CARTOGRAFIA ESPELEOLÓGICA: DOS MAPAS PRIMITIVOS ÀS EXPERIÊNCIAS ATUAIS EM MAPEAMENTO DE CAVERNA

Carlos Frederico de Souza Lott¹

Resumo

Neste artigo faz-se uma discussão conceitual sobre a cartografia espeleológica, ou seja, a cartografia que trata da documentação das cavernas brasileiras. Tendo como tônica a deficiência conceitual encontrada na literatura espeleológica existente, bem como as carências no campo formativo do espeleólogo, pretende-se discutir o que seria de fato a cartografia espeleológica. Ressalta-se que essas questões cartográficas vêm sendo timidamente discutidas dentro dos grupos espeleológicos, em congressos e *workshops*, entretanto, sempre tratadas de uma maneira tecnicista e empírica, sem, contudo, se travar uma discussão epistemológica da disciplina. Para tanto, traça-se um paralelo, ainda que atemporal, entre a história da cartografia mundial - desde a cartografia dita primitiva até os novos conceitos adotados na atualidade - e a cartografia espeleológica. Espera-se que, com a discussão acerca da formação do espeleólogo e dos conceitos empregados na disciplina cartográfica, se inicie o debate que poderá contribuir para o aumento da qualidade dos documentos cartográficos e, conseqüentemente, da consolidação de uma disciplina até então relegada ao empirismo.

Palavras-Chave: Cartografia. Espeleologia. Semiologia Gráfica. Topografia. Ensino.

Introdução

O presente artigo é uma versão revista e ampliada do terceiro capítulo do trabalho de conclusão de curso apresentado em dezembro de 2013 ao departamento de Geografia da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais. O referido trabalho, denominado "*Métodos e técnicas de topografia em cavernas carbonáticas: Proposta de análise comparativa das formas de medição mais amplamente empregadas no processo de topografia de cavernas*", tratou, em um dos seus capítulos, do histórico do mapeamento de cavernas no Brasil juntamente com uma breve contextualização histórica da cartografia, sem, contudo, aprofundar na temática.

---

¹ Graduando do curso de Geografia da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais.

A pesquisa teve como objetivo geral a identificação de relações entre determinados erros de observação durante os levantamentos topográficos e as condições de manuseio dos equipamentos, principalmente no tocante à ergonomia desfavorável que comumente é encontrada no ambiente subterrâneo. Também se buscou na pesquisa determinar o grau de usabilidade dos dois modelos de bússola²/clinômetro³ mais amplamente utilizados no Brasil, com vistas a determinar qual modelo de equipamento é mais adequado aos levantamentos topográficos nesse tipo de ambiente.

No contexto da pesquisa, optou-se pela divisão da revisão bibliográfica da literatura especializada, *grosso modo*, em três grandes áreas temáticas, quais sejam: a primeira, referente à geomorfologia cárstica; a segunda, ao mapeamento topográfico de cavernas, e a última, aos aspectos legais e às implicações do mapeamento de cavidades sob a ótica legal.

Fazendo um recorte na segunda área temática da pesquisa, o mapeamento de cavernas, com especial destaque para a conceituação de cartografia, pode-se começar a delinear uma deficiência conceitual encontrada na literatura espeleológica existente. Ademais, corroborando com a identificação dessa deficiência, a fase de coleta de dados primários novamente apresentou deficiências de caráter formativo do espeleólogo, bem como de caráter conceitual na disciplina.

De fato, na espeleologia, essas questões cartográficas vêm sendo timidamente discutidas dentro dos grupos, em congressos e *workshops*, entretanto, sempre tratada simplesmente como “mapeamento de cavernas” ou “espeleotopografia” e, na maioria das situações, de uma maneira tecnicista e empírica.

O trabalho, pela sua própria natureza, tratou verticalmente das questões relacionadas com os levantamentos topográficos, deixando, assim, uma lacuna que pretende ser tratada no presente artigo. O mesmo traçará um paralelo, ainda que atemporal, entre a história da cartografia mundial - desde a cartografia dita primitiva até os novos conceitos adotados na atualidade - e a cartografia espeleológica.

---

² Bússola é um equipamento analógico ou digital, com funcionamento baseado no magnetismo terrestre, que tem a propriedade de apontar para o polo norte magnético da Terra.

³ O clinômetro é um equipamento analógico ou digital com seu funcionamento baseado na gravidade, que tem a propriedade de determinar a inclinação de superfícies planas em relação ao plano vertical.

Espera-se que, com a discussão acerca da formação do espeleólogo e dos conceitos empregados na disciplina cartográfica, se inicie o debate que poderá contribuir para o aumento da qualidade dos documentos cartográficos e, conseqüentemente, da consolidação de uma disciplina até então relegada ao empirismo.

Contextualização

Existem atualmente, no Brasil, cerca de 5.800⁴ cavernas⁵ cadastradas no banco de dados da Sociedade Brasileira de Espeleologia (SBE). Segundo Auler (2005), existe uma expectativa de que o País tenha mais de 100.000 cavidades. Para o estudo, o conhecimento e a preservação desse amplo patrimônio, que presta vários serviços ambientais para a sociedade, é de fundamental importância o registro e o mapeamento das cavidades.

Apesar de existir esse grande número de cavidades cadastradas, muitas delas mapeadas, há que salientar a inexistência de estudos aprofundados sobre cartografia espeleológica, e é justamente nesse contexto que o artigo ora apresentado se propõe a iniciar as discussões referentes a essa lacuna existente no estado da arte.

Já de início, é preciso esclarecer um dos primeiros equívocos conceituais cometidos na espeleologia, e que, oportunamente, será aprofundado. Dito isso, esclarece-se que, na espeleologia⁶, o que se entende por mapeamento é, na verdade, uma conjunção entre técnicas de topografia e cartografia. De maneira simplista, pode-se definir que a primeira se relaciona diretamente com a coleta de dados em campo (medidas e croquis⁷), enquanto a segunda se relaciona com os

---

⁴ CADASTRO NACIONAL DE CAVERNAS DO BRASIL (CNC - Brasil) da SBE. Disponível em: <<http://www.sbe.com.br/>> Acesso em 05 de março de 2013.

⁵ De acordo com o parágrafo único do Artigo 1º do Decreto 6.640 de 2008, entende-se por cavidade natural subterrânea todo e qualquer espaço subterrâneo acessível pelo ser humano, com ou sem abertura identificada, popularmente conhecido como caverna, gruta, lapa, toca, abismo, furna ou buraco... (Parágrafo Único, Artigo 1º, Decreto 6.640 de 2008). Outros nomes que não estão na legislação são conhecidos para se referir a uma determinada cavidade natural subterrânea como gruna e loca. (BRASIL, 2008).

⁶ O termo espeleologia, segundo o dicionário Antônio Houaiss, é o “estudo de formação e constituição das grutas e cavernas naturais” (HOUAISS, 2001).

⁷ Esboço à mão de pintura, desenho, planta, projeto arquitetônico (HOUAISS, 2001). É a

trabalhos de processamento desses dados em escritório (digitalização das informações e diagramação dos mapas). Especificando ainda mais para uma contextualização conceitual precisa, na quase totalidade das vezes que se diz fazer um “mapeamento de caverna”, na realidade se diz de um mapa topográfico de caverna. As diferenças entre mapeamento em cavernas, mapeamento de cavernas e outros conceitos de mapeamento também serão discutidas no decorrer deste artigo. Entretanto, para o leitor atingir boa fluidez em sua leitura, toda vez que neste artigo se disser “mapeamento de caverna”, deverá este ser entendido como mapeamento topográfico de caverna. Os demais mapeamentos serão distinguidos por complementos como, por exemplo: mapeamento geológico; mapeamento faunístico; mapeamento de impactos antrópicos; dentre outras dezenas de mapeamentos que podem ser realizados nos estudos espeleológicos.

Breve História da Cartografia

A ideia de que os mapas estejam ligados à transição do nomadismo para o sedentarismo e à conseqüente organização dos grupos primitivos em coletividades é uma humanidade entre os pesquisadores da história da cartografia. Os mapas teriam surgido em virtude da demanda de se demarcar e localizar núcleos de povoamento, territórios de caça, pesca, agricultura e demais atividades socioculturais. (RAISZ, 1969; OLIVEIRA, 1971; GOMES, 2004; ROSSATO, 2006; CASTRO, 2012; FITZ, 2012). Pode-se ainda dizer que a necessidade de representar elementos da superfície terrestre parece ser inerente à existência humana. Seja um simples esboço, um mapa rodoviário, o guia de uma cidade ou a imagem de um aparelho de posicionamento global⁸ projetada em uma tela com poucas polegadas, as representações cartográficas estão inseridas no nosso cotidiano.

É proposto por Castro (2012) que a cartografia seria pretérita à escrita e que fazer mapas seria uma aptidão inata da humanidade (CASTRO 2012, p. 17). Para Fitz (2012), a cartografia seria a representação simplificada dos elementos constituintes da Terra, bem como de seus fenômenos, de maneira que esses

---

transferência das formas de uma cavidade natural subterrânea (condutos, paredes, blocos e demais feições morfológicas) para o papel. Essa função na topografia é realizada por um croquista (desenhista).

⁸ GPS - Global Positioning System (sistema de posicionamento global).

possam ser distinguidos em um mapa.

De fato, os primeiros esboços humanos do que viria a ser um mapa remontam de 2500 antes de Cristo. Segundo Francischett (2010), o mapa mais antigo encontrado até o presente é originário da antiga Mesopotâmia - batizada pelos gregos como “país” entre rios (*meso* significa meio e *pótamos* significa rio). (FRANCISCHETT, 2010). Ainda segundo esse autor, o mapa é uma representação da região gravada em uma tábua de argila que remonta ao ano 2500 a.C. Já Menezes e Fernandes (2013) nos apresentam outro mapa primitivo, o mapa de Ga-Sur (Nuzi-Kirkuk, dinastia de Sargon de Akkad, 2400 a.C. a 2200 a.C.), mostrando montanhas, corpos d’água e outras feições geográficas da mesopotâmia , gravadas em tábuas de argila. (MENEZES; FERNANDES, 2013, p. 26).

Ainda na linha dos mapas primitivos, Raisz (1969) descreve as cartas náuticas das Ilhas Marshall, no Oceano Pacífico, onde os aborígenes, tendo conhecimento dos movimentos marinhos, puderam traduzir suas direções, com vistas às atividades pesqueiras; para isso, utilizaram mapas de bambus ou fibra de palmeira. Autênticas cartas. (RAISZ, 1969).

Saindo da cartografia primitiva rumo à atualidade, Menezes e Fernandes (2013) identificam três fases de transformação da cartografia. A primeira seria uma transformação geométrica, possuindo essa um momento referente à escala e outro referente às coordenadas. A segunda transformação seria a projetiva, que influenciou as características contidas nas representações da informação geográfica. A última seria a que se refere às transformações de caráter cognitivo. (MENEZES; FERNANDES, 2013).

Essa primeira revolução, sem dúvida alguma, recai sobre os Gregos. Toda a matemática grega está amplamente ligada a mapeamentos diversos e, conseqüentemente, à fundação de uma ciência cartográfica. Todos os autores que tratam da história da cartografia passam pelos astrônomos, físicos e geógrafos gregos. Dos gregos, Tales de Mileto é destacado como tendo medido por triangulação a altura das pirâmides egípcias no século VII antes de Cristo (OLIVEIRA, 1971). Depois de Mileto, *um século mais tarde, Pitágoras com seu conhecido teorema, mediu a obliquidade da eclíptica terrestre e afirmou que a mesma seria uma esfera equilibrada no espaço.* (OLIVEIRA, 1971, p. 145). Esse autor ainda nos traz que:

Os primeiros empreendimentos de natureza científica, ou, mais precisamente, astronômica, no sentido de aplicá-las a assuntos práticos de cartografia ou de topografia, parece não caber dúvida, partiram dos gregos, já há milênios antes da nossa era. (OLIVEIRA, 1971, p. 144).

Após os avanços da cartografia como ciência sob a influência dos Gregos, a cartografia desacelera no Império Romano e depois estagna na Idade Média. Sobre esse período, Oliveira (1971) ressalta que:

Seus sucessores, os romanos, em pouco tempo caíram numa cartografia utilitária, desprezando a base científica herdada dos gregos. Os mapas, ainda que minuciosos, haja vista cartas topográficas do século III d.C., cheias de valiosas informações, eram, por outro lado, estranhamente deformadas, geometricamente horrorosas. De Hiparco a Ptolomeu, todo um acervo jamais igualado até então, tudo havia sido esquecido. E o que depois se seguiu ainda foi incomparavelmente inferior, sobretudo os inúmeros mapas que refletiam unicamente a preocupação monástica de tudo ser elaborado de acordo com os moldes das sagradas escrituras. Até a esfericidade da terra foi derrubada. (OLIVEIRA, 1971, p. 146).

A cartografia começa a ganhar novo impulso somente no Período do Renascimento europeu, nos séculos XIV a XVI, devido “à intensificação do comércio entre Oriente e Ocidente – exigido pelo desenvolvimento da navegação, pela necessidade de mapas como meios para a respectiva orientação.” (FRANCISCHETT 2010, p. 22).

Entretanto, segundo Gomes (2004), a cartografia somente começa a perder seu viés tecnicista e passa a ter um caráter mais etimológico nos anos 80. O desenvolvimento de uma ciência voltada para a discussão epistemológica da história da cartografia teve como marco o início dos anos 80, com a exposição *Cartes et figures de la Terre* realizada em 1980 no Centro Georges Pompidou, e o projeto enciclopédico americano *The History of Cartography Project*, iniciado em 1982 pela universidade de Chicago. (GOMES, 2004)

Gomes (2004) ressalta que, na experiência da exposição francesa, foi proposta uma leitura em três diferentes pontos de vista sobre o conjunto de mapas apresentados, quais sejam: viajar, levantar e decidir. Quando a autora apresenta as características a serem observadas desses pontos distintos, percebe-se imediatamente a relação com a ciência geográfica. Gomes (2004) nos traz as expectativas dos organizadores da exposição em que eles:

Propuseram uma visita e uma leitura em diagonal do conjunto de mapas, as quais contrabalançavam três pontos de vista: viajar, que concebia o mapa como um sistema de imagens a serviço da relação do homem com o território; levantar, voltado para as operações de leitura do território, sua tradução, sua transcrição; decidir, que mostrava o mapa como instrumento de controle político, de gestão e transmissão de conhecimento. (GOMES, 2004, p. 70).

A partir dessa última grande revolução da cartografia, finalmente se iniciam as discussões conceituais e teóricas sobre a ciência cartográfica. A discussão sobre a cartografia e a utilidade do documento cartográfico vêm à tona, bem como o entendimento da cartografia como uma poderosa linguagem. Isso pode ser facilmente observado em Francischett (2010), quando nos diz que “os mapas devem ser instrumentos de reflexão e de descoberta do real conteúdo da informação; deve dirigir o discurso e não ilustrá-lo.” (FRANCISCHETT, 2010, p. 46). Gomes (2004) também nos transporta para esse sentido mais profundo da cartografia ao dizer que “As novas teorias consideravam o mapeamento como uma ciência cognitiva que envolvia comunicação entre o cartógrafo e o usuário.” (GOMES, 2004, p. 69). De maneira geral, todos os autores que tratam da semiologia gráfica dizem dos mapas como um instrumento de comunicação amplo e abrangente, capaz de transmitir temporalidades e territorialidades dos fenômenos sociais.

O que é proposto neste artigo diz respeito, justamente, à ausência dos conceitos modernos de cartografia na cartografia espeleológica, sendo possível, inclusive, dizer de uma falta de identidade da cartografia espeleológica. Durante os levantamentos de campo da pesquisa que originou este artigo, foi detectada uma grande defasagem formativa do cartógrafo de caverna, ou mapeador⁹ de caverna, ou espeleotopógrafo, ou topógrafo de caverna. A própria dificuldade de se definir o termo revela essa confusão no estado da arte.

Como bem pontua Rossato (2006), “a Cartografia compactua com essa prerrogativa da ciência e, portanto, também precisa participar incessantemente da luta pelo seu aprimoramento epistemológico.” (ROSSATO, 2006, p. 49). É importante lembrar que todos esses autores que travaram as discussões mais técnicas sobre cartografia, o fizeram tratando-a como uma ciência ampla, capaz de mapear todos os lugares do planeta e não fazem distinção quanto ao mapeamento

---

⁹ Neologismo utilizado de maneira a ilustrar a confusão instaurada.

de cavernas. Isso talvez ocorra porque as especificidades que o mapeamento de caverna possui se restringem às etapas de campo, ou seja, à coleta primária de dados topográficos *in loco*. Dessa maneira, as teorias cartográficas seriam soberanas ao ambiente em que se faz o levantamento topográfico.

Voltando a discussão sobre a necessidade de se padronizar, conceituar, compreender e, acima de tudo, se ensinar (transmitir) os conceitos corretos, Rossato (2006) traz que tal conceituação de termos seria:

[...] uma prerrogativa do método científico, pois contribui tanto para a proposição de novas pesquisas quanto para a validação e avanço das já existentes. Um conceito é produto da criação imaginativa, mas, em contrapartida, restringe a imaginação dos pesquisadores e dos demais leitores, na medida em que tenta prendê-la à realidade dos objetos ou fenômenos conceituados. Entretanto, além de poder ser contestado quanto a sua eficiência, um conceito pode gerar novos conceitos ou ser fruto de outros conceitos pré-existentes. (ROSSATO, 2006, p. 22).

Destarte, ao se chegar aos preceitos atuais da cartografia, percebe-se que a cartografia necessita tanto das discussões epistemológicas para se construir como ciência, quanto das discussões conceituais para que se possa estabelecer uma fácil comunicação entre pesquisadores, professores e alunos, instrutores e instruendos, e espeleólogos entusiastas.

Breve História do mapeamento de cavernas

Segundo os levantamentos feitos por Auler, Brandi e Rubbioli (2001), algumas medições espeleométricas efetivadas no Século XVIII foram realizadas pelo Alferes José Joaquim Leite de Campos, que descreveu o interior da Gruta da Onça, nos arredores de

Vila Bela da Santíssima Trindade, então Capital do Mato Grosso. Esse, segundo a literatura sobre essa área do conhecimento, foi o primeiro registro oficial de descrição de uma cavidade no Brasil que incluiu medidas de altura, largura e comprimentos. Ressalta-se, contudo, que esse registro limitou-se ao relato escrito, não apresentando desenho, croqui ou outra forma representação gráfica.

Ainda de acordo com os autores, essa descrição encontra-se em uma compilação dos manuscritos do Alferes Joaquim Leite de Campos realizada pelo naturalista baiano Alexandre Rodrigues Ferreira.

Este manuscrito foi coletado e transcrito pelo naturalista baiano Alexandre Rodrigues Ferreira, não estando claro, se tal visita teria ocorrido em 1778 ou 1788. Este documento, no entanto, motivou Alexandre Rodrigues Ferreira a efetuar, durante a célebre “Viagem Filosófica”, outra visita à caverna. Em 1790 Ferreira visitou e descreveu minuciosamente as três câmaras que compõem a Gruta da Onça, medindo a largura, o comprimento e a altura de cada uma delas. (AULER; BRANDI; ROBBIOLI, 2001, p. 15).

Vários estrangeiros são citados nos estudos de Auler, Rubbioli e Brandi (2001) e de Lino (1989) como autores de levantamentos espeleométricos. Dentre esses se destacam: o geólogo alemão Wilhelm Von Eschwege, o naturalista austríaco Johann Pohl, o engenheiro Heinrich Halfeld e o naturalista português João Silva Freijó. Deve ser esclarecido que nos levantamentos por eles realizados não foram gerados registros cartográficos, limitando-se a descrições e anotações de medidas. Dentre eles, apenas João da Silva Freijó teria realizado um mapa de caverna. De acordo com Auler, Brandi e Rubbioli (2001), o espeleólogo francês Guy Collet, em sua compilação não publicada sobre a história da espeleologia brasileira, apresenta o naturalista português João da Silva Freijó como o primeiro a produzir mapeamento de cavidades no Brasil. Entretanto, não há, ainda conforme os autores, como confirmar tal fato.

Guy Collet, em compilação sobre a história da espeleologia brasileira, menciona que o naturalista João da Silva Freijó teria mapeado a gruta de Ubajara, no Ceará, por volta de 1809. Não nos foi possível documentar esta importante informação do que pode vir a ser o primeiro mapa de caverna produzido no país. (AULER; BRANDI; ROBBIOLI, 2001, p. 15).

Dessa forma, para os autores não há dúvidas de que o naturalista dinamarquês Peter Wilhelm Lund e sua equipe foram os primeiros a realizar mapeamento espeleológico no País. Os trabalhos de mapeamento de Lund se iniciaram em 1835 e guardam grande importância para os estudos da espeleologia brasileira. (AULER; BRANDI; ROBBIOLI, 2000, p. 16).

A literatura espeleológica apresenta o mapa como elemento básico para qualquer tipo de estudo ou atividade relacionada com uma cavidade natural subterrânea. De acordo com Auler e Zogbi (2005, p. 75), “O mapa é essencial para todo e qualquer estudo científico, seja para compreender o padrão e a gênese da caverna, para estudar a fauna cavernícola ou para marcar a posição e o contexto de

um achado arqueológico ou plentológico.”

De fato, os mais diversos estudos desenvolvidos em cavidades requerem a confecção de mapas. Esses são elementos centrais nos estudos espeleológicos, pois, além de apresentar a morfologia das cavidades e a sua correlação com o relevo externo, também servem de suporte para situar os elementos que são encontrados em seus interiores. Dessa forma, o mapeamento é um instrumento que não pode faltar nos estudos que são desenvolvidos, visando ao manejo de unidades de conservação ou de instalações turísticas, bem como no planejamento, na autorização e na implantação de atividades antrópicas como, por exemplo, mineração, indústria, hidrelétricas dentre outros.

A importância das cavidades naturais não pode ser desconsiderada, na medida em que mantém estreita relação com a história da humanidade. Recorremos a Lino (1989), com o objetivo de esclarecer a intensidade da relação dos homens com as cavidades. De acordo com esse autor:

A história humana não pode ser contada sem referir-se às cavernas. A relação entre o homem e estes ambientes é tão ou quase tão antiga quanto a sua própria história.
Grande parte das ossadas humanas mais antigas foram encontradas em grutas e abrigos sob rocha. Pode-se citar entre outros, a descoberta do *Homo neanderthalensis*, em 1856, na gruta de Feldhofer, na Alemanha; a descoberta do *Pithecantropus erectus* na caverna Capela dos Santos, em 1891, em Sumatra, na Ilha de Java; do *Homo rodesiensis*, em 1921, na Rodésia – Hoje Zimbábwe [...]. (LINO, 1989, p. 17).

Assim sendo, o desconhecimento do patrimônio espeleológico pode acarretar grandes perdas históricas e científicas, além de poder contribuir para o desequilíbrio ecossistêmico. Para tanto, é de suma importância a descoberta de cavidades e o seu registro, principalmente através do mapeamento. A noção dessa importância começou a ser cunhada nos primeiros estudos sistematizados de Peter Wilhelm Lund e se perpetua até hoje, estando o mapeamento entre as atividades mais importantes dos espeleólogos.

Dessa história do mapeamento topográfico das cavidades brasileiras que remonta ao ano de 1835, com os estudos paleontológicos do naturalista dinamarquês Peter Wilhelm Lund e sua equipe, com destaque para o desenhista norueguês Peter Andreas Brandt, que era o responsável por realizar esboços e mapas das cavidades, a continuidade da evolução dessa ciência se intensificou com

a fundação de diversos grupos de espeleologia no Brasil. A primeira instituição nacional foi a Sociedade Excursionista e Espeleológica, entidade vinculada à Escola de Minas e Metalurgia de Ouro Preto, fundada em 1937. A partir dela, diversos grupos de espeleologia foram fundados, todos em forma de associações sem fins lucrativos e constituídos por voluntários. Muitos desses grupos são ligados às universidades, principalmente às federais, como é o caso da própria Sociedade Excursionista e Espeleológica, ligada a Universidade Federal de Ouro Preto; do Grupo Espeleológico da Geologia – GREGEO, ligado a Universidade de Brasília; e do Guano Speleo, ligado à Universidade Federal de Minas Gerais. Salienta-se que esses grupos contribuíram de modo decisivo para o aprimoramento do estudo das cavidades naturais brasileiras e, conseqüentemente, realizaram o mapeamento topográfico de várias delas no país.

Além das instituições de pesquisas (universidades) e das associações espeleológicas (grupos de espeleologia), a partir de 1987, com a publicação da Resolução nº 005 do Conselho Nacional de Meio Ambiente, as empresas especializadas na realização de estudos de licenciamento ambiental também passaram a atuar na realização de mapeamentos espeleológicos. Com a nova legislação, empresas e empreendedores passaram a ter obrigatoriedade de apresentar em seus levantamentos o mapeamento das cavidades naturais porventura existentes nas áreas em que se pretende instalar empreendimentos categorizados como potencialmente lesivos ao patrimônio espeleológico nacional. (Artigo 3º - Resolução Conama nº 005, de 1987).

Deve ser frisado que a evolução da legislação afeta à temática levou a um gradativo incremento das solicitações feitas por órgãos governamentais, especialmente os que têm a questão ambiental como finalidade precípua, sendo estes o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA)¹⁰ e órgãos estaduais e municipais pertencentes ao Sistema Nacional do Meio Ambiente (SISNAMA)¹¹. Como consequência da alteração legislativa, ocorreu o enrijecimento das restrições relativas aos impactos incidentes e/ou potenciais sobre as cavidades naturais, ou seja, sobre o patrimônio espeleológico.

---

¹⁰ Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis, instituído pela Lei nº 7.735 de 22 de fevereiro de 1989. (BRASIL, 1989).

¹¹ Sistema Nacional do Meio Ambiente, instituído pela Lei 6.938 de 31 de agosto de 1981.

Nesse cenário, o mapeamento das cavidades constitui-se como ferramenta que não pode ser negligenciada. Entretanto, faz-se imperativo destacar que o mapeamento isolado de uma caverna ou de um conjunto de cavernas não se configura efetivamente como uma ferramenta de análise, de gestão ou de estratégia por si só. É fundamental que os mesmos sejam realizados juntamente com a sua inserção no contexto externo, ou seja, no contexto da topografia da superfície. Somente assim as cavidades estarão devidamente espacializadas no contexto geomorfológico externo e, com isso, as mais diversas análises hidrológicas, geológicas, geomorfológicas, assim como as demais análises de outros campos do conhecimento, poderão ser desenvolvidas.

Das primeiras experiências em mapeamento de cavernas à realidade atual, muitas discussões acerca de técnicas surgiram, alguns novos equipamentos foram inventados e a legislação passou a estabelecer graus de precisão minimamente requisitados para a sua realização.

Nesse ponto, faz-se mister discorrer acerca uma importante discussão conceitual sobre mapeamento de cavernas. Como já abordado anteriormente, o mapeamento é, na verdade, uma conjunção entre técnicas de topografia e cartografia. Erwin Raisz (1969) diferencia essas duas ciências, atribuindo a primeira ao agrimensor e a segunda ao cartógrafo (RAISZ, 1969, p. 1). Ambos possuem formação específica, mas, no caso da espeleologia mundial, por diversos fatores, entre eles o difícil acesso ao meio subterrâneo, a topografia fica a cargo do espeleólogo.

Corroborando com esse conceito de mapeamento de cavidades, Arthur Palmer (2007) afirma que “quase todos os mapas de cavernas são produzidos por exploradores ou cientistas de cavernas, em vez de topógrafos profissionais.” (PALMER, 2007, p. 11, tradução nossa)¹². É possível observar no conceito de mapeamento que o mapa ou mapeamento de caverna é tratado de maneira ampla, incluindo tanto a topografia como a cartografia.

Essa diferenciação entre as duas ciências, a topografia e a cartografia, segundo Castro 2012, começa a ficar mais clara no século XVIII, quando os , que antes eram elaborados apenas com observações e medidas simples como passos,

---

¹² Nearly all cave maps are produced by explorer or cave scientists, rather than by professional surveyors.

sofrem um grande aprimoramento. Nesse período, a coleta de dados para a realização da cartografia passa a ser feita com o suporte de equipamentos mais precisos. Para esse autor:

O progresso científico próprio do século XVIII – a chamada Idade da razão – refletiu-se nos mapas. Os franceses criaram a Académie Royale des Sciences, cujo principal objetivo era a obtenção de maior rigor científico nos mapas. Utilizaram-se de teodolito com luneta (Jesse Ramsden, inglês – 1787), aperfeiçoaram o sistema de triangulação, imprimindo-lhe alta precisão. (CASTRO, 2012, p. 33).

A partir daí, a cartografia passa a ir além da preocupação com a confecção dos mapas em si, ou seja, ir além da preocupação de desenhá-los. Percebe-se que nesse momento elementos referentes à origem e precisão dos dados coletados se inserem na cartografia. Raisz (1969) já aponta essa tendência ao dizer que “a finalidade da cartografia é coletar dados e medidas das formações da terra e representá-los em escala tão reduzida quanto conseguimos discernir a sua configuração.” (RAISZ, 1969, p. 171).

Na fala de Raisz (1969), percebemos que a coleta de medição também passa a ser uma preocupação no processo cartográfico. Entretanto, deve-se manter a distinção entre cartografia e topografia, mesmo sendo essas altamente complementares e quase que indissociáveis. Ainda segundo Raisz, “o processo de representação da figura da superfície da terra consta de três fases: o agrimensor mede o terreno, o cartógrafo reúne os resultados das medidas anteriores e os transporta para um mapa e o geógrafo interpreta os fatos assim expostos.” (RAISZ, 1969, p. 1)

Quanto à topografia, que foi o mote das discussões na pesquisa que originou o presente artigo, destaca-se apenas que é pretérita à fase de trabalhos cartográficos e que se encarrega das coletas de dados em campo. Com o passar dos anos, pouca coisa mudou nas técnicas de topografia já tão sedimentadas e consagradas. Segundo Moura e Robbioli (2005, p. 13), essas técnicas “consistem basicamente em estabelecer uma série de pontos dentro de uma caverna, interligados de forma que seja possível saber a posição relativa de cada um em relação a um referencial pré-determinado.” Os pontos tratados pelos autores são denominados bases topográficas. Essas, por sua vez, são estabelecidas em pontos específicos de uma cavidade como entradas, transição de condutos para salões,

espeleotemas, grandes blocos abatidos e outras feições notáveis. A ligação de uma base à outra é denominada visada, que “é o segmento de reta que une duas bases”. Em uma visada, devem-se realizar três medições: de distância, de azimute (ângulo no plano horizontal) e a inclinação (ângulo no plano vertical) entre elas. (MOURA; ROBBIOLI, 2005, p.14).

Além de se estabelecerem as bases que delinearão a morfologia da cavidade (paredes, aclives, declives, blocos e outros), essas poderão ser estabelecidas em pontos de interesse, como colônias de animais, artefatos arqueológicos, materiais paleontológicos e os mais diversos elementos de interesse para pesquisas de áreas afins à espeleologia.

As técnicas e os processos utilizados no interior das cavidades naturais obedecem ao previsto na NBR 13.133, da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), que estabelece a norma brasileira para execução de levantamento topográfico e que o define como:

Conjunto de métodos e processos que, através de medições de ângulos horizontais e verticais, de distâncias horizontais, verticais e inclinadas, com instrumental adequado à exatidão pretendida, primordialmente, implanta e materializa pontos de apoio no terreno, determinando suas coordenadas topográficas. A estes pontos se relacionam os pontos de detalhe visando a sua exata representação planimétrica numa escala pré-determinada e à sua representação altimétrica por intermédio de curvas de nível, com equidistância também pré-determinada e/ou pontos cotados. (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1994, p. 3).

Voltando à problemática da cartografia, na espeleologia, conforme já mencionado anteriormente, tanto a topografia quanto a cartografia são realizadas por espeleólogos. Sendo assim, pode-se sugerir que o mapeamento de cavidades naturais subterrâneas seria a conjunção entre técnicas de topografia e cartografia. Também conclui-se que os espeleólogos responsáveis por tal atividade devem ter uma formação abrangente, principalmente se refletirmos sobre a responsabilidade que recai sobre os documentos cartográficos gerados por eles.

Para se entender essa responsabilidade, devemos entender que os mapas de cavidades, assim como qualquer representação cartográfica, podem ser elaborados em diversas escalas, com graus de detalhamento, precisão e propósitos diferenciados. Em relação aos propósitos, cabe destacar que, na maioria das vezes, esses podem ser classificados, de maneira geral, em três grandes grupos, sendo

eles:

a) registro primário;

b) estudo científico; e

c) licenciamento ambiental:

▪ **Registro primário:**

- ✓ quando uma cavidade é descoberta, as duas principais ações a serem realizadas, via de regra, são o registro de sua localização a partir da definição das coordenadas geográficas de sua entrada e o registro topográfico e cartográfico, ou seja, o mapeamento. Mediante a realização dessas duas ações, se registram, respectivamente, a localização da uma determinada cavidade e sua inserção na paisagem, bem como se determinam a extensão e a morfologia predominante no interior da mesma. No caso do registro primário, o mapeamento visa basicamente comprovar a existência dessa cavidade e pode ser considerada a principal atividade dos grupos de espeleologia;

▪ **Estudo científico:**

- ✓ no contexto de pesquisas científicas, geralmente realizadas por universidades, o mapa é utilizado como suporte para a espacialização de diversas informações específicas. Assim, encontram-se mapas com localizações de colônias de insetos, de ossadas, de depósitos minerais, de resíduos contaminantes ou de pinturas rupestres. Esses são confeccionados para representar aspectos de interesse das mais diferentes áreas do conhecimento como, por exemplo, biologia, arqueologia, paleontologia, dentre outras;

▪ **Licenciamento ambiental:**

- ✓ nos estudos destinados a fomentar os processos de licenciamento ambiental, o mapeamento, além de apresentar a localização das cavidades existentes na área em estudo, serve para subsidiar as pesquisas que culminarão na classificação das mesmas, conforme

estabelecido pelo Decreto Federal nº 6.640¹³ de 2008. Esse Decreto determina diversos critérios para a classificação de uma caverna e estabelece quatro graus de relevância, que vão de baixa a máxima. Dentre os critérios, o relativo à dimensão da cavidade é um dos primeiros a ser determinado, pois, uma vez obtido o mapa, os demais estudos serão espacializados sobre o mesmo. Para mensurar a dimensão, é empregado o denominado estudo espeleométrico, que consiste em cálculos de projeção horizontal, desnível, área e volume.

Em todas as três situações apresentadas, o mapeamento das cavidades se mostra como elemento fundamental para o desenvolvimento de estudos espeleológicos, independentemente de seus propósitos. Também se deve observar que um mapeamento, ainda que inicialmente realizado para atender a um determinado propósito, poderá posteriormente atender a outro. Um exemplo seria um mapeamento que foi realizado como registro primário ser utilizado, em um segundo momento, para um estudo científico ou para o licenciamento ambiental.

A classificação das cavidades naturais exigida pelo licenciamento ambiental, apresentada ao longo deste estudo, se reveste de grande importância, na medida em que é um dos determinantes para a proteção ou não das mesmas. Nesse contexto, mais uma vez pode-se afirmar que o mapeamento se constitui em uma ferramenta fundamental para definir as áreas a serem protegidas e as que podem ser utilizadas para as mais diversas alterações antrópicas no relevo, na paisagem e nas relações ecossistêmicas.

Mediante a importância do mapeamento de cavidades, e do poder decisório que um documento cartográfico possui, podemos dizer que erros cometidos, tanto na etapa de topografia quanto na etapa de cartografia, podem comprometer negativamente tanto na preservação de uma caverna quanto na viabilidade de um empreendimento. No tocante à preservação, uma caverna que eventualmente seja erroneamente classificada como sendo de menor relevância do que deveria, pode incorrer em supressão do importante patrimônio espeleológico. Nesse caso,

---

¹³ O Decreto Federal nº 6.640, de 2008, dá nova redação aos arts. 1º, 2º, 3º, 4º e 5º e acrescenta os arts. 5-A e 5-B ao Decreto Federal de nº 99.556, de 1º de outubro de 1990, que dispõe sobre a proteção das cavidades naturais subterrâneas existentes no território nacional. (BRASIL, 2008).

estamos falando de subvalorização. Já no que concerne à viabilidade de empreendimentos, uma classificação errônea pode elevar uma caverna de menor relevância a uma categoria de alta ou máxima, o que pode gerar grandes e onerosas alterações de projetos ou mesmo levar à completa inviabilidade de um empreendimento.

Mediante o apresentado, é de fácil compreensão que o domínio das técnicas topográficas e cartográficas são de extrema importância no contexto da espeleologia nacional. Entretanto, pela revisão da bibliografia existente, percebeu-se que conceitos fundamentais de cartografia, como a escolha de escalas adequadas, a semiologia gráfica, a definição de legendas, o tipo de papel para a impressão e diversos detalhes relacionados com a confecção e a diagramação dos mapas são, boa parte das vezes, desconhecidos. O próprio conceito de que o mapeamento de cavernas é a conjunção de duas ciências distintas, apesar de correlatas, é ignorado.

CONCLUSÃO

A proposta do estudo da história da cartografia espeleológica brasileira, bem como o estudo da cartografia espeleológica histórica do Brasil, passa por uma limitação de informação e fontes que pode ser facilmente compreendida no caráter neófito dessa ciência em comparação com a cartografia tradicional. Uma teria se iniciado a aproximadamente 1.000 anos a.C. enquanto a segunda, em meados do século XIX.

Também há que se destacar, assim como na cartografia tradicional, que a cartografia espeleológica necessita de estudos de natureza epistemológica. Idealmente, não deveriam ser feitas distinções entre ambas, mas dadas as suas especificadas, propõe-se que essas possam existir. Entretanto, ressalta-se a urgência de um aprimoramento no campo formativo do espeleólogo cartógrafo.

Por fim, considerando-se que a cartografia espeleológica se constitui em ciência, fazem-se necessárias as discussões de caráter epistemológico, dentre elas quando e como surge a cartografia espeleológica, quem é a figura do espéleo cartógrafo, quais as competências que ele deve possuir e quais os paralelos com a cartografia, aqui tratada como tradicional.

Como apresentado anteriormente, espera-se que os questionamentos apresentados neste artigo contribuam para o início das discussões acerca da formação do espeleólogo e dos conceitos empregados na disciplina cartográfica. Como reflexo dessas discussões, espera-se ainda que, em um futuro próximo, esses debates contribuam para a consolidação de uma disciplina que até então ficou relegada ao empirismo, principalmente no campo formativo.

Abstract

This paper is a conceptual discussion of the speleological Cartography, in other words, mapping that deals with the documentation of the Brazilian caves. Having as its keynote conceptual deficiencies found in existing speleological literature, as well the deficiencies in formation of the spelunker Speleology, we intend to discuss in this article would indeed speleological mapping. It is emphasized that these cartographic issues have been tentatively discussed within the speleo groups, at conferences and workshops , though always treated a technical and empirical manner without , however, to lock an epistemological discussion of discipline. To do so, we draw a parallel, though timeless , between the history of world map - from cartography called primitive until the new concepts adopted in the present - and speleological mapping . It is hoped that the discussion about the formation of the spelunker and concepts used in the cartographic discipline , which begins the debate that could contribute to increasing the quality of cartographic documents and therefore the consolidation of a discipline hitherto relegated to empiricism .

Keywords : Cartography. Speleology. Graphic Semiology. Survey. Education.

Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13133**: Execução de levantamento topográfico. Rio de Janeiro, 1994. 35 p.

AULER Augusto Sarreiro; RUBBIOLI Ezio Luiz; BRANDI Roberto. **As Grandes Cavernas do Brasil**. Belo Horizonte: Grupo Bambuí de Pesquisas Espeleológicas, 2001.

AULER, Augusto Sarreiro; ZOGBI, Leda. **Espeleologia: Noções Básicas**. São Paulo: RedeSpéleo Brasil, 2005.

BRASIL. Decreto nº 6.640, de 07 de novembro de 2008. Dá nova redação aos arts. 1º, 2º, 3º, 4º e 5º e acrescenta os arts. 5-A e 5-B ao Decreto nº 99.556, de 1º de outubro de 1990, que dispõe sobre a proteção das cavidades naturais subterrâneas existentes no território nacional. **Diário Oficial da União**, Brasília, 10 nov. 2008. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2008/Decreto/D6640.htm>. Acesso em: 08 jun. 2014.

BRASIL. Lei Nº 6.938, de 31 de Agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. **Diário Oficial da União, Brasília, 31 de ago. 1981**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6938.htm>. Acesso em: 12 Set. 2014.

BRASIL. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente. Portaria 887 de 15 de junho de 1990. **Diário Oficial**, Brasília, n. 117, Seção I, p. 11844, 20 jun. 1990.

BRASIL. Instrução Normativa nº 2, de 20 de agosto de 2009. **Diário Oficial da União**, Brasília, 2009.

BRASIL. Lei nº 7.735, de 22 de fevereiro de 1989. Dispõe sobre a extinção de órgão e de entidade autárquica, cria o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, 23 fev. 1989. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l7735.htm>. Acesso em: 08 jun. 2014

CASTRO, José Flávio Moraes. História da Cartografia e Cartografia Sistemática. Belo Horizonte, MG: Ed. PUC Minas, 2012.

CENTRO NACIONAL DE PESQUISA E CONSERVAÇÃO DE CAVERNAS. **Apostila do III Curso de Espeleologia licenciamento Ambiental**, Brasília, 2011.

BRASIL. Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA). **Resolução nº 347 de 10 de setembro de 2004**. "Dispõe sobre a proteção do patrimônio espeleológico." Revoga a Resolução nº 05, de 1987. Alterada pela Resolução nº 428, de 2010. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=452>. Acesso em: 12 set. 2014.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). **Resolução nº 005 de 06 de agosto de 1987**. "Dispõe sobre o Programa Nacional de Proteção ao Patrimônio Espeleológico, e dá outras providências". Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=56>. Acesso em: 12 set. 2014.

FITZ, Paulo Roberto. **Cartografia básica**. São Paulo: Oficina de Textos, 2012. 143 p.

FRANCISCHETT, Mafalda Nesi. **A cartografia no ensino de geografia:**

abordagens metodológicas para o entendimento da representação. Cascavel: EDUNIOESTE, 2010.

GOMES, Maria do Carmo Andrade. Velhos mapas, novas leituras: revisitando a história da cartografia. **GEOUSP - Espaço e Tempo**, São Paulo, n. 16, p. 67-79, 2004.

HOUAISS, Antônio. **Dicionário Houaiss da Língua Portuguesa**. Rio de Janeiro: Objetiva, 2001.

LINO, Clayton Ferreira. **Cavernas: o fascinante Brasil subterrâneo**. São Paulo: Editora Rios, 1989.

LINO, Clayton Ferreira. **Cavernas: O fascinante Brasil Subterrâneo**. 2. ed. rev. e atualizada. São Paulo: Gaia, 2001.

MENEZES, Paulo Márcio Leal de, FERNENDES, Manoel do Couto. **Roteiro de Cartografia**. São Paulo: Oficina de Textos, 2013.

MOURA, Vitor; M.; RUBBIOLI, Ezio Luiz. **Mapeamento de cavernas: guia prático**. São Paulo: Edespéleo Brasil, 2005.

OLIVEIRA, C. Notas sobre cartografia antiga. **Revista Brasileira de Geografia**, Rio de Janeiro, v. 33, n. 1, p. 141-152. 1971

PALMER, Arthur N. **Cave Geology**. Cave Books, 2007. 454 pp.

RAISZ, Erwin (1969). **Cartografia Geral**. Editora Científica, Rio de Janeiro. Tradução de "General Cartography", 1938, Ed. Mc Graw Hill.

ROSSATO, Bruno Affonso Rego. **As Temporalidades das Representações Cartográficas**. 2006. 104 f. Dissertação (Mestrado) - Instituto Militar de Engenharia, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Cartográfica, Rio de Janeiro.
SOCIEDADE BRASILEIRA DE ESPELEOLOGIA. 2012. **Cadastro Nacional de Cavernas do Brasil 2012**. Disponível em: < <http://www.sbe.com.br>