outras atividades, as plataformas de coletas de dados. O Centro de Tecnologia Aeronáutica – CTA é responsável pela vertente militar da pesquisa no setor, envolvendo bases de lançamento, veículos lançadores e foguetes.

Uma característica importante das pesquisas envolvendo imagens de satélite é que os cientistas dependem de arranjos governamentais, militares e tecnológicos para obter os dados para efetuar análises de fenômenos terrestres.

Tendo em vista que cada tipo de imagem de satélite utilizada em sensoriamento remoto envolve ferramentas de processamento (*software*) diferenciadas e competências específicas a serem desenvolvidas pelas equipes de trabalho, torna-se necessário que as equipes de pesquisa selecionem criteriosamente os tipos de imagens a ser processadas, considerando seu problema de estudo. Esta seleção deve considerar a melhor combinação de vários fatores como: resolução espacial e resolução temporal das imagens disponíveis e continuidade do programa espacial escolhido (questão esta totalmente fora do controle do instituto de pesquisa, que utiliza imagens de um dado tipo de satélite); e a escolha efetuada irá definir quais competências devem ser adquiridas e disponibilizadas para os grupos de pesquisa.

## 2. METODOLOGIA

Esta pesquisa originou-se a partir do trabalho de mestrado de Bambini (2011) e foi conduzida com o objetivo de compreender e refletir sobre o processo de geração de informações e conhecimentos científicos a partir do processamento de imagens, em um contexto de atividades colaborativas de pesquisa, caracterizadas uso intensivo de Tecnologia de Informação e Comunicação – TICs. A pesquisa, de natureza colaborativa, baseou-se na metodologia de estudo de caso conforme Yin (2010).

As fontes de evidência selecionadas foram: publicações da equipe de pesquisas, documentos administrativos e a análise de dados coletados por intermédio de entrevistas semi-estruturadas. Após a etapa

de pesquisa documental, foram realizadas 5 entrevistas,<sup>6</sup> com 3 pesquisadores participantes da experiência estudada e 2 pesquisadores não-envolvidos. Os 5 entrevistados são graduados em diversas áreas de origem (matemática, engenharia de computação, biologia, estatística e engenharia agrônômica) e desenvolveram carreiras científicas, cursando mestrado e doutorado em diferentes campos científicos. Em comum, tem o fato de hoje atuarem em pesquisas envolvendo o processamento de imagens de satélite.

As entrevistas foram precedidas de uma análise da trajetória profissional de cada entrevistado. A partir da análise da evolução de suas carreiras, buscou-se explorar, nas entrevistas, as impressões e opiniões dos sujeitos em relação às suas experiências na geração de informações e conhecimentos científicos a partir de imagens ao longo de sua trajetória profissional.

O estudo de caso teve uma abordagem descritiva em relação aos processos de geração de conhecimento, buscando explorar e entender os compartilhamentos de conhecimentos tácitos e codificados entre os indivíduos envolvidos a partir do arcabouço conceitual estabelecido por Nonaka e Takeuchi (1997), Nonaka e Konno (1998) e Nonaka e colaboradores (2000).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 *Descrição do caso de estudo e a plataforma Ba formada*

Apesar de ciência multidisciplinar, a Agrometeorologia possui um escopo bem definido: envolve a aplicação de competências meteorológicas relevantes para auxiliar os produtores agrícolas a fazer um uso eficiente dos recursos físicos disponíveis a fim de promover melhorias na produção – tanto em quantidade como em qualidade – e também o uso sustentável da terra (Mavi; Tupper, 2004).

O caso de estudo envolve um arranjo colaborativo formado para viabilizar o processamento automático e o armazenamento de imagens

---

<sup>6</sup> Foram entrevistados 4 pesquisadores que atuam na Embrapa Informática Agropecuária e um pesquisador vinculado ao Centro de Pesquisas Meteorológicas e Climáticas Aplicadas à Agricultura (CEPAGRI) da Universidade Estadual de Campinas – Unicamp.

geradas pelos satélites NOAA 12, 14, 15, 16, 18 e 19 por meio do sensor AVHRR e captadas por uma antena de posse do Centro de Pesquisas Meteorológicas e Climáticas Aplicadas a Agricultura – CEPAGRI, vinculado à Universidade Estadual de Campinas – Unicamp.

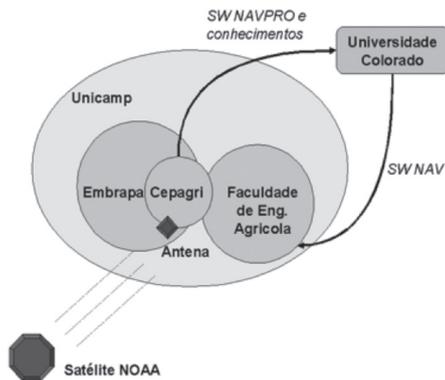
O CEPAGRI/Unicamp está localizado em Campinas/SP, nas dependências da Embrapa Informática Agropecuária. Esta unidade de pesquisa da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa tem por missão gerar soluções de pesquisa, desenvolvimento e inovação em tecnologia de informação para a sustentabilidade da agricultura. Por sua vez, a Embrapa Informática Agropecuária está localizada dentro do campus da Unicamp e ao seu lado se localiza a Faculdade de Engenharia Agrícola – Feagri, da Unicamp.

Estas três instituições – CEPAGRI, Embrapa e Feagri – participam de uma ação colaborativa, conjuntamente com a Universidade do Colorado, nos Estados Unidos, por intermédio de seu Centro de Pesquisa em Astrodinâmica.

A descrição deste arranjo físico representa um *Ba*, uma plataforma de geração de conhecimento que, na concepção descrita por Nonaka e colaboradores (2000), pode ser vista como um espaço compartilhado para relações emergentes. A figura 3, a seguir, representa o *Ba* formado.

FIGURA 3 – ESQUEMA REPRESENTATIVO DO COMPARTILHAMENTO DE ESPAÇOS FÍSICOS E INFRAESTRUTURA DE HARDWARE.

**Ba (local): plataforma de geração de conhecimento**



Fonte: autoria própria.

Este Ba envolve: *um espaço físico* (o campus da Unicamp e as dependências da Embrapa Informática Agropecuária), *espaços virtuais* (como

uma plataforma computacional de armazenamento e processamento, *websites* e *e-mails* para interação com a Universidade do Colorado), e *mentais*, no compartilhamento de ideias, experiências, conhecimentos e de um problema comum de pesquisa pelos envolvidos nesta ação.

As imagens recebidas pelo CEPAGRI/Unicamp vêm sendo armazenadas em meios digitais desde 1995, sendo recebidas 10 imagens diárias. Em 2005, o acervo correspondia a dois terabytes de dados (Esquerdo *et al.*, 2006).

Entre 1995 e 2005, as imagens disponíveis vinham sendo processadas de forma individualizada, manual e descontínua, por alunos de pós-graduação da Feagri/Unicamp, à qual se vinculam os pesquisadores do CEPAGRI como professores e orientadores de alunos.

Estes alunos, sob a orientação de pesquisadores do CEPAGRI, selecionavam as séries de imagens a serem utilizadas em suas pesquisas, conforme os problemas de pesquisa nos quais trabalhavam, e efetuavam seu processamento de forma manual, gerando análises que viriam a compor seus trabalhos de dissertação ou teses de doutoramento. O processamento manual, além de demorado, estava sujeito a imprecisões associadas às limitações cognitivas e visuais dos indivíduos, seja em diferenças de interpretação, de visualização ou por cansaço físico, apresentando também alto índice de variabilidade dos resultados gerados.

O desenvolvimento do pacote computacional NAVPRO decorreu de uma demanda pelo aumento da velocidade no processamento das imagens de satélite disponíveis no CEPAGRI pela automatização de tarefas e atividades. Adicionalmente, um processamento computacional eficiente permitiria reduzir eventuais limitações derivadas de questões cognitivas levando a uma repetibilidade de resultados gerados, eliminando flutuações decorrentes do processamento humano.

Em 2003, dois projetos de pós-graduação – um de Mestrado (Antunes, 2005) e outro de Doutorado (Esquerdo, 2007) – foram iniciados na Faculdade de Engenharia Agrícola da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP). Ambos buscaram estudar o monitoramento agrícola no estado do Paraná, o segundo Estado em produção agrícola do Brasil, a partir do grande acervo de imagens do sensor AVHRR/NOAA obtidas pelo CEPAGRI e considerando a sua alta frequência de aquisição (10 imagens/dia).

A hipótese principal desses projetos era de que a observação frequente das imagens de satélite ao longo dos ciclos produtivos poderia gerar subsídios para o monitoramento agrícola, tanto na estimativa

de área plantada em municípios produtores (Antunes, 2005), quanto na estimativa do seu potencial produtivo (Esquerdo, 2007). Ambos os trabalhos foram conduzidos sob a orientação de um pesquisador do CEPAGRI/Unicamp.

O emprego de imagens de satélite em estudos desse tipo requer um nível mínimo de processamento digital que possibilite a extração dos dados de maneira calibrada e acurada. Tendo em vista que ambos os estudos pretendiam utilizar-se de séries históricas de imagens armazenadas pelo CEPAGRI/Unicamp – em elevado número – existia uma urgência em identificar e/ou desenvolver métodos de processamento com alto nível de automação, de modo a garantir o rápido e eficiente processamento em lote de toda a série temporal disponível. O desenvolvimento de atividades de processamento manual de todo este lote seria muito lento e custoso.

Os pacotes computacionais comerciais disponíveis na época (2003) requeriam grande nível de interação humana no processamento digital das imagens AVHRR/NOAA, em especial na etapa de georreferenciamento, fundamental para a garantia da correspondência geométrica entre todas as imagens da série temporal. Neste sentido, estes dois projetos enfrentaram o desafio de prospectar métodos já existentes que pudessem auxiliar na automação dessa atividade.

As atividades de processamento de imagens de satélite envolvem, inicialmente, etapas de preparação da imagem captada pelo sensor, considerando algumas fontes de ruídos e imprecisões associadas ao processo, como variações nos eixos de movimentação da plataforma orbital no momento da sua passagem pela região a ser analisada.

Ambos os projetos (Antunes, 2005; Esquerdo, 2007) acompanharam estudos desenvolvidos na Universidade do Colorado, EUA (Rosborough *et al.*, 1994; Emery *et al.*, 2003) e avaliaram o uso da tecnologia de *software* NAVigation, repassada pelo Centro de Pesquisa em Astrodinâmica (*Colorado Center for Astrodynamics Research*) dessa Universidade. Este *software* permite automatizar as atividades de pré-processamento e correção das imagens AVHRR/NOAA utilizadas, envolvendo: a conversão de formato do arquivo de imagem, a calibração radiométrica e o seu georreferenciamento preciso.

A partir do *software* NAVigation foi desenvolvido o pacote NAVPRO, que adicionou a esta tecnologia vários comandos para a geração de seis tipos de produtos agrometeorológicos na forma de imagens digitais.

Os produtos gerados pelo pacote NAVPRO são denominados: Banda 2 – Infravermelho próximo, Composição RGB, Máscara de Nuvens, Índice de Vegetação da Diferença Normalizada (NDVI), Temperatura de Superfície e Albedo de Superfície<sup>7</sup>.

Uma vez desenvolvido o sistema NAVPRO, foi necessário organizar uma base de dados para armazenar as imagens brutas, recebidas pela antena do CEPAGRI. Um dos pesquisadores, que à época era estudante na Unicamp, passou a integrar a equipe de pesquisa da Embrapa Informática Agropecuária após sua aprovação em concurso público, em 2008. Ele recebeu a atribuição de organizar a referida base de dados, em mais uma atividade de cooperação entre o Cepagri/Unicamp e a Embrapa Informática Agropecuária.

Assim, esta experiência se caracteriza pela existência de um espaço físico e plataforma computacional compartilhados que pode ser considerando um *Ba*. Além de um espaço físico comum (dentro das instalações da Embrapa Informática Agropecuária em Campinas, localizada no campus da Unicamp), foram compartilhados equipamentos de *hardware* (antena, sensores, computadores) e também ativos intangíveis, como *softwares* e competências (na forma de *know-how*, *know-what*, *know-why* e *know-who*).

A próxima seção descreve e analisa os processos de conversão do conhecimento desenvolvidos no âmbito desta experiência.

### 3.2 Geração de informações agrometeorológicas a partir das imagens AVHRR/NOAA

O estudo deste caso busca explorar o processo de compartilhamento de conhecimentos tácitos e codificados entre os indivíduos envolvidos; os processos de automatização de tarefas desenvolvidos pelo uso intensivo de ferramentas de TICs, e também mapear os resultados obtidos nesta experiência. Alguns dos ativos de conhecimento gerados no âmbito deste arranjo colaborativo, mapeados neste capítulo, estão descritos na Tabela 1, mais adiante.

O caso estudado evidencia a evolução da ação humana no desenvolvimento de um processo para tratamento e extração de informações a partir de imagens de satélite e sua implementação em um algorit-

---

<sup>7</sup> Outros produtos do NAVPRO oferecidos na Internet são: Cenas AVHRR-NOAA-Brasil, Produtos AVHRR-NOAA, Composições Mensais de NDVI AVHRR-NOAA, Perfil espectral agrícola NDVI AVHRR-NOAA.

mo, a partir de tecnologia pré-existente, desenvolvida pela equipe da Universidade do Colorado.

O processo de desenvolvimento do *software* NAVPRO envolveu a busca de soluções computacionais para problemas complexos baseada na experiência prévia dos pesquisadores envolvidos, representada pelo conjunto de seus conhecimentos tácitos em relação às linguagens de programação e às soluções já encontradas para problemas correlacionados. Neste contexto, pode-se dizer que o *software* NAVPRO foi gerado com base na *expertise* da equipe desenvolvedora, que utilizou como base a experiência anterior da Universidade do Colorado.

TABELA 1 - MAPEAMENTO DOS RESULTADOS A EXPERIÊNCIA COLABORATIVA PROMOVIDA ENTRE EMBRAPA E FEAGRI/CEPAGRI/ UNICAMP

<i>Resultados gerados pela experiência</i>	
<i>Conhecimentos codificados gerados</i>	<p>Metodologia de análise computacional de imagens AVHRR-NOAA;</p> <p><i>Software</i> NAVPRO e 6 tipos de produtos agrometeorológicos na forma de imagens digitais: NDVI, albedo de superfície, temperatura de superfície, máscara de nuvens, e outros dois produtos para visualização (Preto e Branco e colorido);</p> <p>Base de dados de imagens AVHRR-NOAA;</p> <p>Publicações científicas, manuais e outros documentos.</p>
<i>Conhecimentos tácitos gerados</i>	<p>habilidades na utilização de <i>softwares</i> do conjunto NAV para análise computacional de imagens AVHRR-NOAA;</p> <p>habilidades e conhecimentos associados à agronomia e ao desenvolvimento de algoritmos e <i>softwares</i> para processamento de imagens orbitais,</p> <p>habilidades na utilização do programa NAVPRO;</p> <p><i>expertise</i> em análise de cobertura e uso da terra, utilizando informações derivadas de imagens de satélite.</p>

Evidencia-se assim a aplicação dos conhecimentos destacados na taxonomia apresentada em OECD (1996) e Lundvall (2006) pela equipe envolvida nesta experiência, a saber:

- o *know-what* e o *know-why*, conhecimentos de natureza explícita, ao entender as informações que poderiam ser extraídas a partir das

imagens dos satélites da série NOAA e relacioná-las com outros fatos e leis da natureza, como o comportamento de culturas agrícolas ao longo do tempo;

- o intenso intercâmbio de *know-how* entre os envolvidos, relacionado a competências de várias ordens, como: elaboração de algoritmos e desenvolvimento de *software*, processamento manual e computacional de imagens de satélite, capacidade analítica e para estabelecer relações entre dados e informações oriundas de várias fontes. Estas competências se configuram como conhecimentos tácitos e individuais.

- o *know-who*, conhecimento tácito e relacional, ao identificar quem já havia estudado a problemática anterior e já havia desenvolvido tecnologias relacionadas.

O processamento computacional das imagens visando à geração de informações delas derivadas obteve resultados com maior qualidade, reprodutibilidade e precisão, eliminando os ruídos do processamento manual (como subjetividades de interpretação e limitações cognitivas). Conforme indicou um dos entrevistados, a qualidade no processamento automatizado decorre diretamente da qualidade do algoritmo e do código implementado.

Após a implementação do processamento computadorizado, a ação humana assumiu um papel mais estratégico e complexo, visando dar sentido às imagens processadas a fim de gerar interpretações, análises e conhecimentos sobre os fenômenos estudados.

As entrevistas conduzidas nesta pesquisa mostraram que os entrevistados percebem claramente a diferença entre as atividades de processamento que realizavam no início de suas carreiras e as atividades que realizam hoje. Em fins da década de 1980 e no início da década de 1990, as atividades de processamento envolviam poucas imagens, impressas em papel fotográfico e que, em geral, tinham que ser compradas. O processamento era feito manualmente com traços de desenho, levando a resultados analógicos de escopo reduzido. Iniciavam-se naquela época atividades de cartografia digital (ou automatizada) apoiando-se na computação, em particular no processamento gráfico, visando produzir representações digitais da realidade geográfica que fossem mais precisas e atualizáveis. Sistemas de cartografia automatizada envolvem atividades de sensoriamento remoto para captura de dados, e os sistemas de informações geográficas para o armazenamento, a atualização e a exibição da informação territorial cartografada.

Ao longo dos anos, o conhecimento tácito manual para interpretação de imagens se converteu em um conhecimento tácito sobre o emprego de *softwares* de geoprocessamento e outros sistemas de informações geográficas.

Com a construção de pacotes mais completos de *software* a fim de automatizar atividades de pré-processamento e possibilitar a construção de produtos mais robustos, entre meados da década de 1990 e os anos 2000, o conhecimento tácito humano necessário para gerar conhecimentos a partir das informações geradas a partir de imagens de satélite passou a envolver a correlação de imagens geoprocessadas com outros tipos de dados – meteorológicos, agrônômicos, biológicos e até sociais – a fim de compreender processos agrícolas, ambientais e econômicos bem como fatores a eles associados em um dado contexto de pesquisa.

Atualmente o acesso aos dados – no caso as imagens de satélite – é facilitado, visto que existem vários tipos de satélites em órbita e várias fontes de dados gratuitas e pagas (que oferecem imagens de diferentes resoluções e diferentes coberturas regionais).

Os entrevistados destacaram alguns fatores que consideram ao selecionarem o tipo de imagem que utilizarão em seus estudos, como: a qualidade dos equipamentos gerador e sensor da imagem (influindo em sua qualidade) e a resolução da imagem disponibilizada (temporal, espacial e espectral). Resoluções espaciais mais altas das imagens geram maiores quantidades de informações. Resoluções temporais mais altas possibilitam construir imagens mais precisas a partir de conjuntos de dados gerados em um dado período, eliminando interferências atmosféricas como a presença de nuvens.

Os indivíduos entrevistados ressaltaram ainda que a escolha do tipo de imagem a ser utilizado também depende do enfoque pretendido no estudo e dos recursos disponíveis (dados, infraestrutura de satélites e competências humanas da equipe envolvida). Além disso, também interferem nos processos de geração de conhecimento a partir de imagens de satélites as políticas governamentais nacionais e internacionais (como a previsão de lançamento de satélites e a duração de programas espaciais) e algumas questões institucionais como a capacidade científica e tecnológica das instituições de pesquisa de um país.

Outro fator que contribui fortemente para a qualidade das imagens processadas é a precisão e a efetividade dos algoritmos e *softwares* utilizados, que são resultados da aplicação dos conhecimentos tácito da equipe de desenvolvimento de *software*, a partir de suas experiências

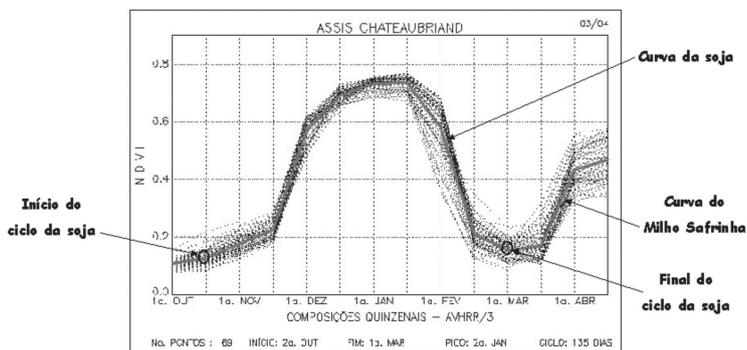
anteriores e conhecimentos codificados adquiridos durante os projetos de pesquisa. Ou seja, a simples automatização dos processos não garante a qualidade dos resultados a serem obtidos; a qualidade é decorrente do grau de efetividade dos pacotes computacionais utilizados.

Conforme descrito nesta seção, a agregação de outras fontes de dados às informações derivadas de imagens de satélite permite investigar relações de causalidade entre diferentes variáveis estudadas a fim de propor novos direcionamentos para políticas públicas ou estratégias mercadológicas, bem como ações para intervir nas situações *analisadas*. Um exemplo de análise relacionada ao caso de estudo é a extração automática de informações espectrais a partir de séries históricas de imagens de satélite, permitindo a geração de gráficos analíticos de seu comportamento.

O Gráfico 1, a seguir, representa a variação dos perfis temporais do Índice de Vegetação da Diferença Normalizada (Normalized Difference Vegetation Index – NDVI) que possibilita efetuar o monitoramento de safras regionais a partir de produtos agrometeorológicos gerados pelo *software* NAVPRO. Por apresentar estreita correlação com parâmetros biofísicos das plantas, como biomassa e índice de área foliar, o NDVI tem sido utilizado no monitoramento de vegetações naturais e de áreas agrícolas, possibilitando a análise de safras regionais.

GRÁFICO 1: PERFIS TEMPORAIS DO ÍNDICE DE VEGETAÇÃO DA DIFERENÇA NORMALIZADA (*NORMALIZED DIFFERENCE VEGETATION INDEX – NDVI*)

**Perfis Temporais de NDVI  
(AVHRR/NOAA)**



**Perfil Temporal do NDVI de Áreas Agrícolas do Município de Assis Chateaubriand-PR**

Fonte: Esquerdo (2007).

A interpretação destes gráficos por especialistas em agronomia permite a geração de informações mais sofisticadas e integradas sobre o comportamento da safra em uma dada região.

Desta forma, o caso estudado exemplifica o aumento da complexidade do tipo de atividade humana requerida para a geração de conhecimentos científicos, em um processo de combinação de conhecimentos codificados (oriundos das imagens processadas) e dos conhecimentos tácitos dos pesquisadores, gerando novos conhecimentos codificados mais complexos na forma de estudos, relatórios ou novas imagens e representações de fenômenos e situações.

O ser humano, a partir de sua interpretação de informações derivadas de imagens de satélites apresentadas também na forma de imagens ou gráficos e planilhas, cria sentidos e significados e gera conhecimentos mais complexos e estratégicos.

#### 4. CONCLUSÕES E COMENTÁRIOS FINAIS

A análise desta experiência descreve a existência de uma plataforma *Ba* como um “local” onde se forma o arranjo colaborativo estudado, afirmando-se como um espaço onde emergem relacionamentos e processos de geração de novas informações e conhecimentos. Em linhas gerais, verificou-se que a existência de um *Ba* congregando tanto espaços físicos e computacionais quanto problemas de pesquisa e demandas comuns estimulou o estabelecimento de interações e relacionamentos visando construir novos conhecimentos individuais e coletivos.

A experiência evidencia também a evolução do tipo de atividade humana envolvida na geração de conhecimentos derivados de imagens de satélites, enfatizando os diferentes papéis assumidos desde a década de 1990 até os anos 2000. A partir da desoneração do ser humano das atividades operacionais de processamento surge a necessidade de se desenvolver novas competências e habilidades visando à interpretação destas imagens, relacionando-as com outros tipos de dados, informações e conhecimentos.

Atualmente, verifica-se a intensificação de atividades de concepção de métodos e algoritmos e de desenvolvimento de *software* para automatizar atividades de processamento bem como uma transição do papel humano para a agregação e interpretação de diferentes tipos de dados, visando estabelecer relações, analisar causalidades ou efetuar atividades de monitoramento remoto.

Este processo de aumento da complexidade dos conhecimentos gerados a partir de imagens de satélite requer novos conhecimentos tácitos a fim de lidar com uma crescente quantidade de dados disponíveis em um ambiente de *e-Science*. Consequentemente, este novo cenário permite aumentar a compreensão humana de diversos fenômenos, visando gerar conhecimentos mais refinados, estratégicos e complexos.

Pode-se dizer, a partir do estudo desta experiência, que os intercâmbios de conhecimentos tácitos, na forma de *know-how* e o *know-who*, se caracterizam como diferenciais nos processos atuais de geração de conhecimento, tendo em vista as capacidades individuais e subjetivas neles envolvidas.

Com o crescimento exponencial de conhecimentos codificados, na forma de *know-what* e o *know-why*, fica cada vez mais clara a importância de habilidades tácitas relativas à busca e à seleção de informações e dados disponíveis e ao estabelecimento de novos relacionamentos e parcerias

de pesquisa visando à geração de novos conhecimentos e inovações em vários campos científicos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANTUNES, J. F. G. *Aplicação de lógica fuzzy para estimativa de área plantada da cultura de soja utilizando imagens AVHRR-NOAA*, 2005. 91p. Dissertação. (Faculdade de Engenharia Agrícola). Universidade Estadual de Campinas. Campinas.
- ATKINSON, R. *The past and Future of America's Economy – Long Waves of Innovation that Power Cycles of Growth*. USA: Edward Elgar Publishing, Inc., 2004. pp.92-140.
- BAMBINI, M. D. *Inovação tecnológica e organizacional em agrometeorologia: estudo da dinâmica da rede mobilizada pelo sistema Agritempo*. 2011.217 p. (Departamento de Política Científica e Tecnológica, Instituto de Geociências) Universidade Estadual de Campinas. Campinas.
- CASTELLS, M. *A Sociedade em Rede*. São Paulo: Paz e Terra, 1999. pp. 1-81
- COSTA FILHO, E. J. *Política Espacial Brasileira*. Rio de Janeiro: Revan, 2002.192 p.
- EMERY, W.J., BALDWIN, D., MATTHEWS, D. Maximum Cross correlation automatic Satellite Image Navigation and Attitude corrections for Open-Ocean Image Navigation. *IEEE Transactions of Geoscience and Remote Sensing*, vol 41, No 1, January, 2003. pp.33-42.
- ERNST, D. LUNDVALL, B. Å. Information Technology in The Learning Economy – Challenges for Developing Countries. *Working Paper No. 97-12 Danish Research Unit for Industrial Dynamics – DRUID*, 1997. 56p.
- ESQUERDO, J.C.D. *Utilização de perfis multi-temporais do NDVI/AVHRR no acompanhamento da safra de soja no oeste do Paraná*. 2007. 169 p. Tese. (Faculdade de Engenharia Agrícola). Universidade Estadual de Campinas. Campinas.
- ESQUERDO, J.C.D. ANTUNES, J.F.G., BALDWIN, D.G., EMERY, W. J. ZULLO JUNIOR, J. An automatic system for a AVHRR land surface product generation. *International Journal of Remote Sensing*. Vol. 27, No. 18, 20 Sept. 2006, 3925-3943.
- ESQUERDO, J.C.D. ZULLO JÚNIOR, J. Geração automática de perfis temporais de NDVI a partir de imagens AVHRR/NOAA e SPOT/

- Vegetation. *Anais XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto*, Florianópolis, Brasil, 21-26 abril 2007, INPE, p. 169-175.
- HEY, T. TANSLEY, S. TOLLE, K. Jim Gray on eScience: A Transformed Scientific Method. In: HEY, T. TANSLEY, S. TOLLE, K. *The Fourth Paradigm: Data-Intensive Scientific Discovery*. United States of America: Microsoft Corporation 2009. pp.xvii-xxxi.
- KAMPEL, M. Características gerais dos Satélites NOAA: Histórico, Instrumentos e Comunicação de Dados. In: FERREIRA, N. J. (Org.) *Aplicações Ambientais Brasileiras dos Satélites NOAA e TIROS-N*. São Paulo: Oficina de Textos, 2004. 271p.
- LÉVY, P. *As Tecnologias da Inteligência*. Rio de Janeiro; ed. 34, 1997. 208p.
- LUNDEVALL, B.A. Knowledge Management in the Learning Economy. *Danish Research Unit for Industrial Dynamics – DRUID. Working paper* No. 06-6, 2006. 22p.
- MAVI, H.S., TUPPER, G. J. *Agrometeorology*. Principles and Applications of Climate Studies in Agriculture. United States of America: The Haworth Press Inc., 2004. 364 p.
- MIRZOEFF, N. *An Introduction to Visual Culture*. London: Routledge, 1999. 271 p.
- NONAKA, I., KONNO, N. The concept of “Ba”: building a Foundation for Knowledge Creation. *California Management Review*, vol 40, no 3, spring 1998. pp 40-54.
- NONAKA, I. TAKEUCHI, H. *Criação de conhecimento na empresa*. Rio de Janeiro: Campus, 1997. 358 p.
- NONAKA, I. TOYAMA, R. KONNO, N. SECI, Ba and Leadership: a Unified Model of Dynamic Knowledge Creation. *Long Range Planning* 33, 2000, pp. 5-34.
- OECD – Organization for Economic Co-operation and Development. *The Knowledge-based Economy*. Paris: OECD, 1996. 46p.
- ROSBOROUGH, G.W. BALDWIN, D.G., EMERY, W.J. Precise AHRHH Image Navigation. *IEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, vol. 32, no3, May 1994.
- TEECE, D. Strategies for Managing Knowledge Assets: the Role of Firm Structure and Industrial Context. *Log Range Planning*, Volume 33, Issue 1, 1 February 2000, pp.35-54.
- YIN, R. K. *Estudo de Caso: planejamento e métodos*. Porto Alegre: Bookman, 2010. 248p.