

Clarice Murta Dias

**Banco de Dados Geográficos
como suporte à gestão territorial
do Geopark Quadrilátero
Ferrífero**

XIV Curso de Especialização em
Geoprocessamento
2013



UFMG
Instituto de Geociências
Departamento de Cartografia
Av. Antônio Carlos, 6627 – Pampulha
Belo Horizonte
cartografia@igc.ufmg.br

CLARICE MURTA DIAS

**BANCO DE DADOS GEOGRÁFICOS COMO SUPORTE À
GESTÃO TERRITORIAL DO GEOPARK QUADRILÁTERO
FERRÍFERO**

Monografia apresentada como requisito parcial à obtenção do grau de Especialista em Geoprocessamento. Curso de Especialização em Geoprocessamento. Departamento de Cartografia. Instituto de Geociências. Universidade Federal de Minas Gerais.

Orientador: Dra. Karla Albuquerque de Vasconcelos Borges

**BELO HORIZONTE
2013**

D541b Dias, Clarice Murta.
2013 Banco de dados geográficos como suporte à gestão territorial do
geopark Quadrilátero Ferrífero [manuscrito] / Clarice Murta Dias. – 2013.
vii, 31 f. : il. (color.)

Monografia (especialização em Geoprocessamento) – Universidade
Federal de Minas Gerais, Instituto de Geociências, 2013.

Orientadora: Karla Albuquerque de Vasconcelos Borges.

Bibliografia: f. 30-31.

1. Patrimônio geológico. 2. Sistemas de informação geográfica. 3.
Quadrilátero Ferrífero (MG). I. Borges, Karla Albuquerque de
Vasconcelos. II. Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de
Geociências. III. Título.

CDU: 911:681.3



Universidade Federal de Minas Gerais
Instituto de Geociências
Departamento de Cartografia
Curso de Especialização em Geoprocessamento

Monografia defendida e aprovada em 04 de dezembro de 2013 pela banca examinadora constituída pelos seguintes professores:

Profa. Dra. Karla Albuquerque de Vasconcelos Borges
IGC/UFMG - Orientador

Prof. Dr. Clodoveu Augusto Davis Júnior – IGC/UFMG

SUMÁRIO

1	Introdução.....	8
1.1	Apresentação.....	8
1.2	Objetivos.....	8
1.2.1	Geral.....	8
1.2.2	Específico.....	8
2	Geoparque.....	10
2.1	Patrimônio Geológico.....	10
2.2	A Rede Global de Geoparques da UNESCO.....	12
2.3	Geopark Quadrilátero Ferrífero.....	14
3	BANCO DE DADOS GEOGRÁFICOS.....	18
3.1	Representação Geográfica.....	18
3.2	Modelo OMT-G.....	19
4	Infraestrutura de Dados Espaciais.....	22
5	Metodologia.....	23
6	Resultados.....	25
6.1	Modelo de dados conceitual.....	25
6.2	Fonte de dados.....	26
6.2.1	Dados disponíveis.....	26
6.2.2	Dados indisponíveis, mas passíveis de espacialização:.....	27
6.2.3	Dados não localizados.....	27
6.2.4	Dados tabulares.....	28
6.2.5	Dificuldades para implementação do banco de dados.....	28
7	Considerações Finais.....	29
8	Referências Bibliográficas.....	30

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

	Pags.
Figura 1: Delimitação do Geopark Quadrilátero Ferrífero.	16
Figura 2: Modelo de dados conceitual	25

LISTA DE SIGLAS

BD – Banco de Dados
CPRM – Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais
DATASUS – Departamento de Informática do SUS
DNPM – Departamento Nacional de Produção Mineral
EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
FIEMG – Federação das Indústrias do Estado de Minas Gerais
IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IER – Instituto Estrada Real
IGA – Instituto de Geociências Aplicadas
INDE – Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais
INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
IPHAN – Instituto de Patrimônio Histórico e Artístico Nacional
SEMAD – Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável
SIDRA – Sistema IBGE de Recuperação Automática
SIG – Sistema de Informações Geográficas
SIGEP – Comissão Brasileira de Sítios Geológicos e Paleobiológicos
UNESCO – Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura
ZEE MG – Zoneamento Ecológico Econômico de Minas Gerais

RESUMO

As informações geográficas estão cada vez mais acessíveis, sendo sua utilização generalizada. Tais informações são armazenadas e recuperadas por bancos de dados geográficos, integrantes dos Sistemas de Informações Geográficas, que são importantes ferramentas para subsidiar a gestão territorial. Nesse contexto, o presente trabalho propõe um modelo de banco de dados geográfico, baseado no modelo OMT-G, para auxiliar na divulgação e gestão do território do Geopark Quadrilátero Ferrífero, voltado principalmente para a comunidade científica, acadêmica e institucional. A proposta do geoparque, instrumento concebido pela UNESCO, visa a geoconservação do patrimônio geológico, sendo composto por um conjunto de geossítios, ou locais de interesse geológico, que representam a história geoecológica da Terra ou a história da mineração desde os primórdios da humanidade. O contexto ambiental, social, econômico e da infraestrutura do geoparque é de fundamental importância, uma vez que o geoparque deve ser capaz de realizar o desenvolvimento sustentável local. Esse contexto, inclusive, é solicitado à candidatura de um geoparque à Rede Global de Geoparques da UNESCO. Entretanto, um dos maiores problemas ao patrimônio geológico é a falta de informações sobre sua existência, que muitas vezes são destruídos para implantação de empreendimentos sem que ao menos tenham sido conhecidos. Nesse viés, a proposta de um modelo de banco de dados visa da publicidade ao patrimônio geológico do Geopark Quadrilátero Ferrífero, possibilitando a geoconservação e o geoturismo. Para construção do esquema lógico, procedeu-se a abstração do mundo real desse geoparque, baseado em Ruchkys (2007) e no Dossiê de Candidatura à Rede Mundial de Geoparks da UNESCO (MINAS GERAIS, 2009). A partir dessa abstração foram definidas as entidades e classes que compõem o esquema lógico. Identificou-se nas infraestruturas de dados espaciais os dados necessários à implementação do banco de dados. Dessa forma, percebeu-se que a maior dificuldade em implementar o banco proposto está relacionada as informações de competência das prefeituras municipais, sendo que muitos municípios não possuem tradição em representações cartográficas. Nesse contexto, conclui-se que o banco de dados geográfico proposto é passível de implementação, sendo que 79% das classes propostas possuem dados disponibilizados nas infraestruturas de dados espaciais.

Palavras-chave: Patrimônio Geológico. Geoparque. Sistema de Informações Geográficas.

Modelo OMT-G. Infraestrutura de Dados Espaciais.

1 INTRODUÇÃO

1.1 Apresentação

O Sistema de Informações Geográficas (SIG) é capaz de adquirir, armazenar, processar, analisar e exibir informações digitais georreferenciadas, topologicamente estruturadas, associadas ou não a um banco de dados alfanuméricos (ROCHA, 2007).

Entretanto, para que o SIG admita multiusuários é necessário utilizar o banco de dados geográfico, sendo que as atualizações na base de dados será refletida à todos os usuários. Nesse caso, o banco de dados manter-se-á íntegro. Além disso, para que informações qualitativas e temporais componham o SIG é adequada à utilização de um banco de dados alfanumérico associado.

Dessa forma, o banco de dados é uma importante ferramenta de gestão, uma vez que desde o ano 2000 ocorre a utilização generalizada do SIG como produto de consumo e como instrumento de trabalho sobre dados geográficos (MATOS, 2008).

Nesse sentido, um bando de dados geográficos utilizado como suporte à gestão territorial, direcionado à comunidade científica, acadêmica e institucional, auxiliará na divulgação e compreensão do território do Geopark Quadrilátero Ferrífero, contribuindo para a sua geoconservação.

1.2 Objetivos

1.2.1 Geral

Propor um banco de dados geográficos para o Geopark Quadrilátero Ferrífero, que possa subsidiar a geoconservação, a gestão do território, o desenvolvimento do geoturismo e a publicidade desse patrimônio geológico. O banco de dados poderá ser utilizado para realização de consultas espaciais e para visualização cartográfica em Sistema de Informação Geográfica (SIG).

1.2.2 Específico

- Abstrair as características do geoparque, do mundo real para o esquema, ou modelo conceitual, de acordo com o modelo OMT-G, a partir da proposição de Ruchkys

(2007) e do Dossiê de Candidatura à Rede Mundial de Geoparks da UNESCO (MINAS GERAIS, 2009).

- Localizar os dados geográficos necessários à implementação do banco de dados, identificando as instituições produtoras desses dados e se esses estão disponibilizados nas infraestruturas de dados espaciais nacional e estadual;
- Avaliar as dificuldades de implementação do projeto de banco de dados proposto.

2 GEOPARQUE

2.1 Patrimônio Geológico

O patrimônio geológico corresponde ao “passado geológico impresso nos registros fósseis, nos minerais, no relevo e nas rochas” (RUCHKYS, 2007, p. 1), registro da evolução do planeta ao longo do tempo, cuja escala temporal é de milhões de anos. “Associado ao patrimônio geológico existe o patrimônio da história da mineração que guarda o registro do desenvolvimento das técnicas e métodos utilizados na extração mineral desde os primórdios da humanidade.” (Declaração de Aracaju, 2006).

Esse patrimônio representa:

o conjunto de geossítios (ou locais de interesse geológico) inventariados e caracterizados de uma dada região, sendo os geossítios bem delimitados geograficamente, onde ocorrem um ou mais elementos da geodiversidade com singular valor do ponto de vista científico, pedagógico, cultural, turístico, ou outro (BRILHA, 2005, *apud* NASCIMENTO; RUCHKYS; MANTESO-NETO, 2008, p. 11).

Os geossítios constituem o patrimônio geológico de um geoparque, como observado por Schobbenhaus e Silva (2012):

o conjunto de geossítios inventariados e caracterizados numa dada região ou no contexto de um geoparque constitui o Patrimônio Geológico. Os sítios geológicos são assim locais-chaves para o entendimento da história da dinâmica da Terra e da história da vida, desde a sua formação, e por isso devem ser preservados para futuras gerações (geoconservação). Isso somente poderá ser alcançado através da educação em geociências (SCHOBHENHAUS; SILVA, 2012, p. 14).

Assim o patrimônio geológico “pode ser definido como recurso documental de caráter científico, de conteúdo importante para o conhecimento e estudo da evolução dos processos geológicos e que constitui o registro da totalidade da evolução do planeta.” (RUCHKYS, 2007, p. 9).

O reconhecimento desse patrimônio surge no 1º Simpósio Internacional sobre a Proteção do Patrimônio Geológico, ocorrido em Digne-Les-Bains na França, no qual participaram especialistas de trinta diferentes nações, resultando na Declaração Internacional dos Direitos à Memória da Terra, de 13 de junho de 1991.

Da mesma forma como uma velha árvore registra em seu tronco a memória de seu crescimento e de sua vida, assim a Terra guarda a memória do seu passado... Uma memória gravada em níveis profundos ou superficiais. Nas rochas, nos fósseis e nas paisagens, a Terra preserva uma memória passível

de ser lida e decifrada (Declaração Internacional dos Direitos à Memória da Terra, 1991).

No Brasil, a iniciativa de reconhecimento desse patrimônio surge com a aprovação¹ da Declaração de Aracaju, no Sergipe, em 6 de setembro de 2006, pela Assembleia Geral da Sociedade Brasileira de Geologia, durante o XLIII Congresso Brasileiro de Geologia, sendo a primeira declaração sobre o tema geoconservação e afins feita fora da Europa. A Declaração de Aracaju recomenda iniciativas de geoconservação, que se referem à proteção do patrimônio geológico e incluem ações administrativas, atividades educativas e geoturismo.

Embora, no Brasil, haja instrumentos de reconhecimento de paisagens como patrimônio cultural² e como unidade de conservação ambiental³, o seu reconhecimento como patrimônio geológico surge com a criação da Rede Global de Geoparques da Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO).

Nesse contexto, os instrumentos de proteção das paisagens não consideram o seu valor geológico, sendo que:

Na maioria dos países, no contexto das legislações existentes sobre a conservação de áreas protegidas, as referências diretas sobre a proteção do patrimônio geológico aparecem de forma implícita, com denominações como recursos naturais, paisagem e ecossistemas. A ocorrência de valores geológicos enquadrados em áreas protegidas, frequentemente, é uma mera coincidência. No Brasil, os fenômenos geológicos têm sido protegidos de forma casual, entre valores biológicos, estéticos e culturais, em vez de serem por seus próprios valores científicos (RUCHKYS, 2007, p. 11).

Assim, a falta de conhecimento sobre o patrimônio geológico configura uma ameaça à alteração ou destruição de sítios geológicos, pela implantação de obras de infraestrutura ou grandes empreendimentos (DALVAN, 1994 *apud* RUCHKYS, 2007).

A geoconservação, proposta como forma de proteção do patrimônio geológico, tem como principais objetivos:

(1) conservar e assegurar a manutenção da geodiversidade; (2) proteger e manter a integridade dos locais com relevância em termos de geoconservação; (3) minimizar os impactos adversos dos locais importantes

¹ Proposta apresentada pelo Simpósio 17 - Geoconservação e Geoturismo: Uma Nova Perspectiva para o Patrimônio Natural.

² “[...] são também sujeitos a tombamento os monumentos naturais, bem como os sítios e paisagens que importe conservar e proteger pela feição notável com que tenham sido dotados pela natureza ou agenciados pela indústria humana”. (Art. 1º, § 2º, Decreto-Lei Federal n.º 25, de 1937).

³ “proteger paisagens naturais e pouco alteradas de notável beleza cênica; proteger as características relevantes de natureza geológica, geomorfológica, espeleológica, arqueológica, paleontológica e cultural; (Art. 4º, VI e VII, Lei Federal n.º 9.985, de 2000).

em termos de geoconservação; (4) interpretar a geodiversidade para os visitantes de áreas protegidas e; (5) contribuir para a manutenção da biodiversidade e dos processos ecológicos dependentes da geodiversidade (SHARPLES, 2002, apud RUCHKYS, 2007, p. 12).

2.2 A Rede Global de Geoparques da UNESCO

A partir da Declaração Internacional dos Direitos à Memória da Terra, a UNESCO propôs a criação de geoparques como forma de geoconservação do patrimônio geológico. Nesse sentido definiu o geoparque como:

um território com limites bem definidos que tem uma área suficientemente grande para que sirva ao desenvolvimento econômico local. Isto compreende certo número de sítios associados ao patrimônio geológico de importância científica especial, beleza ou raridade, representativo de uma área e de sua história geológica, eventos ou processos. Além disto, um geoparque deve ter valor ecológico, arqueológico, histórico ou cultural (UNESCO, 2004, apud NASCIMENTO; RUCHKYS; MANTESO-NETO, 2008, p. 27).

A Rede Global de Geoparques é “uma rede de proteção orientada por critérios universalmente aceitos e visam, sobretudo, a colaborar com os esforços de cada país para a conservação e preservação do seu patrimônio.” (RUCHKYS, 2007, p. 32).

Segundo a Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM), essa rede:

foi criada em 13 de fevereiro de 2004, em reunião realizada na sede da Unesco, em Paris, da qual participaram os membros do Conselho Científico do Programa Internacional de Geociências - IGCP, representantes da União Geográfica Internacional - IGU e da União Internacional das Ciências Geológicas - IUGS, além de especialistas internacionais sobre a conservação e promoção do patrimônio geológico. A GGN [*Global Geoparks Network*] é uma rede internacional não governamental, voluntária e sem fins lucrativos que fornece uma plataforma de cooperação entre os geoparques e reúne órgãos governamentais, organizações não governamentais, cientistas e comunidades de todos os países ao redor do mundo em uma única parceria global, operando de acordo com os regulamentos da Unesco (CPRM, 2012).

Nesse sentido, o Projeto Geoparques, “criado pelo Serviço Geológico do Brasil - CPRM em 2006, [...] tem como premissa básica a identificação, levantamento, descrição, inventário, diagnóstico e ampla divulgação de áreas com potencial para futuros geoparques no território nacional.” (CPRM, 2012).

Dentre as solicitações da UNESCO à candidatura de um geoparque, deve-se apresentar sua caracterização, envolvendo localização, litoestratigrafia, aspectos geotectônicos e evolução tectônica; o nível de proteção, e informações específicas de cada sítio geológico. Além de dados de densidade populacional, presença de vilas e cidades, vantagens e limitações

geográficas, infraestrutura e acessibilidade a serviços, e evolução do mercado de trabalho, necessários para o planejamento de ações para o desenvolvimento sustentável (RUCHKYS, 2007).

A UNESCO citada por Ruchkys (2007) define os critérios para que uma área se enquadre na designação de geoparque:

- (1) A área deve se encaixar no conceito de geoparque da UNESCO;
- (2) Os sítios geológicos incluídos dentro da área devem ser protegidos e formalmente gerenciados;
- (3) Deve proporcionar o desenvolvimento ambientalmente e culturalmente sustentável, promovendo a identificação da comunidade local com sua área e estimulando novas fontes de receita, especialmente o geoturismo;
- (4) Deve servir como uma ferramenta pedagógica para educação ambiental, treinamento e pesquisa relacionada às disciplinas geocientíficas, proporcionando programas e instrumentos que aumentem a consciência pública sobre a importância do patrimônio geológico e trilhas;
- (5) Deve servir para explorar e demonstrar métodos de conservação do patrimônio geológico e deve contribuir para a conservação de aspectos geológicos significativos que proporcionem informações em várias disciplinas geocientíficas tais como geologia econômica, física, mineração, estratigrafia, mineração etc.;
- (6) Medidas de proteção do geoparque devem ser estabelecidas em conformidade com os serviços Geológicos ou grupos relevantes. O geoparque deve permanecer sob a jurisdição do estado no qual ele está inserido e é de responsabilidade do Estado decidir sobre a proteção de determinados sítios;
- (7) A legislação nacional e local relativa à proteção de sítios geológicos deve ser obedecida e não deve haver comercialização de minerais fósseis. Somente em certas circunstâncias deve-se permitir a coleção limitada de amostras com propósitos educativos e, preferencialmente, de sítios modificados naturalmente;
- (8) O geoparque deve possuir um plano de manejo contendo uma análise e diagnóstico do território, do geoparque e de seu potencial para o desenvolvimento econômico local;
- (9) A cooperação entre autoridades públicas, comunidades locais, empresas privadas, universidade e grupos de pesquisa deve ser estimulada;
- (10) A designação de uma área como geoparque da UNESCO deve receber publicidade e promoção apropriadas e a UNESCO deve se informar sobre todos os avanços;
- (11) Se o território proposto para um geoparque for idêntico ou se sobrepor a uma área inscrita como patrimônio mundial ou como reserva da biosfera é necessário um esclarecimento antes de submeter à proposta. (RUCHKYS, 2007, p. 40-41).

Nesse sentido, Brilha (2005) citado por Nascimento, Ruchkys e Mantoso-Neto (2008, p. 33), apresenta um modelo de quantificação de um geossítio, considerando os “critérios que

representem feições intrínsecas de cada geossítio (A), o seu uso potencial (B) e necessidade de proteção (C)”. Tais critérios⁴ são apresentados a seguir:

A7 - Associação com elementos de índole cultural: Presença de ocorrências consideradas patrimônio cultural (evidências paleontológicas, arqueológicas, históricas, artísticas, etc.). Este critério, bem como o descrito a seguir, privilegia os geossítios que ocorram associados a outro tipo de patrimônio cultural ou natural.

A8 - Associação com outros elementos do meio natural: ocorrência de exemplos particulares da biodiversidade (fauna e/ou flora). [...]

B4 - Acessibilidade: Considera-se como situação favorável a possibilidade de acesso fácil ao geossítio.

B5 - Proximidade a povoados: Está relacionada com a existência de serviços de apoio aos visitantes dos geossítios.

B6 - Número de habitantes: Este critério e o próximo relacionam-se com a existência, ou não de um público potencial.

B7 - Considerações socioeconômicas: No caso de haver dificuldade na obtenção destes dados para a área em estudo, devem ser consideradas estatísticas relacionadas aos distritos, municípios e estados, etc. [...]

C1 - Ameaças atuais ou potenciais: Valorizar os geossítios que ocorram fora das zonas de expansões urbanas, industriais ou outras, de modo a facilitar a sua classificação e conservação.

C2 - Situação atual: Privilegiar os geossítios que não possuam nenhum tipo de proteção legal.

C3 - Interesse para a exploração mineira: Devido a dificuldade de conjugar o interesse mineiro e a conservação do geossítio, valorizar os locais que não apresentem nenhum interesse para possível exploração mineira. (BRILHA, 2005 *apud* NASCIMENTO; RUCHKYS; MANTESO-NETO, 2008, p. 33-34).

2.3 Geopark Quadrilátero Ferrífero

O Geopark Quadrilátero Ferrífero foi proposto por Ruchkys, em 2007, e sua candidatura à Rede Global de Geoparques da UNESCO ocorreu em 2009. O patrimônio geológico do Quadrilátero Ferrífero “está associado principalmente à história geocológica da Terra e à história da mineração no Brasil.” (RUCHKYS, 2007, p. 6).

Os critérios de seleção do Quadrilátero Ferrífero para geoconservação consideraram “representatividade no contexto geológico regional; potencialidade para o desenvolvimento de estudos multidisciplinares; potencialidade para o desenvolvimento de atividades educacionais, incluindo o geoturismo e pesquisa científica” (RUCHKYS, 2007, p. 6).

⁴ Optou-se, neste trabalho, pela seleção dos critérios espaciais ou espacializáveis.

O Quadrilátero Ferrífero:

corresponde a um bloco de estruturas do Pré-Cambriano, elevadas em seus quatro lados por erosão diferencial. Assim, quartzitos e itabiritos formam cristas nas altitudes de 1300 a 1600 metros; tais cristas correspondem ao alinhamento da Serra do Curral, ao norte, da Serra do Ouro Branco, ao sul, da Serra da Moeda, a oeste e, a leste do conjunto formado pela Serra do Caraça e a ponto sul da Serra do Espinhaço (BARBOSA; RODRIGUES, 1967, *apud* RUCHKYS, 2007, p. 44).

A área proposta para o Geopark Quadrilátero Ferrífero (FIG 1) engloba os municípios de: “Bom Jesus do Amparo, São Gonçalo do Rio Abaixo, Barão de Cocais, Santa Bárbara, Catas Altas, Alvinópolis, Mariana, Ouro Preto, Ouro Branco, Congonhas, Jeceaba, Belo Vale, Moeda, Itabirito, Rio Acima, Brumadinho, Mario Campos, Sarzedo, Ibité, Nova Lima, Raposos, Sabará, Caeté, Belo Horizonte, Santa Luzia” (MINAS GERAIS, 2009, p. 5).

O patrimônio geológico do geoparque é constituído por vinte e oito (28) geossítios⁵, selecionados de acordo com recomendações da Comissão Brasileira de Sítios Geológicos e Paleobiológicos (SIGEP), além de parte do inventário realizado por Ruchkys (2007). Contudo, foram reconhecidos cinquenta e cinco (55) sítios “de interesse natural, cultural e religioso, principalmente os representativos da história do Quadrilátero Ferrífero e da história da mineração no Brasil” (MINAS GERAIS, 2009, p. 28).

O contexto geológico do Quadrilátero Ferrífero é caracterizado por três grandes conjuntos de rochas: complexos metamórficos de rochas cristalinas arqueanas; sequências do tipo *greenstone belts* arqueana representada pelo Supergrupo Rio das Velhas e sequências metassedimentares paleo e mesoproterozóicas representadas pelo Supergrupo Minas, Grupo Sabará, Grupo Itacolomi e Supergrupo Espinhaço (MINAS GERAIS, 2009, p. 8).

⁵ Selecionados para primeira fase de implantação do geoparque.

DELIMITAÇÃO DO GEOPARK QUADRILÁTERO FERRÍFERO

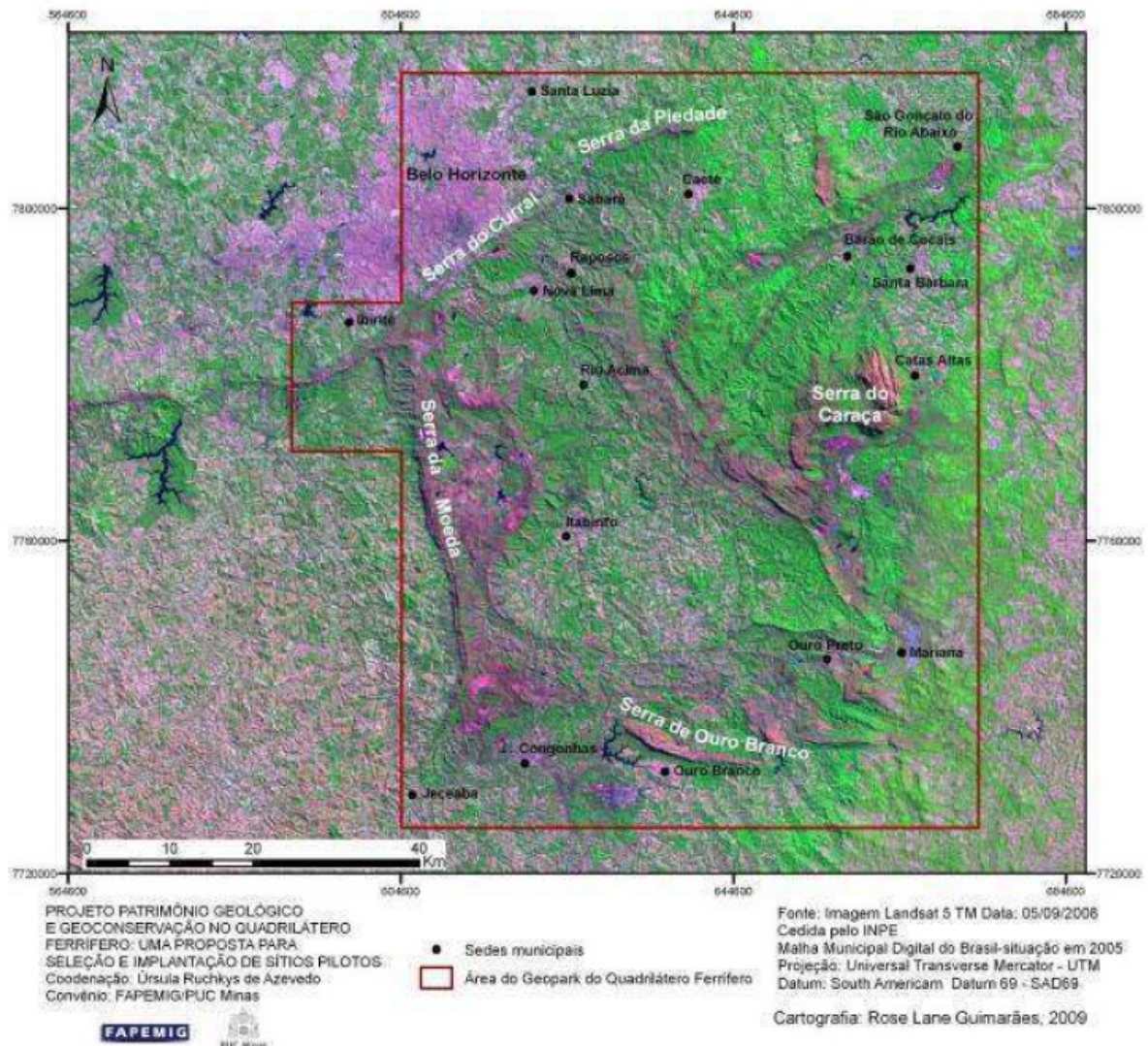


Figura 1: Delimitação do Geopark Quadrilátero Ferrífero.

Fonte: MINAS GERAIS, 2009, p. 3.

A história da mineração no Quadrilátero Ferrífero remonta o século XVII com a descoberta do ouro no Ribeirão do Tripuí, pelo mulato Duarte Lopes. Entretanto, atribui-se essa descoberta a Antônio Rodrigues Arzão, bandeirante paulista que buscava ouro na região do Pico do Itacolomi.

Este [mulato], indo ao Sertão com uns paulistas a buscar índios e chegando ao cerro Tripuí desceu abaixo com uma gamela para tirar água do ribeiro que hoje chamam do Ouro Preto, e, metendo a gamela na ribanceira para tomar água, e roçando-a pela margem do rio, viu depois que nela havia granitos da cor do aço, sem saber o que eram, nem os companheiros, aos quais mostrou os ditos granitos, souberam conhecer e estimar o que se tinha achado tão facilmente, e só cuidaram que aí haveria algum metal não bem formado, e por isso não conhecido (ANTONIL, 2011, p. 219).

No entanto, Furtado (1750) citado por Cunha (2007) atribui os descobrimentos do ouro a Antônio Dias de Oliveira por volta do ano de 1698, marcando o início da corrida para as Minas.⁶

O sertanista Borba Gato, integrante da bandeira do Fernão Dias que iniciou as entradas no território das Minas e aí descobriu “esmeraldas”⁷, desentendeu-se com Dom Rodrigo Castelo Branco ao entregar-lhes as gemas. Em 1682, Dom Rodrigo é assassinado pelos partidários de Borba Gato que se exilou por vinte e quatro anos no local denominado Sabarabuçu, atual município de Sabará. Borba Gato descobriu ouro nesse local, e em 1700 negociou sua liberdade com Artur de Sá e Meneses, Governador do Rio de Janeiro, revelando a localização do ouro de Sabarabuçu.

A partir da descoberta do ouro iniciou-se o povoamento do Quadrilátero Ferrífero, principalmente nos eixos Sabará, Mariana e Ouro Preto. Assim, vários arraiais e vilas tiveram sua origem ligada à mineração do ouro destacando-se: Caeté, Congonhas, Catas Altas, Santa Bárbara, Barão de Cocais, Cachoeira do Campo, Ouro Branco, Nova Lima, São Gonçalo do Rio Acima e Piedade do Paraopeba (RUCHKYS, 2007).

No início do século XIX, Dom João VI delegou ao Barão Eschwege a responsabilidade por revigorar a decadente mineração de ouro e implementar a indústria siderúrgica. Eschwege descreveu as serras constituídas por “rochas de ferro” com “uma aparência áspera e grotesca e se elevam a grande altura como o são o Pico d’Itabira...” (Eschwege, 1821, *apud* Machado, 2009, p. 87), batizando-as com o nome de itabirito, permanecendo na literatura até hoje. A mineração do ferro proporcionou o surgimento de diversas minas e siderurgias, tais como a Fábrica Patriótica e Morro do Pilar. No segundo quartel do XIX iniciou-se a atividade minerária em escala industrial com a exploração da Mina do Pico, pela Companhia Siderúrgica Nacional (ROSIÈRE, *et al*, 2005).

Dessa forma, alguns geossítios representam o patrimônio cultural de um município, estado ou nação, símbolo da ocupação do território mineiro motivada pela atividade minerária, que está marcada em edificações seculares, centros históricos, vestígios arqueológicos, bem como a valorização de picos e serras que refletem a história geocológica da Terra.

⁶ Vertente mais aceita pela comunidade acadêmica

⁷ As gemas encontradas por Fernão Dias foram turmalinas e águas-marinhas.

3 BANCO DE DADOS GEOGRÁFICOS

3.1 Representação Geográfica

A representação geográfica consiste em transformar conceitos abstratos do espaço geográfico em representações computacionais, oferecendo um conjunto de “estruturas de dados e algoritmos capazes de representar a grande diversidade de concepções do espaço.” (CÂMARA, 2005, p. 4).

Assim, a “modelagem geográfica resulta em um compromisso entre sintetizar conhecimento a partir de um conjunto de dados e simultaneamente providenciar a informação com conteúdo tão completo quanto possível” (MATOS, 2008, p. 17).

Nesse sentido, Câmara (2005) apresenta o paradigma dos quatro universos, que distingue quatro passos entre o mundo real e sua realização computacional, conforme descrito abaixo:

No primeiro passo, nossas percepções do mundo real são materializadas em conceitos que descrevem a realidade e respondem a questões como: *Que classes de entidades são necessárias para descrever o problema que estamos estudando?* (Smith, 2003). Criamos assim o *universo ontológico*, onde incluímos os conceitos da realidade a serem representados no computador [...].

O segundo universo (*o universo formal*) inclui modelos lógicos ou construções matemáticas que generalizam os conceitos do universo ontológico e dão resposta à pergunta: *Quais são as abstrações formais necessárias para representar os conceitos de nosso universo ontológico?* Estas abstrações incluem modelos de dados e álgebras computacionais. [...]

O terceiro universo é o *universo estrutural*, onde as diversas entidades dos modelos formais são mapeadas para estruturas de dados geométricas e alfanuméricas, e algoritmos que realizam operações. Neste universo, respondemos a questões como: *Quais são os tipos de dados e algoritmos necessários para representar os modelos e as álgebras do universo formal?*[...]

O universo de *implementação* completa o processo de representação computacional. Neste universo, realizamos a implementação dos sistemas, fazendo escolhas como arquiteturas, linguagens e paradigmas de programação (CÂMARA, 2005, p. 5-6, grifo do autor).

Nesse caso, a representação computacional exige a definição de um modelo de dados que sistematizará “o entendimento que é desenvolvido a respeito de objetos e fenômenos que serão representados em um sistema informatizado”, sendo “necessário construir uma abstração dos objetos e fenômenos do mundo real, de modo a obter uma forma de representação conveniente, embora simplificada, que seja adequada às finalidades das aplicações do banco de dados.” (BORGES; DAVIS JR; LAENDER, 2005, p. 83).

Assim os modelos de dados para aplicações geográficas consideram quatro nível de abstração:

Nível do mundo real - Contém os fenômenos geográficos reais a representar, como rios, ruas e cobertura vegetal.

Nível de representação conceitual - Oferece um conjunto de conceitos formais com os quais as entidades geográficas podem ser modeladas da forma como são percebidas pelo usuário, em um alto nível de abstração. Neste nível são definidas as classes básicas, contínuas ou discretas, que serão criadas no banco de dados. [...]

Nível de apresentação - Oferece ferramentas com as quais se pode especificar os diferentes aspectos visuais que as entidades geográficas têm de assumir ao longo de seu uso em aplicações.

Nível de implementação - define padrões, formas de armazenamento e estruturas de dados para implementar cada tipo de representação, os relacionamentos entre elas e as necessárias funções e métodos. (BORGES; DAVIS JR; LAENDER, 2005, p. 86-87).

3.2 Modelo OMT-G

OMT-G é um modelo de dados dotado de recursos para o projeto de bancos de dados e aplicações geográficas. O OMT-G parte das primitivas definidas para o diagrama de classes da *Unified Modeling Language* (UML), introduzindo primitivas geográficas com o objetivo de aumentar a capacidade de representação semântica daquele modelo e, portanto reduzindo a distância entre o modelo mental do espaço a ser modelado e o modelo de representação usual (DAVIS JR., 2010).

O modelo OMT-G “atua nos níveis de representação conceitual e apresentação. No nível de implementação, situam-se as linguagens de definição de dados associadas a SGBD espaciais” (BORGES; DAVIS JR; LAENDER, 2005, p. 87).

Esse modelo “provê primitivas para modelar a geometria e a topologia dos dados geográficos, oferecendo suporte a estruturas topológicas ‘todo-parte’, estruturas de rede, múltiplas representações de objetos e relacionamentos espaciais” (BORGES; DAVIS JR; LAENDER, 2005, p. 88), além de permitir a especificação de atributos alfanuméricos e métodos associados para cada classe.

De acordo com Borges, Davis Jr. e Laender (2005), o modelo OMT-G é baseado nos conceitos de classes, relacionamentos e restrições de integridade espaciais. Elmasri e Navathe (2004, *apud* BORGES; DAVIS JR.; LAENDER, 2005) apresentam como principais restrições de integridade na modelagem de banco de dados convencionais, as restrições de domínio, de chave, de integridade referencial e de integridade semântica. Para o modelo geográfico, esses autores completam com as restrições de integridade topológicas, considerando as propriedades geométricas e as relações espaciais dos objetos. Além disso, os relacionamentos

entre classes, representados pelo modelo OMT-G, são de associações simples, topológicos em rede e espaciais. Os relacionamentos são caracterizados por sua cardinalidade, sendo representado “o número de instâncias de uma classe que podem estar associadas a instâncias da outra classe” (BORGES; DAVIS JR.; LAENDER, 2005, p. 95).

O modelo OMT-G define cinco classes descendentes de geo-campo: isolinhas, subdivisão planar, tesselação, amostragem e malha triangular (*triangulated irregular network*, TIN) [...], e duas classes descendentes de geo-objeto: geo-objeto com geometria e geo-objeto com geometria e topologia [...]. A classe geo-objeto com geometria representa objetos que possuem apenas propriedades geométricas, e é especializada em classes: *Ponto*, *Linha* e *Polígono*. [...] A classe geo-objeto com geometria e topologia representa objetos que possuem, além das propriedades geométricas, propriedades de conectividade topológica, sendo especificamente voltadas para a representação de estruturas em rede. (BORGES; DAVIS JR.; LAENDER, 2005, p. 91-92).

Câmara (2005, p. 16) define o modelo de geocampos como representação do “espaço geográfico como uma superfície contínua, sobre a qual variam os fenômenos a serem observados”. (...). Já o modelo de geo-objetos “representa o espaço geográfico como uma coleção de entidades distintas e identificáveis, onde cada entidade é definida por uma fronteira fechada.”.

O modelo ainda prevê a representação de generalização e especialização. A generalização “é o processo de definição de classes mais genéricas (superclasses) a partir de classes com características semelhantes (subclasses)” (ELMASRI, NAVATHE, 2004; LAENDER, FLYNN, 1994 *apud* BORGES; DAVIS JR.; LAENDER, 2005, p. 96). Contudo, na especialização as “classes mais específicas são detalhadas a partir de classes genéricas, adicionando novas propriedades na forma de atributos. Cada subclasse herda atributos, operações e associações da superclasse.” (BORGES; DAVIS JR.; LAENDER, 2005, p. 96).

Nesse contexto, a generalização conceitual ocorrer nas variações de acordo com a forma geométrica ou conforme a escala:

A variação de acordo com a forma é utilizada para registrar a existência de múltiplas representações para uma classe, independente de escala. A descrição geométrica da superclasse é deduzida a partir do uso das subclasses. Por exemplo, um rio pode ser percebido como um espaço entre suas margens, como um polígono de água ou como um fluxo (linha direcionada), formando a rede hidrográfica [...]. A variação de acordo com a escala é usada na representação de diferentes aspectos geométricos de uma classe, cada aspecto corresponde a uma faixa de escalas. Uma cidade pode ser representada por suas fronteiras políticas (um polígono) em uma escala maior, e por um símbolo (um ponto) em uma escala menor [...]. (BORGES; DAVIS JR.; LAENDER, 2005, p. 99-100).

Nesse caso, é importante especificar o diagrama de apresentação, onde será determinado o aspecto visual ou gráfico dos objetos.

Outra representação do modelo é a agregação, ou seja, “uma forma especial de associação entre objetos, onde se considera que um deles é formado a partir de outros”, na qual a geometria do todo deve ser totalmente coberta pela geometria das partes, não sendo permitida a superposição entre geometrias (BORGES; DAVIS JR.; LAENDER, 2005, p. 97).

4 INFRAESTRUTURA DE DADOS ESPACIAIS

A Infraestrutura de Dados Espaciais corresponde ao “conjunto integrado de tecnologias, políticas, mecanismos e procedimentos de coordenação e monitoramento, padrões e acordos, necessários para facilitar e ordenar a geração, o armazenamento, o acesso, o compartilhamento, a disseminação e o uso dos dados geoespaciais” oriundos da administração pública (BRASIL, 2008; MINAS GERAIS, 2010).

A Infraestrutura de Dados Espaciais tem como objetivo:

I - promover o adequado ordenamento na geração, no armazenamento, no acesso, no compartilhamento, na disseminação e no uso dos dados geoespaciais de origem federal, estadual, distrital e municipal, em proveito do desenvolvimento do País;

II - promover a utilização, na produção dos dados geoespaciais pelos órgãos públicos das esferas federal, estadual, distrital e municipal, dos padrões e normas homologados pela Comissão Nacional de Cartografia - CONCAR; e

III - evitar a duplicidade de ações e o desperdício de recursos na obtenção de dados geoespaciais pelos órgãos da administração pública, por meio da divulgação dos metadados relativos a esses dados disponíveis nas entidades e nos órgãos públicos das esferas federal, estadual, distrital e municipal. (BRASIL, 2008).

A infraestrutura prevê a criação de diretórios ou redes de distribuição de dados geoespaciais, sendo formada por “sistema de servidores de dados, distribuídos na rede mundial de computadores, capaz de reunir eletronicamente produtores, gestores e usuários de dados geoespaciais, com vistas ao armazenamento, compartilhamento e acesso a esses dados e aos serviços relacionados” (BRASIL, 2008).

5 METODOLOGIA

A metodologia utilizada foi fundamentada de encontro à proposição do banco de dados geográficos para o Geopark Quadrilátero Ferrífero, objetivo deste trabalho. Para isso, optou-se pelo modelo de dados OMT-G, “dotado de recursos para o projeto de bancos de dados e aplicações geográficas” (DAVIS JR., 2010). Dessa forma, foi necessária a abstração do mundo real, nesse caso Geopark Quadrilátero Ferrífero, para modelagem do nível conceitual.

Para abstração do mundo real adotou-se a proposição de Ruchkys (2007) e o Dossiê de Candidatura à Rede Mundial de Geoparks da UNESCO (MINAS GERAIS, 2009), onde foram definidas as classes, relacionamentos e integridades espaciais. A partir dessa abstração, procedeu-se a modelagem do esquema conceitual. Para confecção do modelo foi utilizado o software Microsoft Visio versão 2003 e 2010.

Optou-se por definir apenas os atributos que terão a função de chaves primária ou estrangeira, essenciais ao entendimento do esquema, sendo sugerida a manutenção dos atributos originais dos dados na implementação do banco de dados proposto.

Entretanto, apesar da implementação do bando de dados não ser o objetivo desse trabalho, optou-se por localizar os dados geográficos necessários à implementação do banco de dados. Nesse sentido foram identificadas as instituições produtoras dos dados geográficos e a disponibilização desses dados nas infraestruturas de dados espaciais, conforme observados nos resultados obtidos.

No contexto do Geopark Quadrilátero Ferrífero foram avaliados os seguintes diretórios de dados espaciais:

1. Banco de Metadados da Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais (INDE);
2. Visualizador INDE;
3. Banco de Metadados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE);
4. Diretório GeoFTP IBGE;
5. Catálogo de Imagens do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE);
6. Brasil em Relevo – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA);
7. Banco de Metadados Geoespaciais de Minas Gerais;

8. GeoSisema: Zoneamento Ecológico Econômico do Estado de Minas Gerais.

A partir do diagnóstico desse levantamento de dados espaciais, foi possível avaliar as dificuldades para implementar o projeto de banco de dados geográficos proposto.

6 RESULTADOS

6.1 Modelo de dados conceitual

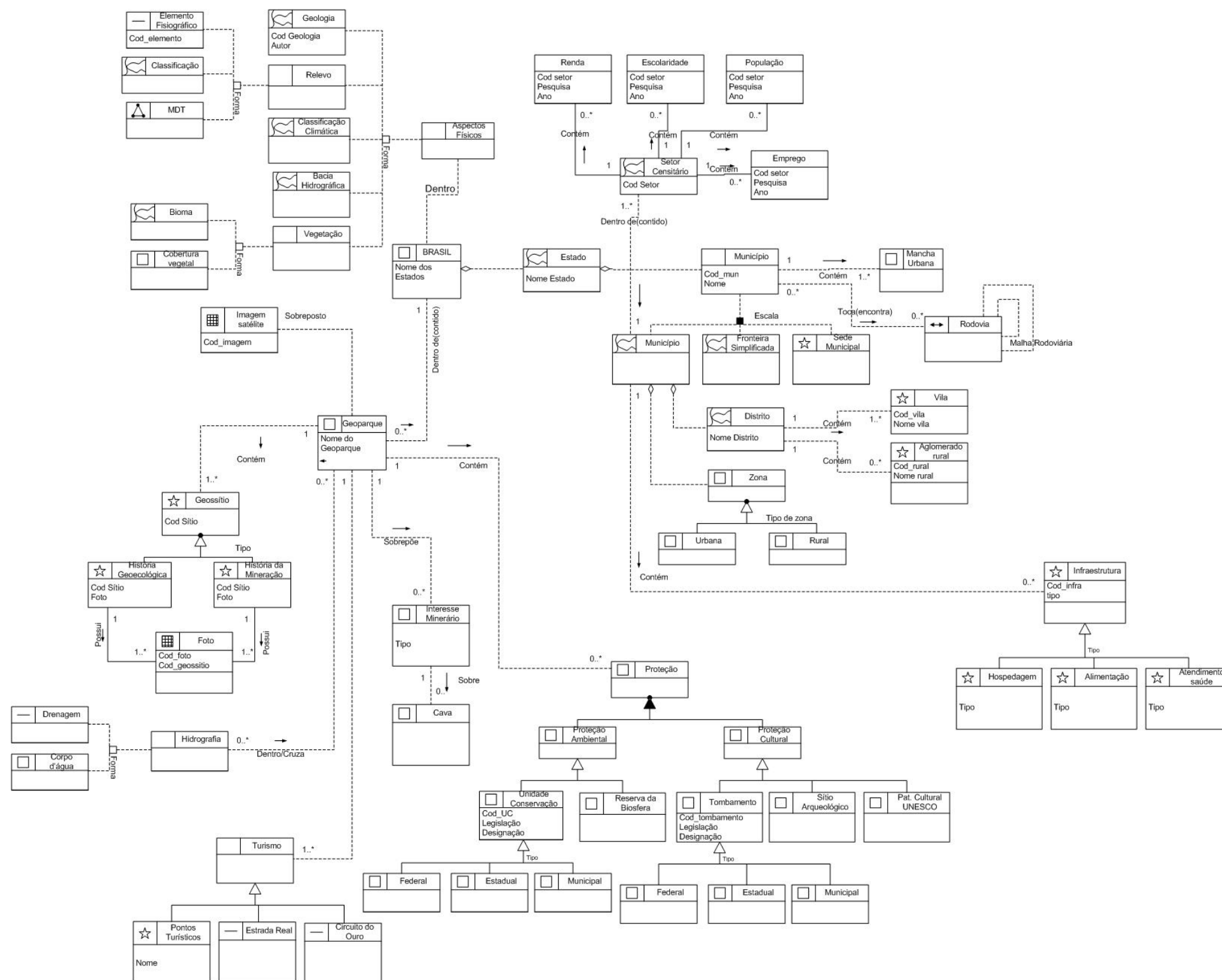


Figura 2: Modelo de dados conceitual
Fonte: Elaborada pelo autor

6.2 Fonte de dados

Para implantação do banco de dados sugere-se a obtenção dos dados geográficos nas plataformas das infraestruturas de dados espaciais nacional e estadual.

6.2.1 Dados disponíveis

Tabela	Entidade	Descrição	Instituição/ Responsável	Disponibilizado em
Imagem		Landsat	INPE	http://www.dgi.inpe.br/CDSR/
Geologia	Aspectos Físicos	Carta Geológica do Brasil ao milionésimo	CPRM	http://geobank.sa.cprm.gov.br/pls/publico/geobank.documents.download?usuario=1&file=se23_lito.zip
Elemento Fisiográfico		Elementos Fisiográficos Naturais 1:100.000	IGA	Distribuição mediante solicitação: <faleconosco@iga.br>
Classificação		Relevo do Brasil 1:5.000.000	IBGE	http://www.geoservicos.ibge.gov.br/geoserver/wms?service=WFS&version=1.0.0&request=GetFeature&typeName=CREN:geomorfologia_5000&outputFormat=SHAPE-ZIP
MDT		Gerar a partir da imagem SRTM	EMBRAPA	http://www.relevobr.cnpm.embrapa.br/download/mg/mg.htm
Classificação climática		Clima do Brasil 1:5.000.000	IBGE	http://www.geoservicos.ibge.gov.br/geoserver/wms?service=WFS&version=1.0.0&request=GetFeature&typeName=CREN:ClimadoBrasil_5000&outputFormat=SHAPE-ZIP
Bacia hidrográfica		Bacia Hidrográfica 2009	ZEE MG	http://200.198.57.38/imagem/public/bacia_2009.zip
Bioma		Bioma do Brasil 1:5.000.000	IBGE; EMBRAPA	http://www.geoservicos.ibge.gov.br/geoserver/wms?service=WFS&version=1.0.0&request=GetFeature&typeName=CREN:biomas_5000&outputFormat=SHAPE-ZIP
Cobertura Vegetal		Mapeamento da Cobertura Vegetal 2009	ZEE MG	http://200.198.57.38/imagem/ief/invf_mapeamento_2009.zip
Brasil		País	IBGE	http://www.geoservicos.ibge.gov.br/geoserver/wms?service=WFS&version=1.0.0&request=GetFeature&typeName=CCAR:e1000_pais&outputFormat=SHAPE-ZIP
Estado		MG	ZEE MG	http://200.198.57.38/imagem/public/estado_mg.zip
Município		Municípios MG	IGA	http://www.iga.mg.gov.br/iede_download/11_Limites/1107_MG_Municipio_2013.zip
Sede Municipal	Município	MG Cidade	IGA	http://www.iga.mg.gov.br/iede_download/09_Localidades/0901_MG_Cidade_2012.zip

Distrito		MG Distrito	IGA	http://www.iga.mg.gov.br/iede_download/11_Limites/1110_MG_Distrito_jul_2013/
Vila		MG Vila	IGA	http://www.iga.mg.gov.br/iede_download/09_Localidades/0903_MG_Vila_2013.zip
Aglomerado rural		MG Aglomerado rural isolado	IGA	http://www.iga.mg.gov.br/iede_download/09_Localidades/0906_MG_Aglomerado_Rural_Isolado_2011.zip
Setor Censitário		Setor Censitário MG 2010	IBGE	ftp://geoftp.ibge.gov.br/malhas_digitais/censo_2010/setores_censitarios/mg.zip
Mancha urbana		Zona Urbana	ZEE MG	http://200.198.57.38/geoserver/ows?service=WFS&version=1.0.0&request=GetFeature&outputFormat=shape-zip&typeName=semad_mg:area_urbana
Rodovia			ZEE MG	http://200.198.57.38/geoserver/ows?service=WFS&version=1.0.0&request=GetFeature&outputFormat=shape-zip&typeName=semad_mg:rodovia
Drenagem	Hidrografia		ZEE MG	http://200.198.57.38/imagem/igam/igam_drenagem_ibge.zip
Corpo d'água		Segmentos de cursos d'água representados por polígonos, que possuem fluxo d'água. Escala 1:100.000	IGA	Distribuição mediante solicitação: <faleconosco@iga.br>
Unidade de Conservação	Proteção ambiental		ZEE MG	http://geoisemanet.meioambiente.mg.gov.br/shapes/unidade_conservacao_shape.rar
Interesse mineral			DNPM	http://sigmine.dnpm.gov.br/sirgas2000/MG.zip

6.2.2 Dados indisponíveis, mas passíveis de espacialização:

Tabela	Instituição/Responsável	Descrição	Referência
Geoparque	Governo do Estado de Minas Gerais/Geopark Quadrilátero Ferrífero	Memorial descritivo	MINAS GERAIS, et al., 2009, p. 5.
História Geoecológica	Governo do Estado de Minas Gerais/Geopark Quadrilátero Ferrífero	Compatibilizar com o inventário de Ruchkys (2007) e SIGEP.	MINAS GERAIS, et al., 2009; Ruchkys, 2007 e
História da Mineração			
Foto			

6.2.3 Dados não localizados

Os dados apresentados a seguir estão não foram localizados nas infraestruturas de dados espaciais, o que não significa que estes dados sejam inexistentes, sendo necessária uma pesquisa mais detalhada sobre eles.

Tabela	Instituição/Responsável	Descrição	Referência
Urbana	Prefeitura Municipal	Zonas definidas por legislação municipal	Verificar por município integrante do geoparque.
Rural			
Tombamento (entidade)	Esferas administrativas Municipal, Estadual e Federal	Perímetros de Proteção Cultural	Verificar nos órgãos de Patrimônio Cultural.
Sítio Arqueológico	IPHAN	Sítios geológicos cadastrados	Verificar documentação no IPHAN
Infraestrutura (entidade)	FIEMG/DATASUS		Verificar BD da FIEMG e do DATASUS
Cava	DNPM/SEMAD	Perímetro atualizado das cavas de mineração necessário para percepção da atividade minerária.	Verificar nos órgão de fiscalização do meio ambiente, responsáveis pela concessão de licença ambiental e de exploração.
Reserva da Biosfera	UNESCO	Coleção representativa dos ecossistemas característicos da região onde se estabelece.	Verificar disponibilização pelas instituições que atuam nas reservas, como MMA e Biodiversitas.
Turismo (entidade)	Instituto Estrada Real (IER)		Verificar BD do IER.

6.2.4 Dados tabulares

Tabela	Instituição/Responsável	Descrição	Referência
Renda	IBGE/SIDRA – Sistema IBGE de Recuperação Automática	Dados relativos ao censo demográfico. Deve-se avaliar as pesquisas a fim de definir as tabelas a serem utilizadas.	http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/acervo/acer vo1.asp?e=v&t=4&p=CD&z=t&o=3
Escolaridade			
População			
Emprego			

6.2.5 Dificuldades para implementação do banco de dados

As principais dificuldade para implementação do banco refere-se aos dados de competência das prefeituras municipais, tais como os dados da entidade Zona (Urbana/Rural) e a classe Tombamento Municipal. O geoparque engloba vinte e cinco municípios, dentre os quais poucos possuem a tradição de construção de dados cartográficos. Além disso, para a classe Tombamento Estadual, muitos bens culturais não possuem delimitação de perímetro de proteção, no caso contrário, grande parte dos perímetros foi delimitada em croqui, muitas vezes sem escala ou referência espacial.

Outro fator negativo refere-se a classe Sítio Arqueológico, pois a inserção de coordenadas geográficas para o Cadastro Nacional de Sítios Arqueológicos, gerido pelo Instituto de Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN), não é obrigatória. Assim, a gama de sítios cadastrados pode ser insatisfatória para representar a realidade

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O banco de dados geográficos proposto visa auxiliar geoturistas, pesquisadores e instituições no conhecimento e gestão do território do Geopark Quadrilátero Ferrífero, contribuindo para sua divulgação e conseqüente geoconservação. O esquema lógico apresentado como resultado deste trabalho é formado por classes que são suficientes para compreender o contexto ambiental, social, econômico e da infraestrutura do geoparque.

A implementação deste banco de dados é viável, uma vez que 79% das classes propostas possuem dados geográficos disponíveis nas infraestruturas de dados espaciais, ou são passíveis de espacialização. Do universo dos dados não localizados, cerca da metade são de difícil obtenção, como apresentado no tópico “Dificuldades para implementação do banco de dados”.

Nesse contexto, para implementação do banco de dados o esquema conceitual deverá ser revisto, adequando o projeto à realidade dos dados existentes e reavaliando os atributos originais dos dados.

Os esquemas lógico, de apresentação e os metadados deverão ser construídos para implementação do banco. Observa-se que para o esquema de apresentação, principalmente para as generalizações cartográficas, é necessário definir escalas que não causem poluição visual no SIG.

Como trabalho futuro, pretende-se implementar o banco de dados geográficos proposto, construindo os esquemas lógico e de apresentação, e os metadados. Para visualização cartográfica, planeja-se construir um *WebGIS*, no qual o usuário terá autonomia para habilitar ou desabilitar camadas, alterar a visualização, inserir objetos temporários, pesquisar por dados tabulares ou objetos geográficos, dentre outras funções do sistema.

O presente trabalho, demonstra ainda a potencialidade das infraestruturas de dados espaciais para construções de SIGs, sendo que 79% das classes propostas possuem dados disponíveis para *download*. Entretanto, é necessária a validação desses dados ao carregar o banco, incluindo a compatibilização dos dados cartográficos.

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANTONIL, André João. 1711. **Cultura e opulência do Brasil:** por suas drogas e minas. Brasília: Senado Federal, Conselho Editorial, 2011, 282 p.

BORGES, Karla A. V.; DAVIS JR., Clodoveu A.; LAENDER, Alberto H. F. modelagem conceitual de dados geográficos. In.: Casanova, Marcos; et at (Org.). **Banco de dados geográficos.** São José dos Campos, Rio de Janeiro, Belo Horizonte: INPE, 2005. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/livros/bdados/>>. Acesso em: jun. 2013.

BRASIL. Decreto n.º 6.666, de 27 nov. 2008. Institui, no âmbito do Poder Executivo Federal, a Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais - INDE, e dá outras providências. **Diário Oficial da União,** Brasília, 28 nov. 2008. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2008/Decreto/D6666.htm>. Acesso em: nov. 2013.

CÂMARA, Gilberto. Representação computacional de dados geográficos. In.: Casanova, Marcos; et at (Org.). **Banco de dados geográficos.** São José dos Campos, Rio de Janeiro, Belo Horizonte: INPE, 2005. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/livros/bdados/>>. Acesso em: jun. 2013.

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS. **Projeto Geoparques.** 2012. Disponível em: <<http://www.cprm.gov.br/publique/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?sid=134>>. Acesso em: nov. 2013.

CUNHA, Alexandre Mendes. **Minas Gerais, da Capitania à província:** elites políticas e a administração da fazenda em um espaço em transformação. Tese de Doutorado. Niterói UFF, 2007. Disponível em: <http://www.historia.uff.br/stricto/teses/Tese-2007_CUNHA_Alexandre_Mendes-S.pdf>. Acesso em: nov. de 2013.

DAVIS JR., Clodoveu A. **Object Modeling Technique for Geographic Applications - OMT-G.** 2010. Disponível em: <http://homepages.dcc.ufmg.br/~clodoveu/DocuWiki/doku.php?id=omtg#object_modeling_technique_for_geographic_applications_-_omt-g>. Acesso em: nov. 2013.

DECLARAÇÃO DE ARACAJÚ, 2006. Disponível em: <http://sigep.cprm.gov.br/destaques/Geocarta_de_Aracaju_43CBG.pdf>. Acesso em: out. 2013.

DECLARAÇÃO INTERNACIONAL DOS DIREITOS À MEMÓRIA DA TERRA, 1991. Tradução: Carlos Fernando de Moura Delphim. Disponível em: <<http://portal.iphan.gov.br/portal/montarDetalheConteudo.do?id=17945&sigla=Institucional&retorno=detalheInstitucional>>. Acesso em: out. 2013.

MACHADO, Maria Márcia Magela. **Construindo a imagem geológica do Quadrilátero Ferrífero:** conceitos e representações. 2009. 238 f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de Geociências, Belo Horizonte.

MATOS, João. **Fundamentos de Informação Geográfica.** 5. ed. Lisboa: Libel, 2008. 424 p.

MINAS GERAIS. Decreto n.º 45.394, de 10 jun. 2010. Institui, no âmbito do Poder Executivo, a Infraestrutura Estadual de Dados Espaciais - IEDE, e dá outras providências.

Minas Gerais Diário do Executivo, Belo Horizonte, 11 jun. 2010. Disponível em: <<http://www.almg.gov.br/consulte/legislacao/completa/completa.html?tipo=DEC&num=45394&comp=&ano=2010>>. Acesso em: nov. 2013.

MINAS GERAIS, et al. Secretaria de Estado de Ciência, Tecnologia e Ensino Superior. **Proposta de criação do Geopark Quadrilátero Ferrífero, Estado de Minas Gerais, Brasil**: Dossiê de candidatura à rede mundial de Geoparks – UNESCO. 2009. Disponível em: <<http://www.geoparkquadrilatero.org/pdf/dossie2.pdf>>. Acesso em: jul. 2013.

NASCIMENTO, Marcos A. L., RUCHKYS, Úrsula A.; MANTESO-NETO, Virginio. **Geodiversidade, geoconservação e geoturismo**: trinômio importante para a proteção do patrimônio geológico. Sociedade Brasileira de Geologia, 2008. 84 p.

ROCHA, César Henrique Barra. **Geoprocessamento**: tecnologia transdisciplinar. 3 ed. Juiz de Fora: Ed. do autor, 2007, p. 220.

ROSIÈRE, C.A.; RENGER, F.E.; PIUZANA, D.; SPIER, C.A. 2005. Pico de Itabira, MG - Marco estrutural, histórico e geográfico do Quadrilátero Ferrífero. In: WINGE, M.; SCHOBENHAUS, C.; BERBERT-BORN, M.; QUEIROZ, E. T.; CAMPOS, D. A.; SOUZA, C. R. G.; FERNANDES, A. C. S. (Edit.) **Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil**. 2005. Disponível em: <<http://sigep.cprm.gov.br/sitio042/sitio042.pdf>>. Acesso em: out. 2013.

RUCHKYS, Úrsula de Azevedo. **Patrimônio geológico e geoconservação no Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais**: potencial para a criação de um geoparque da UNESCO. 2007. 211 f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de Geociências, Belo Horizonte.

SCHOBENHAUS, Carlos; SILVA, Cassio Roberto da (Org.). **Geoparques do Brasil**: propostas. 2012. Disponível em: < http://www.scribd.com/fullscreen/111438834?access_key=key-7fu573jdokzbsp48uj&allow_share=true&view_mode=scroll>. Acesso em: nov. 2013.