

A constituição de uma base de dados geográficos para apoio a estudos geológicos: aspectos epistemológicos e práticos

Luiz Henrique Guimarães Castiglione¹
Patrícia Moreira Procópio Calazans²

¹ Universidade do Estado do Rio de Janeiro – UERJ
Rua São Francisco Xavier, 524 sala 4020-B - 20550-900 – Rio de Janeiro - RJ, Brasil
castiglione.luiz@gmail.com

² Vale S.A.
Av. de Ligação, 3480 - 34000-000 – Nova Lima - MG, Brasil
patricia.procopio@vale.com

Abstract. Geoinformation has been changed by an accelerated transformation process moved by geotechnologies. According to the extension and deep of these changes, the practical works to constitute a geographical database with the aim to support the geological researches, studies and designs has been challenged by questions that are beyond practical problems. The challenges are serious and interdisciplinary, because demands an approach that take in consideration not just the contemporary transformations itself, but even the future developments. Put in those terms, the question transcends the practice and imposes a more deep analysis, an epistemological one, which tries to understand the knowledge nature of the transformation in course on geotechnologies. In an interdisciplinary analysis that considers the aspects epistemological and practical, the work presented here has been the goal to define better technological solutions to adopt in the constitution of geodatabase, so as to improve knowledge construction in geology, while using geotechnologies in terms of their best practices. The results achieved, report the importance for geological analysis of the high resolution remote sensing images, the growing importance of precise geometric structure of the database and the important emergence of sophisticated computational environments of the GIS, with 3D, 4D and virtual reality possibilities. The option of this work for the epistemological analysis, associated with the practical questions, results as a good decision, so as to put a deeper understanding, in theoretical sense, about the essence of the knowledge transformations that is correlated with all the changes that moving technologies ahead.

Palavras-chave: epistemology, geology, geodatabase, epistemologia, geologia, geodados.

1. Introdução

O senso de pertinência e relevância deste trabalho fundamenta-se na percepção de que as formatações de expressão e apresentação das geoinformações estão passando, contemporaneamente, por um processo de acelerada transformação, que ainda não descortina a prevalência mais provável de uma dada formatação. Suas formatações mais convencionais, materiais, bidimensionais, estáticas e de representação exclusivamente semiótica, como os mapas convencionais, iniciaram um processo de transformação, ao longo do século XX, que as estão convertendo em Sistemas de Informações Geográficas – SIG, com o emprego cada vez mais poderoso de formatações digitais, tridimensionais, dinâmicas e de representações híbridas. Tais representações associam bases imagéticas com representações semióticas, no contexto de um ambiente computacional poderoso, que dá indicações de que está convergindo para ambientes de realidade virtual, suficientemente potentes para a representação detalhada, tanto do território de interesse, de forma imagética, quanto do próprio conhecimento construído acerca da dimensão espacial dos fenômenos, este de forma semiótica.

Em face da extensão e profundidade dessas transformações, a constituição prática de uma base de dados geográficos complexa para apoio a pesquisas, estudos e projetos geológicos se vê desafiada não apenas por questões de natureza prática, vale dizer, a simples pergunta: que dados incorporar à base? Os desafios são mais sérios e interdisciplinares, porque demandam não apenas uma solução a um problema consolidado, mas sim o desenho de uma base de geodados que, para além de se contextualizar num ambiente em transformação, tente antever,

e adequadamente se preparar para responder, os desafios impostos pela potencialização dos SIG que hoje se vislumbra. Esta questão transcende a prática e conduz a uma reflexão mais profunda, epistemológica, que procure entender, através de uma metodologia de análise, neste trabalho implementada através do método histórico-crítico, a natureza das transformações pelas quais vêm passando as geotecnologias. Conciliando de forma interdisciplinar, os aspectos práticos e a reflexão acerca dos aspectos epistemológicos, as expectativas se dão no sentido de que a solução adotada seja mais capacitada à exploração de todas as potencialidades trazidas pelas novas geotecnologias, de modo a que a construção do conhecimento em geologia tire melhor proveito das transformações que vêm potencializando a capacidade contemporânea de representação das geoinformações.

2. Metodologia de Trabalho

As pesquisas, estudos e projetos geológicos para apoio à mineração vêm demandando uma crescente qualificação das bases geoinformacionais que os suportam. O processo decisório sobre a constituição dessas bases, com efeito, não pode prescindir de uma análise epistemológica, que dê subsídios à definição da especificação de produtos e processos a adotar em sua produção. A abordagem epistemológica, ou seja, uma abordagem que coloque em questão a forma como se constrói conhecimento através das geoinformações, se afigura pertinente porque as transformações tecnológicas tiveram tanta profundidade, nas últimas duas décadas, que não apenas novas formas de produzir geoinformação foram acrescentadas àquelas antes existentes, como também a própria estrutura de apresentação e processamento das informações geográficas se modificou profundamente com o advento das imagens digitais, dos sensoriamentos ativos, dos SIG e dos ambientes 3D, dentre outras inovações.

À luz dessas considerações iniciais, decidiu-se pela adoção de um método histórico-crítico de análise dos fundamentos epistemológicos do apoio que as geoinformações podem dar às pesquisas, estudos e projetos geológicos, consoante apresentado a seguir.

2.1 Natureza Epistemológica das Geoinformações

Para que uma informação possa ser efetivamente considerada como uma geoinformação, não basta ser disponibilizada de modo a permitir seu georreferenciamento; é fundamental que ela esteja formatada consoante uma base de outras informações e referências geográficas que permitam não apenas a descrição linear simples de sua configuração espacial, como no caso dos itinerários romanos descritos por Dilke (1987), mas também o entendimento das relações significativas que ela estabelece com as informações acerca de outros elementos caracterizadores do espaço. Contextualizando-se espacialmente numa interrelação significativa, as informações qualificadas como geográficas permitem uma efetiva compreensão de sua abrangência e de seu sentido, bem como da significação da dimensão espacial, geográfica, do fenômeno que ela ajuda a descrever ou explicar.

Com efeito, ao conceito de geoinformação deve efetivamente se associar uma definição das estruturas infográficas nas quais estas se contextualizam, ou seja, a questão da formatação da informação é absolutamente fundamental à conceituação da geoinformação. Em outras palavras, apenas parece sensato considerar que uma informação pode ter a qualificação de geográfica quando ela se associa a uma formatação de veiculação na qual ela possa fazer sentido, em termos da metafórica, mas efetiva, fluência de um conhecimento de natureza geoespacial. Enfim, mapas, imagens, bases vetoriais e outros elementos de constituição bi ou tridimensionais formam bons exemplos de diferentes formatações dessas geoinformações.

Um conjunto de informações sobre a geologia de uma determinada área, por exemplo, pode ser ou não geograficamente consistente, em função não apenas de ser ou não georreferenciada, mas sim de estar ou não contida numa base estruturada de informações pertinentes, sobre o espaço geográfico ao qual ela alude. Se o conjunto de informações

permite a compreensão do contexto geoespacial da dinâmica do fenômeno objeto, a geologia, então é possível considerar que se dispõe de uma representação geoinformacional adequada à construção do conhecimento geológico. A questão se sintetizaria então na pergunta: Como se deve constituir uma base de dados geográficos capaz de adequadamente contextualizar a construção do conhecimento sobre o fenômeno geológico de interesse?

O termo representação assume, neste contexto, o papel de um conceito chave, porque a ele se associam tanto as questões afetas à modelagem das geoinformações, quanto as próprias questões que as associam à representação mental do sujeito do conhecimento.

2.2 Representações Mental e Geoinformacional

A análise das representações geoinformacionais que melhor subsidiam as pesquisas, estudos e projetos afetos à geologia deve se fundamentar, inicialmente, num exercício breve acerca da modelagem da relação informação-conhecimento, através da excelente síntese de Montoya (2005), sobre o uso do termo representação na obra de Jean Piaget. Desta perspectiva, o ato de representar mentalmente refere-se a duas entidades individuais diferentes e complementares. A representação intitulada de imagética, que se associaria a uma imagem mental do objeto do conhecimento. E, ainda, uma representação conceitual, esta associada ao pensamento propriamente dito, à operação do pensar. A referência a Montoya (2005) dá conta de que a representação imagética permitiria “a evocação dos objetos, ações e situações ausentes, isto é, a representação figurativa das realidades vividas”. Já a representação conceptual contemplaria “toda a inteligência que não se apóia simplesmente nas percepções e nos movimentos”, mas sim num sistema de conceitos e operações mentais do pensamento.

No caso específico da análise de adequação das representações geoinformacionais à temática dos estudos geológicos, poder-se-ia considerar que a representação geoinformacional definida pela formatação escolhida deveria fazer afluir ao pensamento, no rigor possível, os dados que subsidiam a análise geológica, para que esta, instrumentalizada pelo conhecimento geológico contido na representação mental conceptual dos sujeitos (individuais ou coletivos), pudesse construir conhecimentos novos e qualificados acerca do objeto (uma hipotética ocorrência mineral de interesse, ferro, por exemplo).

Este modelo simplificado do processo analítico que se associa à construção do conhecimento geológico conduz a reconhecer que a característica essencial do pensamento é seu aspecto operativo. Os conceitos e esquemas mentais são ações e conhecimentos interiorizados e coordenados em sistemas de transformação que se aplicam e atribuem-se aos objetos de estudo. Contudo, e exatamente aqui entra a questão das representações geoinformacionais, o pensamento não dispensa nem despreza a participação dos aspectos figurativos, como é o caso da representação imagética mental, que se constitui num instrumento de apoio insubstituível para a formação e o desenvolvimento do pensamento, ainda à luz de Montoya (2005). Em síntese, referindo-se ao mesmo autor, e às pesquisas apresentadas por Castiglione (2009), a natureza operativa do pensamento pode ser considerada como um “sistema de relações que atribui significados” àquilo que se encontra representado no nível da representação imagética. A qualidade e pertinência daquilo que se constitui na representação imagética, por consequência, exerce influência na qualidade das análises que resultam da operação ampla do pensar. Vale lembrar que a formação da representação mental imagética se faz com base nas representações geoinformacionais de que se servem os sujeitos-intérpretes, durante o processo analítico de fulcro geológico.

Considerando-se que, no caso dos objetos de estudo ligados a fenômenos de manifestação predominantemente geoespacial, como no caso da geologia, a grande maioria dos dados a representá-lo constitui-se de dados geográficos, as decisões sobre a formatação (imagética, vetorial, modelos digitais de terreno e etc.) e as especificações de exatidão (qualidade da representação) se tornam estratégicas, obrigando a considerações de natureza epistemológica

e prática, principalmente à luz das circunstâncias que vêm favorecendo e estimulando a permanente transformação das geoinformações. Na generalidade, a primeira impressão dá conta de que estas transformações das geotecnologias potencializaram o papel das informações geográficas em transmitir conhecimento, e que, portanto, a avaliação criteriosa da formatação e das especificações precisaria redefinir que soluções geotecnológicas adotar no suporte às pesquisas geológicas. Cumpre, portanto, analisar as formatações, as transformações pelas quais vêm passando, bem como as razões de sua adequação à geologia.

2.3 Formatações Geoinformacionais e Transformações das Geotecnologias

Analisando algumas de suas vertentes de maior interesse à questão da representação do conhecimento sobre geologia, pode-se observar que a principal transformação que irá marcar e caracterizar a epistemologia das geoinformações no século XX se anuncia ainda no século XIX, mas apenas começa a ganhar maior desenvoltura, na produção geoinformacional, na década de 1920, com a fotogrametria. Em linhas gerais, esta transformação caracteriza-se pelas possibilidades criadas pela utilização de diversos tipos de imagens na geração de geoinformações, caracterizando aquilo que se hoje conhece como sensoriamento remoto.

Da perspectiva epistemológica deste trabalho, trata-se de uma prótese de extensão ou ampliação da ação inteligente levada a cabo pela inteligência perceptiva. Uma prótese que pode enriquecer a capacidade de perscrutação do território e do objeto a representar na inteligência imagética. Parece tratar-se, portanto, de uma tentativa de extensão da capacidade natural de produzir e reter imagens que tem a inteligência representativa imagética. Como a inteligência representativa conceitual opera intelectualmente sobre a inteligência representativa imagética, na medida em que são estendidas as capacidades imagéticas desta, mais rico passa a ser o cenário sobre o qual irá operar a inteligência representativa conceitual.

Mas a questão não se restringe às imagens. A tecnologia em desenvolvimento acelerado desde o século XX viabilizou outro tipo de levantamento por sensoriamento, que antes era virtualmente impraticável, e que, no entanto, é muito importante à geologia, pelos ricos modelos tridimensionais de relevo que faculta. Trata-se dos métodos de sensoriamento ativo, que dizem respeito à caracterização volumétrica rápida e precisa de objetos tridimensionais. Este tipo de levantamento ganha potência no século XXI com o desenvolvimento dos equipamentos de varredura a laser, que produzem uma densa nuvem de pontos tridimensionais, capaz de caracterizar com precisão e detalhamento objetos geográficos naturais que antes eram de difícil caracterização detalhada pela fotogrametria.

As transformações potencializadoras das geoinformações, dos sensores de altíssima resolução aos sensores ativos de varredura laser e geração de modelos tridimensionais, acabaram por ensejar ainda mais o desenvolvimento de poderosos ambientes, para a análise destes geodados mais sofisticados. Passaram a demandar, também, uma mais rica e mais precisa estruturação geométrica dos dados, porque, à medida que as possibilidades de análise espacial – essencialmente de natureza topológica – se fazem mais poderosas, mais precisa deve ser a estruturação geométrica que dá consistência à análise topológica. A integração total de dados nos ambientes SIG, com a afluência crescente de geodados cada vez mais qualificados, ensejou também a unificação dos sistemas de georreferenciamento e a crescente preocupação com a qualidade (exatidão ou acurácia) dos dados produzidos.

Observe-se, portanto, que a quantidade de geodados descritivos disponíveis acerca dos objetos de conhecimento ampliou-se bastante neste século, potencializando muito a base sobre a qual o sujeito pode operar intelectualmente. Uma das facetas mais importantes que emerge desta percepção de potencialização dos ambientes da representação dá conta da possibilidade de representação da dinâmica, inclusive temporal (a quarta dimensão) dos fenômenos, que era praticamente impossível nos ambientes materiais de representação (mapas e cartas). A esta mudança paradigmática muito importante se associa agora outra mudança

paradigmática, talvez até mais revolucionária em termos das condições de operacionalização e uso das geoinformações: trata-se da possibilidade do usuário movimentar o ponto de vista a partir do qual ele observa a representação. Em termos metafóricos, o processo é similar à situação em que o observador se posiciona em frente a uma maquete tridimensional concreta.

Vistas assim de forma sintética, estas transformações na formatação das geoinformações trazem à baila a questão do que é pertinente ou não incorporar à formação de bases de dados geográficos de suporte à geologia, e de como preparar estes dados para que eles se adéquem às transformações ainda em curso. Como conciliar as questões epistemológicas e práticas?

2.4 Consolidação dos Aspectos Epistemológicos e Práticos

A análise epistemológica, que se concentrou nas representações imagéticas e conceituais para uma modelagem simplificada da questão da construção do conhecimento que se associa às pesquisas geológicas, articula-se às questões da prática analítica da geologia para destacar três aspectos importantes à constituição das bases de dados geográficos à análise.

A primeira questão diz respeito à representação da paisagem, importante às associações que fazem os estudos geológicos entre os fenômenos em estudos e as evidências deles deixadas à mostra na paisagem. Há aqui uma ênfase na solução imagética.

A segunda reporta-se ao modelo digital tridimensional do terreno, que é referência para toda a ancoragem dos dados de outros levantamentos importantes à caracterização do fenômeno geológico, como no caso das investigações geológico-geotécnicas e às investigações geofísicas. Há aqui uma ênfase nas soluções de sensoriamento ativo.

E, não menos importante, o terceiro ponto alude à questão do estabelecimento de um sistema de georreferenciamento preciso e único a todos os dados, que viabilize uma adequada articulação entre os dados passados e presentes, criando ainda condições para que esta integração se estenda ao futuro, assegurando desde já a continuidade da análise futura. Há aqui a afirmação dos SIG como ambientes poderosos de análise e, também, a demanda pelas providências de integração total de dados, que permite o enriquecimento das análises.

À luz destas questões que articulam epistemologia e enfoque prático, analisam-se, na sequência, as soluções encontradas para a especificação dos dados geográficos que consubstanciam as bases de apoio às pesquisas geológicas.

3. Resultados e Discussão

O cotejamento das questões epistemológicas e práticas parece ratificar as razões que levaram Bonham-Carter (1994) a enfatizar que o homem tem uma extraordinária habilidade para entender visualmente relações espaciais complexas, enquanto que estas mesmas informações, se formatadas e apresentadas através de uma tabela ou de um texto, poderiam se tornar ininteligíveis. O fenômeno geológico, por sua complexidade, enriquece bastante a expressão de análise e síntese de seu conhecimento, quando representado em formatações geoinformacionais. Assim, à busca de uma solução que potencialize ainda mais essa riqueza, apresenta-se a seguir as soluções adotadas para a constituição da base de geodados, que resultou da consideração das questões neste trabalho contempladas.

3.1 Representação Imagética da Paisagem

Em termos epistemológicos, parece haver uma tendência, de difícil evidência, pela adoção de representações imagéticas em lugar daquelas de natureza semiótica (mapas). Configura-se razoável especular que, para a inteligência representacional imagética, tanto melhor quanto mais realistas forem as imagens que afluem ao teatro de operações da mente. Afinal, a ambição limite, inalcançável, de toda representação imagética é representar sem perdas o real, o mundo concreto; de fato, a expectativa do sujeito em relação à representação, à formatação das geoinformações que fazem a interface de sua relação com o espaço, é pela

imagem o mais realista possível, o mais assemelhada possível ao mundo concreto, à realidade, sem traduções (através da semiótica dos mapas) ou perdas, ou seja, tornando a intermediação tão invisível quanto possível.

Nesse contexto, a representação da paisagem e dos sistemas de objetos geográficos que formam as configurações territoriais ficou adjudicada às imagens de altíssima resolução, tanto fotogramétricas digitais, com resoluções predominantes de 35 cm, quanto satelitais, com resoluções de 1m e 60 cm. Estas imagens, consoante as demandas crescentes por uma estruturação geométrica rigorosa dos dados espaciais, foram especificadas como ortorretificadas, com predominante aplicação de modelos digitais de alta precisão (oriundos da varredura laser) em sua retificação diferencial.

3.2 Modelagem Tridimensional do Relevo

Ainda nas questões da estruturação geométrica, mas agora mais enfocadas na questão tridimensional, as decisões metodológicas para produção da base de dados reafirmam a histórica vinculação da geologia com as representações tridimensionais. Interessante observar que a representação geoinformacional em geologia, ao final do século XIX, desenvolveu uma solução de visualização de informações que parece, mesmo em face das limitações da época, antecipar o valor da visão a partir de diferentes pontos de vista, também na interpretação geoinformacional do espaço. Trata-se dos blocos-diagrama, que são uma perspectiva oblíqua, isométrica, contemplando uma visão perspectivada das camadas subterrâneas da crosta terrestre. Os blocos-diagrama coordenam a representação da dimensão superficial da paisagem com as representações verticais, subterrâneas, da geologia, constituindo-se numa representação de grande valor à análise geomorfológica, como observou Thrower (1999).

No caso específico da constituição da base de dados geográficos, a decisão acerca da representação tridimensional precisa optou pela adequada caracterização do modelo digital de terreno – MDT através de varreduras laser, com densidade média de um ponto por metro quadrado, com exatidão melhor do que 0,7 m, para as áreas sem vegetação. A adoção desta solução foi também orientada pela convicção de que a elevada precisão dos dados de modelagem tridimensional do terreno traria ganhos expressivos para os levantamentos geofísicos e geotécnicos, que utilizam este modelo como referência para a modelagem dos dados de subsuperfície que resultam de seus levantamentos. Esta solução viabiliza que, em sistemas computacionais especialistas, se faça de forma muito mais rica a geração de blocos-diagrama virtuais, tridimensionais e dinâmicos, muito mais substanciais e poderosos na capacidade de instruir conhecimento, do que seus antecessores históricos.

3.3 SIG e Unificação de Referenciais Geodésicos

Longley et al. (2001) destacam que os ambientes digitais de representação da geoinformação, que foram gradativamente se desenvolvendo e marcando a transição para a desmaterialização das geoinformações, viabilizaram uma potencialização de funções de uso e interpretação de informações que, nas bases gráficas convencionais dos mapas, eram virtualmente impraticáveis. Extrair medidas rápida e precisamente, superpor, combinar e comparar mapas e fazer variar a escala, dentre outras funcionalidades, eram tarefas cuja execução era muito trabalhosa na base gráfica, exigindo até certa habilidade ou experiência prévia para seu desempenho. Nesta mesma linha geral de argumentação, Bonham-Carter (1994) chama a atenção para o fato de que os SIG contemporâneos têm o potencial de liberar seus usuários de atividades técnicas, lentas e trabalhosas de manipulação de dados, deixando mais tempo para as criativas análises e interpretações das informações.

A capacidade de análise das informações enriquece-se ainda, naturalmente, ao nível da inteligência representativa imagética, porque a capacidade de articulação e composição dos dados apresentados nos SIG, inclusive pela interrelação entre diferentes tipos de imagens, é

muito maior do que aquela que resultaria apenas do que se vê à vista desarmada. Numa análise sobre a geologia de uma área, além das análises da paisagem e de seus elementos mais definidores, como o relevo, o tipo de solo, a vegetação, que poderiam ser obtidos através da imagem sobre o visível, incorporam-se as imagens obtidas com sensores multiespectrais, sensores capazes de imagear as forças gravitacionais, etc. Como observa Wilford (2000), explora-se assim uma crescente capacidade de perceber, de ver para além da restrita sensibilidade do olho humano.

Esta integração poderosa de dados de diversas fontes, entretanto, depende de questões simples, mas de implementação prática complexa, que nunca estiveram no centro das preocupações da geologia. Trata-se da unificação dos referenciais geodésicos que permite a total integração e análise comparativa de dados de diferentes épocas e origens, em sistemas agora disponíveis para isso, os SIG. E no que tange ao SIG, um ambiente de integração e análise de todos os dados, chamado de GIS Mineral, foi desenvolvido em ambiente ArcGis.

3.4 Tendência aos Ambientes 4D

Pela potencialização das condições de interação do usuário com os SIG são produzidas também as novas condições de operacionalização que permitem ao usuário conviver com uma mudança paradigmática muito importante na representação das geoinformações. Trata-se da transformação da bidimensionalidade em tridimensionalidade, ou seja, passa a ser possível representar o ambiente não apenas como um conjunto de informações reduzido a um plano de referência, mas sim representar as informações em toda a sua tridimensionalidade.

Se esta questão da interatividade do sujeito com a representação for abordada da perspectiva de que a representação pode potencializar a intermediação deste com o fenômeno estudado, a transformação das representações 2D e estáticas em 3D e dinâmicas leva naturalmente à percepção de que ao usuário se pretenderia dar quase toda a flexibilidade que tem o analista que percorre o ambiente do mundo concreto.

MacEachren et al. (2005) destacam que a implementação de ambientes de realidade virtual de geovisualização depende ainda da superação de uma série de desafios que eles enumeram como sendo: a busca de um equilíbrio entre realismo e abstração, conforme os diferentes contextos de uso da geoinformação, o desenvolvimento de métodos para a interação com a informação geoespacial apresentada no ambiente de realidade virtual, bem como o desenvolvimento de abordagens que se beneficiem do potencial dos ambientes de realidade virtual, principalmente naquilo que tange à colaboração cooperativa em pesquisa e ensino.

No entanto, em face da perspectiva epistemológica que aponta a riqueza informacional dos ambientes 3D, as especificações previram a geração de modelos digitais de superfície – MDS que permitirão, no futuro, a constituição pormenorizada de ambientes 3D que representem não apenas o relevo, mas também os vários objetos naturais e culturais que formam o ambiente das análises ambientais. E permitirão, ainda, que se incorporem as representações de fenômenos dinâmicos que caracterizam as transformações no tempo, levando as geoinformações a tornarem-se quadridimensionais, representando espaço e tempo.

4. Conclusões

Conhecer os princípios epistemológicos que envolvem a geoinformação e sua relação interdisciplinar com a geologia é muito importante, no sentido em que estes ambientes de pesquisa estão em mutação, numa velocidade maior do que a nossa compreensão.

Com efeito, a constituição de uma base de dados geográficos complexa para apoio à geologia não poderia ter sido analisada apenas da perspectiva prática. A análise epistemológica associada de forma interdisciplinar à configuração dos geodados evidenciou aspectos importantes a considerar na especificação dos produtos e processos de constituição da base. O primeiro deles dá conta da importância da representação imagética com imagens

de alta resolução. A análise epistemológica parece evidenciar que a preferência do usuário pela imagem decorre da maior afinidade epistemológica entre as imagens de sensoriamento remoto de alta resolução e a sua representação mental imagética. Se o aspecto a destacar diz respeito às demandas por maior exatidão, a perspectiva epistemológica parece trazer à tona a crescente importância da estruturação geométrica mais precisa dos dados, fundamento este que justifica a opção pela varredura laser e pelas preocupações com o georreferenciamento único e mais preciso. A geologia sempre conviveu, de forma relativamente tolerante, com a imprecisão dos levantamentos que a apoiavam. Este, de uma perspectiva epistemológica, não parece mais ser o paradigma, porque as análises geológicas e as expectativas por seus resultados estão se tornando mais refinadas e precisas, mais cirúrgicas, o que, inevitavelmente, enseja uma demanda por dados mais precisos, processados em ambientes mais poderosos, como os SIG. Esta demanda se constata na prática, no entanto, sua melhor compreensão se dá à luz de uma análise de fulcro epistemológico, como aquela aqui sintetizada. A sofisticação desta análise geológica também se mostra em crescimento constante, como se percebe, de forma empírica, pelo interesse gerado pelos ambientes 3D, 4D e de realidade virtual. Novamente se pode observar, à luz da epistemologia, que não há simples deslumbramento no interesse por estes ambientes. Eles são efetivamente mais ricos à análise, pela razão mais provável de que a inteligência conceitual opera de forma mais rica e sofisticada sobre estes ambientes. Não é deslumbramento; é percepção de que nestes ambientes a análise se torna mais poderosa, mais efetiva.

Enfim, em face de uma crescente disponibilização de novas geotecnologias, uma análise apenas superficial da pertinência da aplicação destas poderia ter sido uma empreitada arriscada. Optou-se pela análise dos aspectos epistemológicos para que se pudesse olhar a essência dos processos transformacionais da construção do conhecimento, que se associam às transformações das geotecnologias, para que o processo decisório de constituição das bases de geodados se fizesse de forma sustentada, cotejando perspectivas epistemológicas e práticas.

Referências Bibliográficas

- Bonham-Carter, G. F. **Geographic information systems for geoscientists: Modelling with GIS**. Kidlington: Pergamon, 1994.
- Castiglione, L.H.G. **Epistemologia das geoinformações: Uma análise histórico-crítica**. 2009. 371 p. (UFF/IBICT/PPGCI). Tese (Doutorado em Ciência da Informação) – Universidade Federal Fluminense, Niterói. 2009.
- Delano Smith, C. Prehistoric maps and the History of Cartography: an introduction. In: HARLEY, J.B. & WOODWARD, David. (Ed.). **The History of Cartography: Cartography in prehistoric, ancient, and medieval Europe and the Mediterranean**. Chicago: The University of Chicago Press, v. 1, 1987. p. 45-49.
- Dilke, O.A.W. Itineraries and geographical maps in the Early and Late Roman Empires. In: Harley, J.B. & Woodward, David. (Ed.). **The History of Cartography: Cartography in prehistoric, ancient, and medieval Europe and the Mediterranean**. Chicago: The University of Chicago Press, v. 1, 1987. p. 234-257.
- Longley, P. A. et al. **Geographic information systems and science**. Chichester: John Wiley & Sons, 2001.
- MacEachren, A. M. et al. **Virtual environments for geographic visualization: potential and challenges**. Disponível em: <<http://www.geog.psu.edu/publications/NPIVM99/amnNPIVM.pdf>>. Acesso em: 12 mai. 2005.
- Montoya, A. O. D. **Piaget: imagem mental e construção do conhecimento**. São Paulo: Editora Unesp, 2005.
- Thrower, N. J.W. **Maps & civilization: Cartography in culture and society**. Chicago: University of Chicago Press, 1999.
- Wilford, J. N. **The mapmakers**. New York: Vintage Books, 2000