



CADASTRO DE REDES SUBTERRÂNEAS NO BRASIL

T. G. ANTUNES¹, F. H. OLIVEIRA²

¹ Universidade Federal de Santa Catarina, UFSC
Universidade do Extremo Sul Catarinense, UNESC
Parque Científico e Tecnológico, CEGEO/ IPARQUE, Brasil

² Universidade do Estado de Santa Catarina, UDESC, Brasil

Comissão V - Gestão Territorial e Cadastro Técnico Multifinalitário

RESUMO

Este artigo científico tem o propósito de despertar um olhar criterioso sobre a disponibilização do levantamento cadastral relacionado às galerias de minas existentes no Brasil. De modo especial, no sul do País, Município de Criciúma, caracteriza-se como cenário de estudo prático para o início desta discussão, abordando o nascimento da extração de carvão e a degradação ambiental por ela efetivado, as competências do Estado frente às lavras e as ferramentas geotecnologias que possuímos para divulgá-la. Neste contexto, apresenta-se a problemática da falta de um levantamento cadastral subterrâneo, preciso e tridimensional, e por consequência são apontados os fatos catastróficos ocorridos por falta da referencia cartográfica e descritiva técnica especializada. Como resultado propõe-se uma abordagem técnica específica para os dados cadastrais relacionados lavra subterrânea, em especial a lavra de carvão mineral que é fortemente prospectada no sul do Estado de Santa Catarina. Dessa forma, sugere-se um modelado em arquivo 3D e que extrapole a condição subterrânea chegando ao nível superficial, ou seja, a avaliação da superposição com a matrícula do imóvel.

Palavras-chave: Cadastro 3D, Mineração, Modelagem.

ABSTRACT

This scientific article has the purpose of awakening a judicious view on the availability of the cadastral survey related to the galleries of mines existing in Brazil. In a special way, in the South of the Country, Criciúma Municipality, it is characterized as a practical study scenario for the beginning of this discussion, addressing the birth of coal extraction and the environmental degradation it has effected, the State's competencies in relation to mining and the geotechnical tools we have to publicize it. In this context, the problem of the lack of accurate, three-dimensional underground cadastral survey is presented, and consequently the catastrophic events occurring due to lack of the cartographic and descriptive technical reference are mentioned. As a result, a specific technical approach is proposed for the cadastral data related to underground mining, especially the mining of coal that is heavily prospected in the south of the State of Santa Catarina. In this way, it is suggested a modeling in 3D file and that extrapolates the underground condition reaching the superficial level, that is, the evaluation of the superposition with the registration of the property.

Keywords: 3D Cadaster, Mining, Modeling.

INTRODUÇÃO

O cadastro é indispensável na busca por dados confiáveis, mesmo que nossa realidade no cadastro possuam apenas duas feições estejam incompletos e inadequados. O cadastro com 3 feições pode parecer uma utopia, mas segundo Erba (2008) o cadastro 3D pode demonstrar uma nova realidade que os

mapeamentos planimétricos não mostram. Nas cidades, este cadastro, pode representar todas as infraestruturas urbanas, fazendo que o planejamento seja sistemático, facilitando a interação dos dados parcelares com os instrumentos públicos já consolidados. (Figura 1).

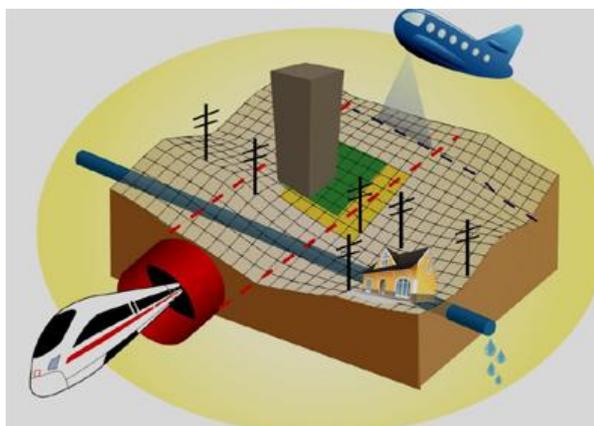


Figura 1 – Representação do Cadastro 3D
Erba, 2008

A interação com a constante altimétrica pode também identificar, como aplicação direta a este estudo, a existência de galerias de minas lavradas. Segundo o Ral (Relatório Anual de Lavra) de

2015(Heider), no estado de Santa Catarina, a extração do carvão mineral é realizada por 5 empresas, distribuídas em 9 minas (tabela 1).

Tabela 1 – Minas no Estado de Santa Catarina

Carbonífera	Mina	Cidade	Produto
Belluno	Cantão Norte	Treviso	Carvão Mineral
	Lauro Muller	Lauro Muller	Carvão Mineral
Catarinense	3G Plano 2	Lauro Muller	Carvão Mineral
	Bonito 1	Lauro Muller	Carvão Mineral
Metropolitana	Fontanella	Treviso	Carvão Mineral
Criciúma	3	Criciúma	Carvão Mineral
Rio Deserto	101	Içara	Carvão Mineral
	Cruz de Malta	Treviso	Carvão Mineral
	Novo Horizonte	Criciúma	Carvão Mineral

Fonte: Adaptado do RAL, Dnpm, 2015

Com a decadência do setor no final da década de 80 e pela desregulamentação do governo Collor, o setor entra em crise, com a falência de empresas e privatização da CSN (Companhia Siderúrgica Nacional), reduzindo as vagas de trabalho de 15.000 para 3.000.(Volpato, 1989).

Atualmente a região ainda sofre com esta decadência no setor, seja pelo passivo ambiental herdado, com mais de 6.000 hectares, ou pela má gestão no cadastro das bocas de minas e galerias

existentes. Estima-se que existam mais de mil bocas de minas antigas abandonadas, maior parte delas com 50 á 80 anos e sem geometria conhecida. (FERNANDES, ALAMINO, ARAUJO, 2014).

Esta é a grande problemática da região sul de Santa Catarina, a extração de carvão ao longo dos anos deixou cicatrizes irreversíveis, e com a expansão urbana se consolidando na região, a áreas subterrâneas mineradas, agora ocupadas superficialmente, demandam mais estudos locais das bocas de

minas e galerias, a fim de evitar problemas na ocupação.

1- O NOVO ELDORADO

O ano de 1861 foi marcante para o sul catarinense, por se dar o início da exploração como matriz energética do carvão. Neste, o político e diplomata baiano Felisberto Caldeira Brandt, o Visconde de Barbacena, recebe do imperador D. Pedro II a concessão para explorar carvão na localidade de Lauro Müller - SC (Belolli, 2002).

A partir desta data o sul catarinense se eleva como o novo Eldorado Sul Brasileiro, pois da exploração desta pedra dois marcos importantes potencializam a nova região econômica, ou seja; a construção da ferrovia Tereza Cristina (1884), por onde escoavam a produção de Lauro Müller até o porto de Imbituba e; a criação da CSN (1942), de onde posteriormente resultaria a instalação da usina de beneficiamento de carvão, em Capivari de Baixo (Belolli, 2002).

A exploração do carvão potencializou outros municípios como produtores, portanto destacam-se além de Lauro Müller, os municípios de Urussanga, Siderópolis, Treviso, Criciúma, Forquilha, Içara, Morro da Fumaça e Maracajá. Conhecida como região carbonífera, ocupa uma área de 9.500km², e representa 25% da geração de energia elétrica produzida no Estado.

Devido ao alto impacto ambiental decorrido pela extração do carvão, somente a partir de 1977, surgiram os primeiros estudos sobre a degradação ambiental e certo controle do DNPM (Departamento Nacional de Produção Mineral).

2- A COMPETÊNCIA DO ESTADO

A propriedade dos minérios, bem como a pesquisa e a exploração dos mesmos, são bens e competência da União, respectivamente, garantidos pela Constituição Federal de 1988 em seus artigos 20, IX e 176, § 1º, cabendo à União conceder ou autorizar a prática da exploração mesmo que em propriedade particular (Brasil, 1988).

“... jazidas, em lavra ou não, e demais recursos minerais e os potenciais de energia hidráulica constituem propriedade distinta da do solo, para efeito de exploração ou aproveitamento, e pertencem à União, garantida ao concessionário a propriedade do produto da lavra.”

E em seu Parágrafo 2º, já na fase de exploração, quando efetivamente ocorre o aproveitamento, prevê o direito do proprietário do solo de participação nos resultados da lavra.

O DNPM é o órgão governamental encarregado de gerir e fiscalizar o exercício das atividades de mineração em todo o território nacional, zelando para que o aproveitamento dos recursos minerais seja realizado de forma racional, controlada e sustentável, resultando em benefício para toda a sociedade.

Em 2 de julho de 1968, através do decreto 62.934, fica regulamentado o código de mineração no país, em seu art. 1º, determina a fiscalização, da pesquisa, da lavra como responsabilidade do Governo Federal, e em seu art. 11 parágrafo único, que a autorização da lavra depende do alvará do Ministro de Minas e Energia, e acompanhadas da planta da respectiva área no DNPM; bem como a matrícula de registro do garimpeiro (Brasil, 1968).

O Art. 48, parágrafo 3º, determina que o requerimento de concessão de lavra deva ser sucedido pela **planta cadastral da área**, com precisão e clareza, determinando assim uma espacialização da área a ser explorada.

Por esta lei, pode-se verificar a preocupação com os aspectos cadastrais territoriais da área de interesse, mas infelizmente não se constata absolutamente nada na referida lei sobre um cadastro subterrâneo. Um dos fatores que pode explicar esta despreocupação seria com relação ao não conhecimento do perfil estratigráfico, ou que não houvesse o pagamento do Direito do Minerário junto ao dono da parcela em superfície.

3- SIGMINE (SISTEMA DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS DA MINERAÇÃO)

O DNPM tem a responsabilidade de controlar e fiscalizar o exercício das atividades de mineração no país, assim para melhor gerir essa atividade foi desenvolvido em Nov de 2010, pela Coordenação de Geoprocessamento o SIGMINE. Esse sistema tem por objetivo ser um sistema de informação cartográfico, tendo como base o Google Earth, e alfanumérico descritivo na busca de informações atualizadas relativas às áreas dos processos minerários.

Esse sistema foi desenvolvido para as pessoas buscarem informações atualizadas sobre as áreas relacionadas aos processos minerários cadastrados no DNPM.

Mas como demonstra a figura 2 e 3, o SIGMINE mostra apenas os polígonos das áreas solicitadas para lavra e correspondentemente o banco de dados alfanumérico. Percebe-se que o sistema não disponibiliza ao usuário informação visual no mapa, em grande escala, referente às galerias de minas, e muito menos o plano de lavra sob tutela de cada empresa mineradora. Com especial atenção será estudado o contexto de Criciúma – SC e a seus dados de cadastramento 3D.

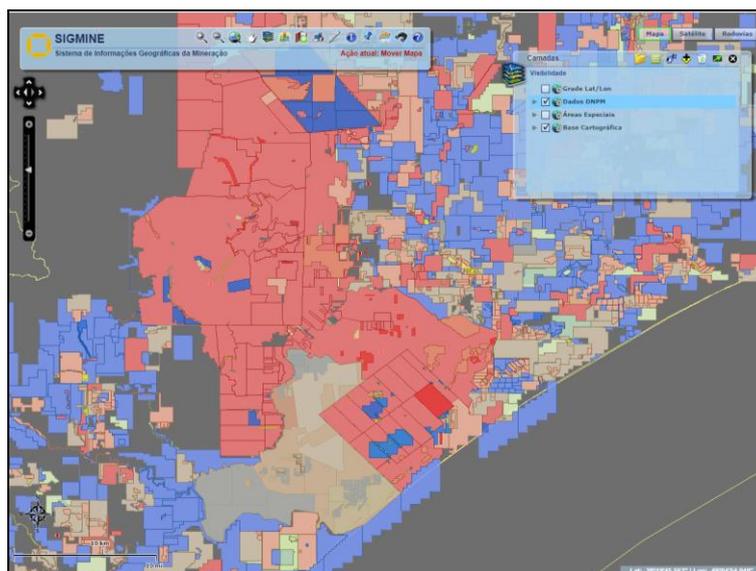


Figura 2 – SIGMINE, Sítio DNPM, 2017.

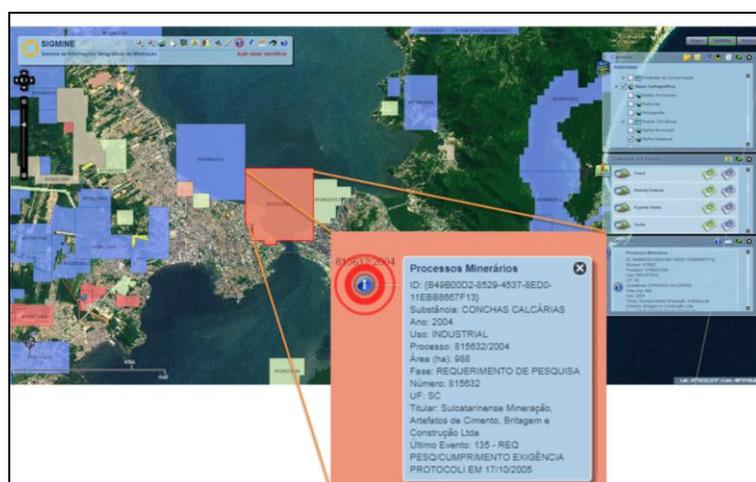


Figura 3 – Banco de Dados do SIGMINE

4- O MUNICÍPIO DE CRICIÚMA - SC

Como ferramenta de regulação da atividade de exploração Mineral, o Plano Diretor do Município de Criciúma em seu art. 118 determina ser de competência do DNPM a concessão da lavra e a solicitação das licenças e estudos, mas com o devido parecer do CDN (Conselho de Desenvolvimento Municipal). Porém, no art.147 nomeia as áreas degradadas pela mineração como sendo ZEIRAU (Zonas Especiais de Interesse da Recuperação Ambiental-Urbana), ou seja, possuem um aspecto diferenciado entre a condição de ocupação e licenciamento (Criciúma, 2012).

Neste cenário, para uma melhor gestão das áreas mineradas, no caso da região carbonífera de Santa Catarina, um levantamento cadastral das galerias subterrâneas determinaria com maior eficiência os aspectos da ocupação urbana. De fato, o plano diretor do município de Criciúma determina algumas áreas como sendo de mineração, utilizando como base os polígonos do DNPM, e na Lei de Parcelamento do Solo, no art.5º, parágrafo 5, declara que não será permitido o parcelamento do solo quando os terrenos

apresentarem condições geológicas desaconselháveis à edificação, podendo nesse caso exigir um laudo técnico para sustentar a tomada de decisão (Criciúma, 2016).

No contexto, em que os dados cartográficos e descritivos sobre o cadastro territorial 3D é inexistente ou pouco efetivo, se faz necessário a sondagem do solo com maior precisão e detalhe, uma vez que a administração pública municipal não dispõe dos dados espaciais referente às galerias, obrigando o empreendedor de unidades verticais realizar atividades de sondagem exploratória com profundidade maior que 60m, média da altura do recobrimento até a galeria, que assegure a integridade do empreendimento.

No ano de 2007, a Unesc (Universidade do Extremo Sul Catarinense) realizou juntamente com a prefeitura municipal de Criciúma e Siecesc (Sindicato da Indústria de Extração de Carvão do Estado de Santa Catarina) a construção de mapas das áreas mineradas dentro dos limites municipais. Este produto faz parte do plano diretor municipal e pode ser acessado em http://www.unesc.net/~pdp/pdf/PDP2007AMB01-09-103_REV01.pdf, este mapeamento fora realizado a

partir da coleta de dados secundários obtidos por foto interpretação de um aerolevantamento municipal de 2001 com escala de 1: 25.000 (Iparque, 2006), base cartográfica digital do projeto de recuperação ambiental da Bacia Carbonífera (Siecesc), Mapas das situações das minas com escala de 1:20.000 (DNPM, 1984). Parte do mapa demonstrado na figura 4, em escala 1:50.000, relata as áreas de mineração, bem como qual o tipo de camada extraída, o quantitativo de

bocas de minas, áreas mineradas, mineração a céu aberto e depósitos de rejeitos. Mesmo com este mapeamento em pequena escala, o poder público municipal não o utiliza em sua base cadastral, ficando apenas como solicitação de estudo geológico, por estar em um polígono de área minerada. O uso destas informações em grande escala, contribuiria com o cadastro territorial urbano, e na gestão do território.

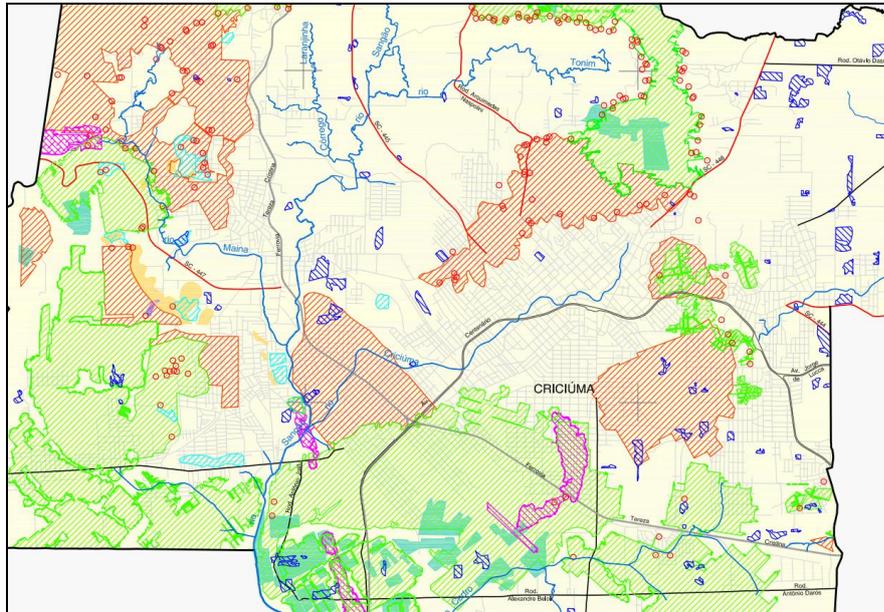


Figura 4 – Parte do Mapa de Áreas Mineradas, Unesc, 2007

5- FATOS HISTÓRICOS QUE MARCAM A DEMANDA PELO CADASTRO SUBTERRÂNEO

A data de 11 de setembro de 2001 não será lembrada apenas como a data dos atentados aos EUA, mas também será lembrada como uma data histórica que se traduz na confirmação da utilização das ferramentas SIG para redução de catástrofes. Os parágrafos que seguem caracteriza-se melhor essa situação de alta dependência entre os dados cadastrais territoriais e o sistema de informação geográfica.

Graças a um cadastro territorial e as ferramentas de análises temáticas disponíveis no SIG, foi descoberto que na região subterrânea do World Trade Center havia mais de 200 mil galões de Gás Freon, responsáveis pelo resfriamento do prédio. Segundo Alan Leidner, responsável pela criação dos mapas temáticos *“Parte da nossa análise foi localizar esses tanques em relação aos incêndios que estávamos mapeando - usando imagens térmicas - que continuaram a queimar no subsolo”* (Milner, 2017). O

mapeamento constatou que os pontos quentes da pilha de destroços não estavam próximos aos tanques de freon, o que poderia causar uma explosão momentânea, aumentando assim o número de vítimas, pois o gás Freon em contato com calor se transforma em fosgênio, gás tóxico utilizado em armas químicas.

Nos anos 90, a cidade de Nova York, iniciou o estudo da cartografia urbana para definir se os instrumentos na infraestrutura estariam em locais adequados no contexto da usabilidade e eficiência no atendimento aos cidadãos da cidade. Aspectos como redes de energia, subestações e demais mecanismos que faziam com que a cidade funcionasse, eram relevantes a este estudo, pois seriam alvos de projeções cartográficas e explicariam se deveriam ser realocados ou não e o porquê desse reposicionamento, no contexto do planejamento tridimensional.

A figura 5 mostra um encontro dos coordenadores do cadastro subterrâneo de Nova York.



Figura 5 – Dorf, McCormick e Leidner no escritório da Cidade de Nova York.
Fonte: BLOOMBERG (Milner, 2017).

Em julho de 2004, trabalhadores da construção civil na Bélgica romperam um gasoduto de alta pressão, matando 15 pessoas. A partir desta catástrofe o governo Belga desenvolveu um mapa de infraestrutura subterrâneo com mais de 300 serviços públicos. (Milner, 2017). Criado neste mesmo ano, a plataforma Federal de Geoinformação, tem como base reunir informações dos vários serviços federais que produzem, utilizam ou gerem dados geográficos, harmonizar os diferentes conjuntos de dados geográficos e para apoiar o acesso aos conjuntos de dados geográficos federais (Inspire, 2011). Obrigando ao prestador de serviços solicitar previamente um estudo, com base em coordenadas geodésicas, mas este se restringia a modelagem 2D, diferente do sistema implantado na cidade de Nova York que também adicionava, como uma variável, o elemento altimétrico “z”.

O mapeamento da rede de esgoto de Nova York é um dos mais avançados do mundo, pela precisão na localização das três informações geográficas, x, y e z, permitindo saber à altura do recobrimento do tubo, e em casos de curva, conhecer o raio da curvatura, afirma Ahearn, especialista em GIS no Hunter College (Milner, 2017).

6- PROPOSIÇÃO

É sabido que as empresas de mineração da região carbonífera, mantém em seu quadro técnico Agrimensores e topógrafos, e que fornecem constantemente o Plano Técnico de Avanço da mina ao DNPM, que devidamente georreferenciados podem indicar com precisão, a localização das galerias.

Com base nestes dados, se propõe a plana discussão por parte dos técnicos municipais, principalmente dos agentes habilitados do setor de Cadastro, Parcelamento do solo e Planejamento, em

uma abertura das fontes de dados existentes das lavras subterrâneas. A fim de que seja modelado em arquivo 3D, e particularizado a sua esfera superficial, ou seja, a sua matrícula. Estes dados serão oriundos da base de informações do Projeto Técnico de Mina (PTM), permitindo alimentar um SIG Municipal propiciando um cadastro 3D das galerias.

Sugere-se ainda a integração das tecnologias soma a demanda do reconhecimento de uso potencial das áreas nas suas três dimensões. Como exemplo tem-se a disposição dos pesquisadores e profissionais voltados à geotecnologia os recursos de realidade virtual, por exemplo. Com esse ferramental pode-se partir de um ponto de vista aéreo, visualizar a área ocupada na superfície da urbana (terrenos e edificações), áreas internas das edificações e como um vetor apresentando orientação negativa entrar nas camadas da terra, visualizando níveis de profundidade e de mapeamento das galerias subterrâneas. Esse recurso, integra os vários mapeamentos, permite ao empreendedor decidir aonde e como agir na abertura e orientação das galerias e por fim orientar a forma e ocupação na superfície.

Uma vez conhecidos seus limites superficiais e extrapolados ao subterrâneo, podem fazer parte de uma averbação na matrícula, com dados específicos adicionais como; largura da galeria, altura da galeria, altura do recobrimento do solo, coordenadas de cada pilar existente, coordenadas montante e jusante e o tipo de mineral extraído. E após a congregação destes dados, os mesmo podem alimentar o próprio SIGMINE do DNPM, fornecendo ótimos elementos de gestão do território.

AGRADECIMENTOS

Agradecimentos especiais ao Parque tecnológico da Universidade do Extremo Sul Catarinense, por disponibilizar os mapeamentos das

áreas mineradas em Criciúma, Instituição que a mais de 10 anos, pesquisa e realiza projeto para a recuperação das áreas degradadas na região carbonífera.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Belolli, Mário et al. História do Carvão de Santa Catarina/ Mário Belolli, Joice Quadros, Ayser Guidi. Criciúma: Imprensa Oficial do Estado de Santa Catarina, 2002. 300 p. il.

Brasil. Constituição Federal. Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília, DF: Disponível em <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm>. Acesso em 01 set. 2017.

Brasil. Decreto Nº 62.934 de 2 de Julho de 1968. Disponível em <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1950-1969/D62934.htm>. Acesso em 01 set. 2017.

Criciúma. Plano Diretor Participativo do Município de Criciúma. Lei Complementar Nº 095 de 28 dez de 2012.

Criciúma. Lei de Parcelamento do Solo do Município de Criciúma. Lei 6.797 de 14 out de 2016.

Erba, Diego Alfonso. El Catastro territorial em América Latina y el Caribe. Cambridge, MA: Lincoln Institute of Land Policy, 2008.

FERNANDES, Francisco R.C.; ALAMINO, Renata C.J.; ARAUJO, Eliane R. Recursos minerais e comunidade: impactos humanos, socioambientais e econômicos. Rio de Janeiro, CETEM/ MCTI, 2014.

Inspire. Spatial Data Infrastructures in Belgium. State of play 2011. Disponível em <<http://inspire.ec.europa.eu/reports/stateofplay2011/rcr11BEv102.pdf>>. Acesso em 22 set de 2017.

Heider, Mathias. Visão da Mineração Subterrânea no Brasil. Artigo publicado em <http://inthemine.com.br/site/wp-content/uploads/2017/04/ITM.66.Mercado.pdf>>. Acesso em 22 set de 2017.

Milner, Greg. Nobody Knows What Lies Beneath New York City. Matéria veiculada no site Bloomberg. <<https://www.bloomberg.com/news/features/2017-08-10/nobody-knows-what-lies-beneath-new-york-city>>. Acesso em 01 set. 2017.

VOLPATO, Teresinha. Gascho. Os trabalhadores do carvão. 1989. Universidade de São Paulo, USP, São Paulo, 1989