

REPRESENTAÇÃO TRIDIMENSIONAL COM USO DE MAQUETE: GEODIVERSIDADE DO MACIÇO ALCALINO DE POÇOS DE CALDAS-MG

Vinícius Arcanjo Monteiro¹

158

Resumo. Considerando a paisagem vulcânica do Maciço Alcalino de Poços de Caldas (Minas Gerais) e a raridade do patrimônio geológico objetiva-se, com este artigo, representar, com o uso da maquete, a geodiversidade do maciço em questão. Para tanto, procede-se ao espaço amostral, a execução de uma maquete para visualização 3D do relevo de Poços de Caldas. Desse modo, observa-se que a espacialidade da geodiversidade, incluindo os elementos geomorfológicos pela representação do relevo possa atingir uma didática mais eficiente, o que permite concluir que é um trabalho interessante para a organização do espaço geográfico e gestão/ordenamento da geodiversidade de Poços de Caldas.

Palavras-chave: Maquete; 3D; rochas ígneas alcalinas; geodiversidade; Poços de Caldas (MG).

THREE-DIMENSIONAL REPRESENTATION WITH MODEL USE: GEODIVERSITY OF THE ALKALINE MASS OF POÇOS OF CALDAS-MG

Abstract. Considering the volcanic landscape of the Alcalino Massif of Poços de Caldas (Minas Gerais) and the rarity of the geological heritage, this article aims to represent, with the use of the model, the geodiversity of the massif in question. To do so, proceed to the sample space, the execution of a model for 3D visualization of the relief of Poços de Caldas. Thus, it is observed that the spatiality of geodiversity, including the geomorphological elements by representing the relief, can achieve a more efficient didactic, which allows us to conclude that it is an interesting job for the organization of the geographic space and management / ordering of the geodiversity of Poços of Caldas.

Keywords: Model 3D; alkaline igneous rocks; geodiversity; Poços de Caldas (MG).

REPRESENTACIÓN TRIDIMENSIONAL CON MODELO DE USO: GEODIVERSIDAD DE LA MASA ALCALINA DE POÇOS DE CALDAS-MG

¹ Doutorando em Geociências da UNICAMP, v180602@dac.unicamp.br.

Resumen. Teniendo en cuenta el paisaje volcánico del macizo Alcalino de Poços de Caldas (Minas Gerais) y la rareza del patrimonio geológico, este artículo pretende representar, con el uso del modelo, la geodiversidad del macizo en cuestión. Para ello, proceda al espacio muestral, la ejecución de un modelo para visualización en 3D del relieve de Poços de Caldas. Por lo tanto, se observa que la espacialidad de la geodiversidad, incluidos los elementos geomorfológicos al representar el relieve, puede lograr una didáctica más eficiente, lo que nos permite concluir que es un trabajo interesante para la organización del espacio geográfico y la gestión / ordenación de la geodiversidad de Poços de Caldas

Palabras clave: Modelo; 3D; rocas ígneas alcalinas; geodiversidad; Poços de Caldas (MG).

Introdução

Utilizou-se a maquete como metodologia e objeto de estudo para representação da geodiversidade do Maciço Alcalino de Poços de Caldas, materializando elementos conceituais das geociências (geomorfologia, espaço geográfico, paisagem, geologia, entre outros) para fins de gestão e ordenamento territorial.

Para a confecção do modelo foi utilizado a base cartográfica da área que abrange o Maciço Alcalino de Poços de Caldas. Foram extraídos do mapa geológico as curvas de nível e outros elementos cartográficos para a representação do espaço, como a hidrografia, geologia, vias e rodovias e espaço urbano. O mapa geológico é a representação plana da área. Já a maquete possibilita visualizar tridimensionalmente. Porém, o plano tridimensional é regido sob a perspectiva do mapa geológico (plano bidimensional).

É correto afirmarmos que o objetivo primeiro em se construir maquetes de relevo é o de possibilitar uma visão tridimensional das informações que no papel aparecem de forma bidimensional. Podemos, ainda, reconhecer os compartimentos principais do relevo de um determinado território e a partir deste reconhecimento construir novos conhecimentos, seja os da gênese daquele compartimento, comparando a maquete com um mapa geológico, por exemplo, ou mesmo de ocupações humanas distintas que, se não forem determinadas são ao menos influenciadas pela topografia. Podemos, assim, dizer que estes são objetivos ou conhecimentos construídos pós-elaboração da maquete de relevo (SIMIELLI et al. 2007, p. 132).

O Maciço Alcalino de Poços de Caldas se sobressai do embasamento adjacente por seus limites topográficos ressaltados em cotas de 1600 a 1700 m. O dique anelar que circunda o planalto é saliente na topografia em três quadrantes: norte, oeste e sul; no quadrante leste não há expressão morfológica do anel de tinguaito. O anel ocidental é formado pela Serra de Poços de Caldas (altitude máxima de 1575 m). O anel norte é formado pela Serra de São Domingos e a NE localiza-se a Serra do Selado (1500 m) e o Serrote do Maranhão (1519 m). O anel meridional é formado pelas serras do Gavião (1663 m), Caracol (1557 m) e Forquilha (1355 m). Na parte interna do Maciço desenvolvem-se uma

topografia de morros de vertentes suaves, predominando cotas entre 1100 e 1400 m (GARDA, 1990). Uma outra porção do relevo atinge 1400-1600 m, constituindo a estrutura circular centro-leste, onde se localiza o Morro do Ferro (1491 m), Morro do Taquari (1352 m) e Morro Grande (1554 m) (ULBRICH, 1984).

Doranti-Tiritan (2013) realizou mapeamento topomorfológico que permitiu a compartimentação da área em três níveis: o Inferior (580 m à 900 m), o Intermediário (900 m à 1200 m) e o nível de Cimeira (1200 m à 1700 m). O Nível Inferior abrange principalmente a região Oeste e Noroeste do maciço e é caracterizado por topos achatados e alongados, com vertentes côncavo-convexas e declividade pouco acentuada. Já o Nível Intermediário corresponde às áreas elevadas ao redor do maciço alcalino e à região mais a norte. O Nível de Cimeira que é representado pela área do maciço e algumas áreas elevadas adjacentes, sendo caracterizado pela declividade acentuada nas bordas e suave no interior do dique alcalino. As idades foram obtidas a partir de traço de fissão em apatitas apontaram que os níveis Inferior e o Intermediário apresentam idades parecidas entre ~150 e 120Ma (período Juro-Cretáceo) e o Nível de Cimeira apresenta um conjunto de idades mais novas que a dos níveis mais baixos, variando entre ~75 e 60Ma, período relativo ao limite Cretáceo-Paleógeno.

Geomorfologicamente, a área está inserida na Província do Planalto Atlântico e, se restringe às subdivisões Planalto Sul de Minas e Zona Cristalina do Norte definida por Cavalcanti et al. (1979). São ainda descritos níveis planálticos intercalados por serranias, onde há escarpas localizadas em regiões topograficamente altas, o que demonstra segundo Almeida & Carneiro, (1998) evidências de uma erosão intensa, de forma que as principais superfícies de erosão pós-Paleozóicas da região SE do Planalto Atlântico.

Segundo Zaine (et al. 2008) as zonas que abrangem o município são: (1) Zona do Planalto do Maciço Cristalino, terrenos de rochas cristalinas, pré-cambrianas, formada por morros e morrotes do tipo “meia laranja”; (2) Zonas da Serra Anelar, que possui estrutura circular e compreende as montanhas com topos restritos (Serra de Poços de Caldas, Serra de São Domingos e Serra do Selado); (3) Planalto do Maciço Alcalino Interno, com morros e morrotes de topos arredondados e colinas, planícies aluviais,

formação de estruturas em caldeira, seguidos por intrusões de diferentes tipos de rochas ao longo de fendas. As primeiras manifestações magmáticas alcalinas no contexto local foram das rochas piroclásticas e os derrames (ULBRICH, 1984; GARDA, 1990). Seguiu-se, então, a intrusão subvulcânica (hipabissais), principalmente de fonólitos erígina e fonólitos porfiríticos (GARDA, 1990), com a formação de anéis topográficos que delimitaram parte do perímetro do maciço.

Segundo Garda (1990) em algum momento da história evolutiva deve ter havido uma nova intrusão de magma nas rochas já bastante resfriadas (300° a 400° C) o que provocou seu brechamento, a partir do qual houve circulação de fluídos hidrotermais, que promoveram a remoção e distribuição de calor. A circulação desses fluídos hidrotermais mais quentes teria se dado no início do processo, diminuindo após o resfriamento da área brechada e do corpo magmático sobrejacente. Sucedeu-se, então, a alteração intempérica, com a produção de caulinita, gibsita, oxidação de minerais, com redistribuição dos elementos zinco, urânio e molibdênio e na transformação da pirita em óxidos e hidróxidos. Sucessivas mudanças climáticas e períodos úmidos promoveram sedimentação e preenchimento dos condutos vulcânicos por grande quantidade de água de chuva e formação de lagos, resultando na subsidência dos blocos subjacentes e consequente formação da caldeira vulcânica (HOLMES et al., 1992 apud SARDINHA, 2015). Posteriormente, ocorrem intrusões de nefelina sienitos, formando diques menores com formas anelares e estruturas circulares e, por fim, a intrusão de eudialita e nefelina sienitos.

Na evolução do maciço alcalino também ocorreram outros processos pós-magmáticos importantes, segundo Alves (2003): 1. Processos hidrotermais associados ao magmatismo ankaratrítico; 2. Processos pegmatíticos e hidrotermais nos nefelina sienitos e hidrotermais nos fonólitos, em geral; 3. Processos hidrotermais específicos locais, potássicos e piritizantes que deram origem às mineralizações de U-Th-ETR-Zr-F-Mo e pirita em rochas nefelínicas e suas brechas; 4. Fenitização nas rochas granito-gnáissicas precambrianas regionais.

A história pós-magmática do complexo alcalino de Poços de Caldas inclui alteração hidrotermal específica, a intrusão de diques lamprófiros na mina de urânio Osamu

Utsumi, as rochas hospedeiras da caldeira mapeadas como fenitos e as fontes termais ativas distribuídas ao longo da caldeira. Durante a maior parte do Terciário até o período mais recente, vários processos químicos prevaleceram e erosão tardia, incluindo a dissolução das rochas alcalinas, a formação de solo residual e em áreas mais restritas a formação de depósitos de argila e bauxita, que foram amplamente explorados (Schorscher & Shea, 1992 apud Bonotto, 2010).

2.1. Sequência de perfis geológicos segundo Ellert, 1959

Os perfis geológicos (Fig. 3 a 9) complementam a leitura geológica da maquete e indicam a litologia, tal como se segue: embasamento cristalino; fenito; sedimentos clásticos, diabásio, aglomerados vulcânicos; lava fonolítica; brecha de tinguaito; tinguaito e fonolito; nefelina-sienito e foiaito; e, lujaurito e chibinito (Ellert, 1959) (Fig. 2).

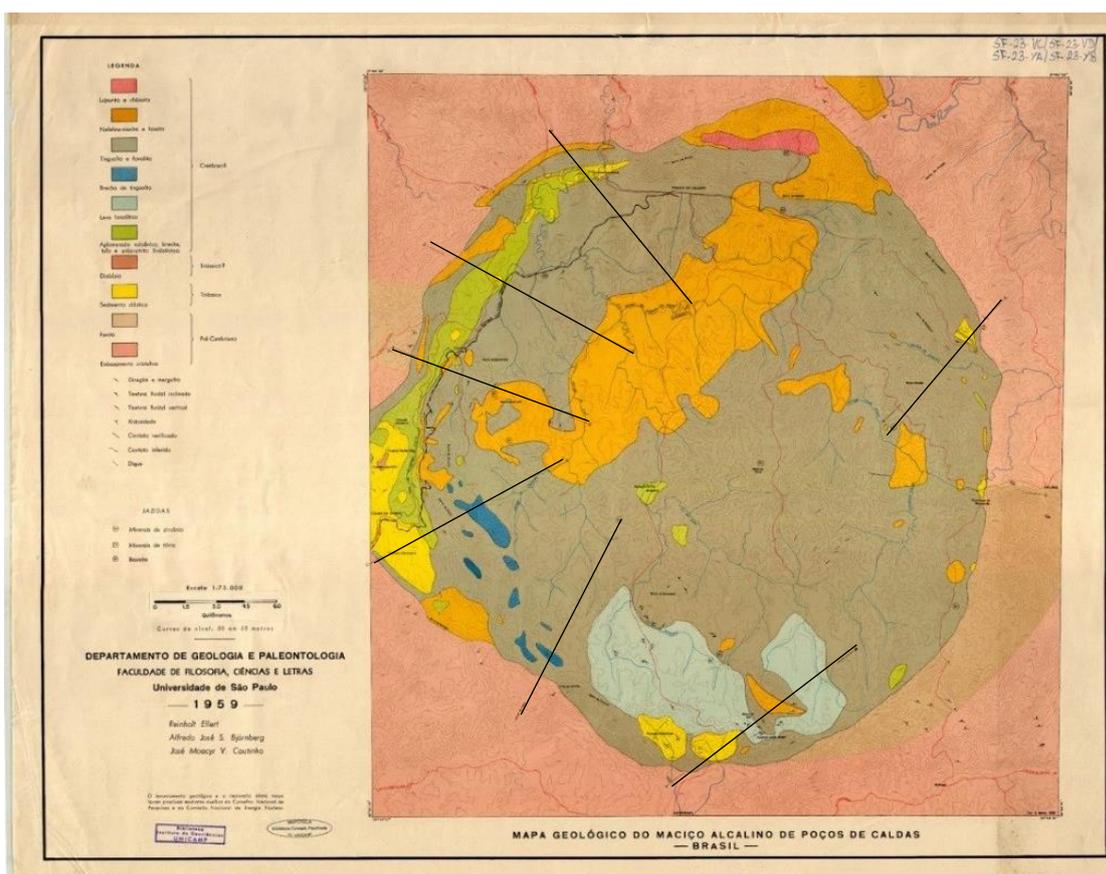


Figura 2 - Mapa geológico do Maciço Alcalino de Poços de Caldas (Ellert et al. 1959)

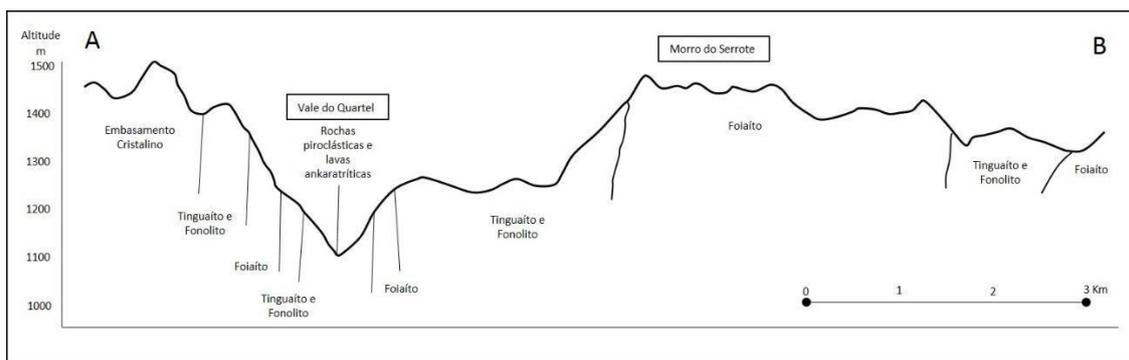


FIGURA 3 - PERFIL GEOLÓGICO A-B. (FONTE ELLERT, 1959)

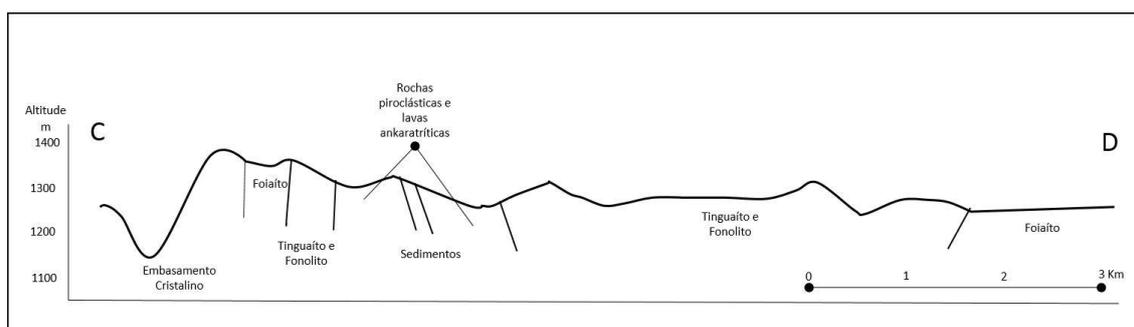


FIGURA 4 - PERFIL GEOLÓGICO C-D. (FONTE: ELLERT, 1959)

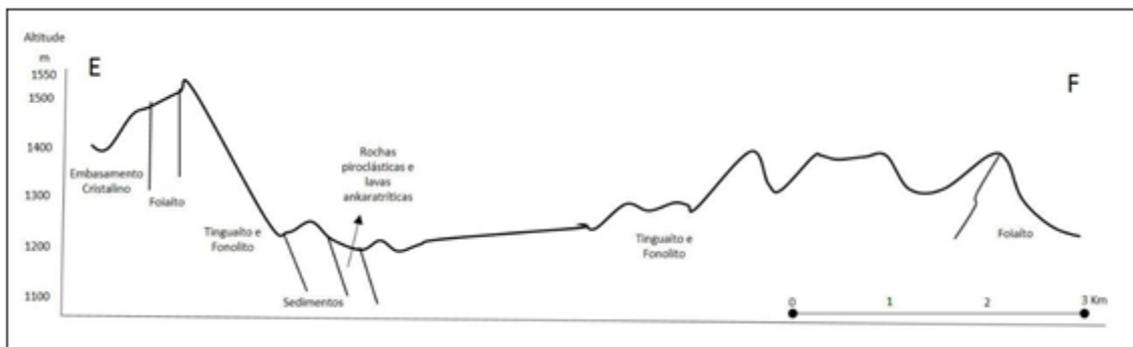


Figura 5 - Perfil Geológico E-F. (Fonte: Ellert, 1959)

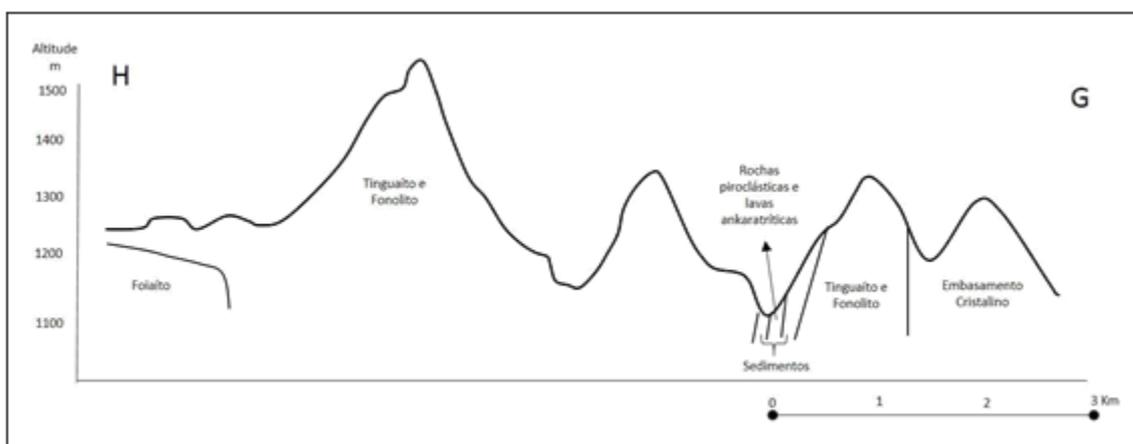
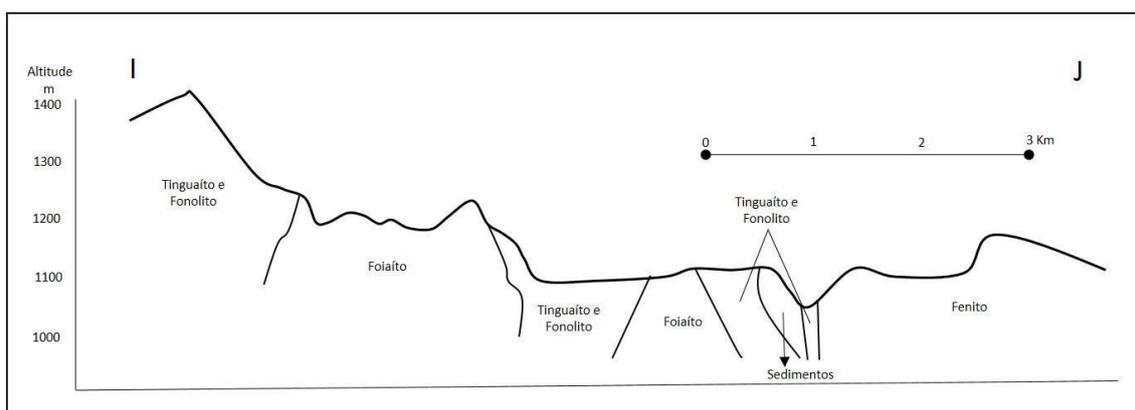


FIGURA 6 - PERFIL GEOLÓGICO H-G. (FONTE: ELLERT, 1959)



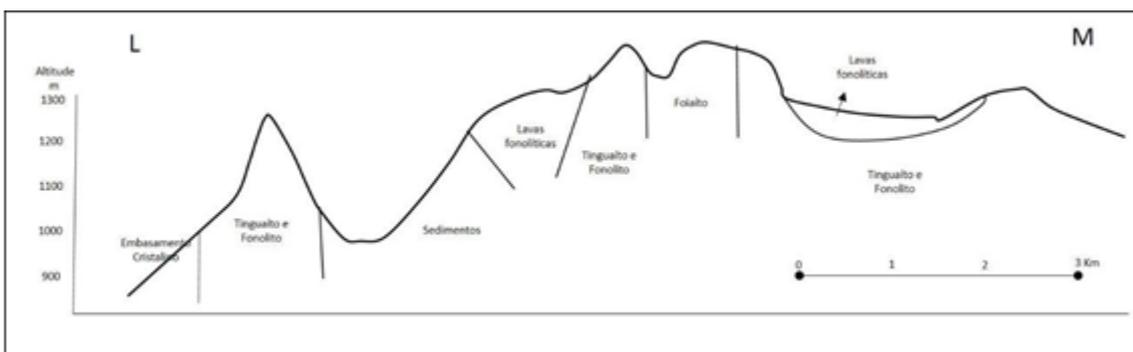
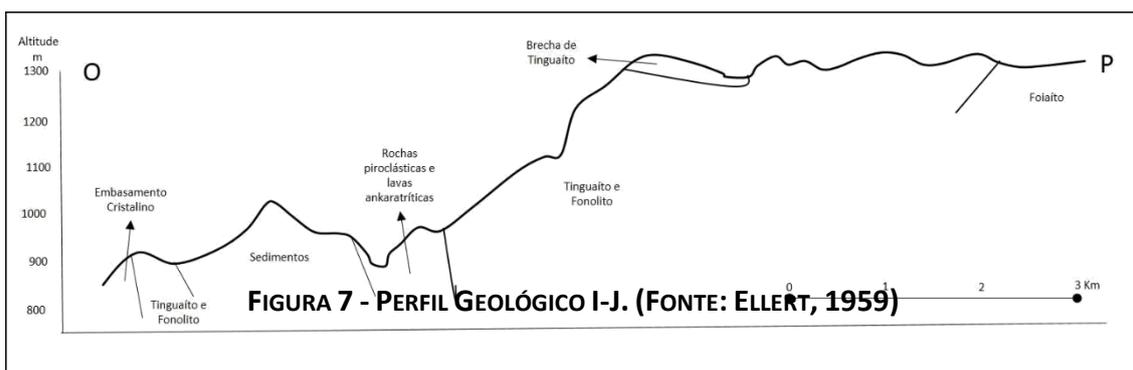


FIGURA 8 - PERFIL GEOLÓGICO L-M. (FONTE: ELLERT, 1959)

FIGURA 9 - PERFIL GEOLÓGICO O-P. (FONTE: ELLERT, 1959)

Materiais e Métodos

A seleção dos locais da geodiversidade foram atribuídos mediante revisão bibliográfica (seleção de 464 sítios de geodiversidade) e posterior análise combinatória com o acervo (Resk Frayha) de rochas e minerais do Museu Histórico e Geográfico de Poços de Caldas, contidas em Monteiro (2018).

Para a parte prática, utilizou-se a metodologia de Archela (1998) a qual será apresentada por etapas. A primeira etapa constitui-se da escolha do tema e aquisição do mapa base. Contudo, a escolha de um mapa geológico não foi gratuita, uma vez que para adquirir a terceira dimensão são necessárias as curvas de nível (relevo), porém, após a montagem da maquete, optou-se por escolher outros temas para análise que abrangessem o patrimônio geológico.

A segunda etapa é a definição das escalas horizontal e vertical, a partir de uma matemática simplificada, indicando assim a tridimensionalidade da maquete. A escala horizontal pode ser a mesma do mapa base (que deverá apresentar as altitudes, em curvas de nível, da área a ser representada). A escala vertical dependerá da relação entre as equidistâncias das curvas de nível e a espessura do material a ser utilizado (placas de isopor de 0,5 cm, 1 cm, 1,5 cm, por exemplo).

A terceira etapa é sobrepor ao mapa base o papel vegetal e realizar a cópia de cada curva de nível em uma folha separada, formando uma coleção de mapas. A dica aqui é copiar as curvas com cores diferenciadas, esse processo facilita a finalização da maquete no que se refere à formatação da legenda e também da pintura do relevo.

A quarta etapa é passar a massa corrida, assim as sinuosidades do relevo vão se revelando. Tem que deixar secar a massa corrida, que dura cerca de 48 horas.

A última etapa é definir as cores e pintar, conforme as altitudes, reservando a mesma tinta para a legenda.

Resultados e Discussões

- Apresentação de dados: análise de potenciais sítios da geodiversidade



Figura 10 - Maquete do Maciço Alcalino de Poços de Caldas

1. Águas da Prata: Os sedimentos clásticos ocorrem antes das atividades do magma alcalino e são conservados entre rochas piroclásticas, lava e tinguaito. As áreas com maior afloramento estão em Águas da Prata, onde formam embalagens com mais de 100 m de espessura. Segundo Ellert, Björnberg e Coutinho (1958) são compostos de folhelhos com intercalação de camadas arenosas e no topo de arenito com estratificação cruzada. Estes são geralmente silicificados e recristalizados, o que não é o caso dos folhelhos, onde não há evidência de recristalização, mesmo quando cortados por diques de rochas alcalinas. Nos sedimentos há uma intrusão de diabásio, que aparece em diques e pequenos sedimentos irregulares, e superficiais principalmente no norte (N) de Águas de Prata. A textura e composição mineral permite analogia com outras intrusões mesozóicas básicas (Ellert, 1959).

2. Vale do Quartel: representa a faixa piroclástica relacionada ao vulcanismo inicial, de acordo com o modelo de evolução geológica da caldeira ressurgente do Maciço Alcalino de Poços de Caldas, proposta por Ulbrich (1984). As texturas e estruturas dos blocos (vesículas, amígdalas, presença de fenocristais) são de tamanho centimétrico e a existência de vazamentos (Ellert, 1959) mostra que essas manifestações iniciais são, em parte, resultado de um vulcanismo subarpado. Nas partes mais baixas do riacho Vale do Quartel há brechas ankaratríticas em corpos tabulares.

3. Serra do Mirante: represente paredão cristalino constituído por gnaiss e granito (idade pré-cambriana). Na borda noroeste (NW), o gnaiss de cor rosa foi transformado em fenito, de cor verde acinzentado. Do gnaiss ao fenito, ao longo da estrada para Cascata - São Roque do Fartura, pode-se observar a seguinte sequência: a) mudança de cor rosa dos feldspatos do gnaiss ao cinza-esverdeado, em zonas irregulares; b) conteúdo de quartzo desintegrado da rocha; c) aumento do tamanho dos minerais, especialmente feldspatos; d) aparência de anfibólios de sódio (Ellert, 1959).

4. Morro do Serrote: corpos de sienitos de linha de base com feldspatos cinzentos e esbranquiçados emergindo como a fácies mais importante dos planaltos, que aparece carregada de enclaves de tinguaité próximos aos contatos. Estende da Pedreira da Prefeitura ao Morro do Serrote, passando pelo aeroporto. Ocorrência de depósitos zirconíferos estão associados nesta área.

5. Pedreira Bortolan: este sítio representa as rochas fonolíticas, tinguaité e nefelina sienítica. O corpo de nefelina-sienito da pedreira é extenso, cobrindo uma área de cerca de 80km². Também ocorrem rochas piroclásticas. Brechas e tufos ocorrem no Vale do Quartel em afloramentos de rochas elásticas, que diferem do arenito pelo aspecto do conglomerado e marcados pela cor verde. São rochas maciças e duras, com quantidades subordinadas de clastos maiores milimétricas a centimétricas, arredondadas a angulares, tabulares a equidimensionais (Ulbrich, 1984).

6. Pedreira da Prefeitura: faz parte dos corpos nefelinos sieníticos do interior do maciço. As ocorrências da nefelina-sienito na pedreira, juntas geologicamente associadas,

constituem a expressão mais importante do planalto. Os afloramentos representam quase 2/3 de todas as exposições no distrito (Ulbrich, 1984).

7. Pedra Balão: a Pedra Balão é caracterizada por ser um grande bloco suspenso de sienito nefelina, grande fanerita (tinguaíto) com estrutura traquítica orientada. Os tinguaítos são originados pela intrusão de magma alcalino-sódico em fraturas radiais e concêntricas que aparecem após o colapso da estrutura da caldeira vulcânica, cerca de 80 Ma. Os tinguaítos aparecem preferencialmente na parte periférica do maciço, formando os diques anulares (Ulbrich, 1984). A formação dos nefelinos sienitos da Pedra Balão deve marcar o período de transição do miasquítico para o magmatismo alcalino agpaítico (Alves, 2003).

8. Morro do Ferro: abundante ocorrência de veios e diques de magnetita. É uma anomalia radioativa superficial exclusiva, quase inteiramente devida ao tório e seus produtos filhotes. Associado a elementos de terras raras e urânio minoritário. Representa o depósito de THE-REE na presença de diques de magnetita hospedados em camadas argilosas e dentro do contexto geológico regional ele pertence à massa de estanho-guaita localizada na fronteira de uma área na qual a rocha é completamente alterado por hidrotermalismo e intemperismo, e o produto da alteração é um material argiloso formado por caulinita, ilita e gibbsita. A magnetita ocorre como um estoque na direção NE na parte superior da zona do corpo do minério (Bonotto, 2010).

9. Cascata das Antas: representa um dique anular de tinguaíto semelhante às demais ocorrências do maciço (Ellert, 1959). Os tinguaítos ocupam extensas áreas dentro do maciço como invenções subvulcânicas. As idades K / Ar para estas rochas são 72-76 Ma (UIBRICH, 1984).

10. Morro do Taquari: corpo menor da síndrome nefelina, ocorre como corpo isolado, o que caracteriza a estrutura circular do centro-leste (Ulbrich, 1984). Mineração de U, Mo e Zr (Castro e Souza, 1962). Também ocorrem concentrações de pequenos depósitos de caldacite e zircão, ambos uraníferos (Ulbrich, 1984). A alteração hidrotermal ocorre na região da estrutura circular centro-leste (principalmente a presença de feldspato esparsa e ilita, com alguma caulinita), como testemunha do processo inicial de alteração.

11. Campo do Agostinho: Este sítio está localizado na parte central do complexo alcalino de Poços de Caldas, onde foi encontrada, em 1965, a mineralização uranífera. Caracterizada pela mineralização de U, Mo e Zr, representada por fonolitos, nefelina sienito, também brechas e rochas piroclásticas que são alterações hidrotermais; a cor do solo nessa área é bastante característica, de tonalidade bege esbranquiçada. A maior alteração hidrotermal é acompanhada por uma brecha, local ou mais extensa, desenvolvida em uma área aparentemente muito fraturada, acompanhada pela mineralização mais importante, restrita a regiões com presença de brechas e aglomerados de condutos (Garda, 1990).

12. Mina Osamu Utsumi - Campo do Cercado: representam rochas alcalinas hidrotermicamente e rochas potássicas U-mineralizadas. A litologia da mina é composta principalmente por uma sequência de intrusões de fonolitos subvulcânicos e sienitos nefelinas; tubulações de brechas vulcânicas caracterizadas por mineralizações de U-Th-Zr-REE concentradas na matriz.

Considerações Finais

A análise da geodiversidade de Poços de Caldas é um importante instrumento de consciência ecológica. O uso da maquete foi importante para alinhar o gerenciamento do território a perspectivas de educação, gestão e, conseqüentemente promover a leitura de um plano de desenvolvimento sustentável através do turismo.

A maquete é uma importante metodologia que auxilia na leitura do espaço e na assimilação de conceitos geocientíficos, proporcionando análise métrica do espaço amostral, para fins de planejamento, ordenamento e gestão territorial.

A análise da geodiversidade é um conceito amplificado (guarda-chuva) onde cabe a leitura de diversas outras conceitualizações, como o caso dos geossítios, patrimônio geológico, geofomas, geoprodutos, geoconservação. São conceitos de meados do século XXI que tomam forma do conceito de geoparques globais da UNESCO.

Esta análise com o uso da maquete, vêm auxiliando a visualização tridimensional do plano bidimensional de análises geológicas do maciço Alcalino de Poços de Caldas. Pode ser utilizado em diversas frentes das geociências e para a geologia não é diferente.

Os estudos sobre o patrimônio geológico da área nos levam a compreender a grande relevância deste local, já configurada na literatura científica pelas inúmeras publicações de ordem geológica/geomorfológica, como também de publicações da área do turismo em função particularmente das águas termais e da paisagem local, com possibilidade de desenvolvimento de trilhas, caminhadas, esporte, etc.

O MAPC apresenta um potencial intrínseco para o aproveitamento geoturístico, devido à sua rica geodiversidade, patrimônio geológico e geomorfológico. O potencial dessa área é evidenciado pelas suas características físicas e pela história geológica que representa um modelo de caldeira vulcânica com uma das maiores intrusões magmáticas alcalinas do mundo, de idade mesozoica (aproximadamente 87Ma), que faz parte do magmatismo basáltico, alcalino, ultramáfico e carbonatítico da região leste da Plataforma Sul-Americana, associado à fragmentação do supercontinente Gondwana, num contexto de reativação de antigos lineamentos, movimentos de blocos crustais, arqueamentos e abatimentos de bacias costeiras e acentuada subsidência da Bacia Sedimentar do Paraná. Com complexa relação entre as rochas alcalinas presentes e as rochas circunvizinhas, variedade de fácies litológicas, presença de brechas, tufo, aglomerados, lavas, e posteriores alterações hidrotermais gerando mineralizações de urânio, tório e terras raras, apresenta uma complexa história geológica que vem sendo discutida há várias décadas. O desenvolvimento da região com base na pesquisa mineral, desenvolvimento das minas e pedreiras contribuiu para as pesquisas e o reconhecimento da região.

Essa riqueza geológica faz do MAPC um local de muito interesse para a formação de geólogos em todo país, além de ter concentrado inúmeras pesquisas em diferentes áreas. Muitas gerações de geólogos das universidades paulistas, mineiras, cariocas e de outras regiões do país passaram pelos afloramentos do maciço para compreender a sua história geológica. Portanto, essa região se constitui como um local ímpar na formação dos profissionais das Geociências de todo o país.

Vinicius Arcanjo Monteiro,
*REPRESENTAÇÃO TRIDIMENSIONAL COM USO DE MAQUETE: GEODIVERSIDADE DO MACIÇO
ALCALINO DE POÇOS DE CALDAS-MG*

No entanto, a divulgação desses conhecimentos, infelizmente, não ultrapassa a formação dos especialistas, chegando ao público em geral, às escolas e a formação de novas gerações de cidadãos da região. Distanciado da educação em geral, o local apresenta, no entanto, um potencial muito grande para o ensino das Geociências e das suas relações com as Ciências Sociais, na compreensão do desenvolvimento industrial do país e das relações com a exploração dos recursos minerais e naturais.

O geoturismo tem como foco o aproveitamento turístico dos elementos abióticos da natureza, visando a sua valorização científica, didática e contemplativa. Devido ao relevo formado pela intrusão alcalina, com elevação das bordas do maciço, as serras e morros são um atrativo turístico da região. Os pontos mais altos, acima de 1000 m de altitude proporcionam inúmeras atividades relacionadas à trilhas, caminhadas e observações, além da importância do ponto de vista geomorfológico, abordado por vários autores na bibliografia, também descritos neste artigo.

Referências Bibliográficas

- ALMEIDA F.F.M.de, (1967). Origem e evolução da Plataforma Brasileira. Rio de Janeiro, DNPM-DGM. 36p. (Boletim 241).
- ALVES A. D. (2003). Rochas vulcanoclásticas do complexo alcalino de Poços de Caldas. Dissertação de mestrado. Programa de Pós-Graduação em mineralogia e petrologia. Instituto de Geociências. Universidade de São Paulo.
- ARCHELA, R. S. Construindo representações de relevo: metodologia de ensino. Londrina: Eduel, 1998. p. 67-79
- BONOTTO, D. M. (2010) The Poços de Caldas Hot Spot. A Big Blast for Nuclear Energy in Brazil. Nova Science Publisher, Inc. New York. 234 p.
- CAVALCANTE, et al. (1979) Relatório Final de Geologia (Projeto Sapucaí) – Ministério das Minas e Energia. Departamento Nacional da Produção Mineral. Série Geológica 4, seção geologia básica 2, 299p. Brasília.
- DORANTI-TIRITAN, C. (2013) Evolução geomórfica e modelagem termocinemática 3D da região do planalto de Poços de Caldas (SP/MG). Fonte: Universidade Estadual Paulista (UNESP). Tese de Doutorado. 160 f.
- ELLERT, R. (1959) Contribuição à Geologia do Maciço Alcalino de Poços de Caldas. Tese (Doutorado) Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras. Universidade de São Paulo.
- ELLERT, R.; BJÖRNBERG, A.J.C.; COUTINHO J.M.V. (1959) Mapa Geológico do Maciço Alcalino de Poços de Caldas. 1:50.000 Departamento de Geologia e Paleontologia – F.F.C.L. Instituto de Geociências. USP.
- GARDA, G. M; (1990) A alteração hidrotermal no contexto da evolução geológica do maciço alcalino de Poços de caldas. Dissertação de mestrado. Universidade de São Paulo. 213 p.
- MONTEIRO, V. A. 2018. Inventário de reconhecimento do patrimônio geológico do Maciço Alcalino de Poços de Caldas, divisa SP-MG. Instituto de Geociências – Universidade Estadual de Campinas. Dissertação de mestrado, 270 p.

- SARDINHA D. S. (2015). Discussão da caldeira vulcânica de Poços de Caldas (MG) a partir de uma análise pedogeoquímica em uma topossequência. *Revista Brasileira de Geomorfologia*. V. 16; nº 2.
- SIMIELLI M. E. R. GIRARDI, G.; MORONE, R. (2007). Maquete de relevo: um recurso didático tridimensional. In: *Boletim Paulista de Geografia*, São Paulo, n. 87, p. 131-148,
- ULBRICH, H. H. G. J. (1984) A petrografia, a estrutura e o quimismo de nefelina sienitos do Maciço Alcalino de Poços de Caldas, MG – SP. (Livre Docência). Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- ZAINE, J.E.; CERRI, L. E. S.; SCALVI, H. A.; MANZANO, J. C.; POÇAY, W. R. H.; HIRATA, M. T.; SANTANA, G. C. P.; TINÓS, T. M. (2008) Estudo de caracterização geológico geotécnica aplicado ao planejamento rural e urbano do município de Poços de Caldas, MG. Rio Claro, SP: Fundação de Apoio à Pesquisa, Ensino e Extensão - FUNEP, 54p.