



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS**

VINÍCIUS ARCANJO MONTEIRO

**INVENTÁRIO DE RECONHECIMENTO DO PATRIMÔNIO GEOLÓGICO DO
MACIÇO ALCALINO DE POÇOS DE CALDAS, DIVISA SP/MG.**

CAMPINAS

2018

VINÍCIUS ARCANJO MONTEIRO

**INVENTÁRIO DE RECONHECIMENTO DO PATRIMÔNIO GEOLÓGICO DO
MACIÇO ALCALINO DE POÇOS DE CALDAS, DIVISA SP/MG.**

**DISSERTAÇÃO APRESENTADA AO INSTITUTO
DE GEOCIÊNCIAS DA UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE CAMPINAS PARA OBTENÇÃO
DO TÍTULO DE MESTRE EM ENSINO E
HISTÓRIA DE CIÊNCIAS DA TERRA**

ORIENTADORA: PROFA. DRA. DENISE DE LA CORTE BACCI

**ESTE EXEMPLAR CORRESPONDE À VERSÃO FINAL
DA DISSERTAÇÃO DEFENDIDA PELO ALUNO
VINÍCIUS ARCANJO MONTEIRO E ORIENTADO
PELA PROFA. DRA. DENISE DE LA CORTE BACCI**

CAMPINAS

2018

Agência(s) de fomento e nº(s) de processo(s): Não se aplica.

Ficha catalográfica
Universidade Estadual de Campinas
Biblioteca do Instituto de Geociências
Marta dos Santos - CRB 8/5892

M764i Monteiro, Vinícius Arcanjo, 1992-
Inventário de reconhecimento do Patrimônio Geológico do Maciço Alcalino de Poços de Caldas, divisa SP/MG / Vinícius Arcanjo Monteiro. – Campinas, SP : [s.n.], 2018.

Orientador: Denise de la Corte Bacci.
Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Geociências.

1. Rochas ígneas alcalinas. 2. Geodiversidade. 3. Patrimônio geológico. 4. Poços de Caldas (MG). I. Bacci, Denise de La Corte. II. Universidade Estadual de Campinas. Instituto de Geociências. III. Título.

Informações para Biblioteca Digital

Título em outro idioma: Inventory of the Alkaline Massif of Poços de Caldas

Palavras-chave em inglês:

Alkaline igneous rocks

Geodiversity

Geological heritage

Poços de Caldas (MG)

Área de concentração: Ensino e História de Ciências da Terra

Titulação: Mestre em Ensino História e Ciências da Terra

Banca examinadora:

Joseli Maria Piranha

Celso dal Ré Carneiro

Maria da Glória Motta Garcia

Data de defesa: 17-01-2018

Programa de Pós-Graduação: Ensino e História de Ciências da Terra



UNICAMP

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS**

AUTOR: Vinícius Arcanjo Monteiro

**INVENTÁRIO DE RECONHECIMENTO DO PATRIMÔNIO GEOLÓGICO DO
MACIÇO ALCALINO DE POÇOS DE CALDAS, DIVISA SP/MG.**

ORIENTADORA: Profa. Dra. Denise de La Corte Bacci

Aprovado em: 17 / 01 / 2018

EXAMINADORES:

Profa. Dra. Denise de La Corte Bacci - Presidente

Prof. Dr. Celso Dal Ré Carneiro

Dra. Maria da Glória Mota Garcia

***A Ata de Defesa assinada pelos membros da Comissão Examinadora,
consta no processo de vida acadêmica do aluno.***

Campinas 17 de janeiro de 2018

RESUMO

O inventário de reconhecimento do patrimônio geológico do Maciço Alcalino de Poços de Caldas (MAPC) constitui o tema dessa dissertação de mestrado. O MAPC localiza-se na região sul do Estado de Minas Gerais na divisa com o Estado de São Paulo. Apresenta forma circular, com diâmetro de 33 km e área de 800 km², sendo conhecido como o maior complexo alcalino da América Latina e um dos maiores do mundo. O levantamento dos geossítios e sítios da geodiversidade foi realizado a partir de sistematizada metodologia de inventário de reconhecimento dos geossítios, o qual consiste em identificar feições ou locais significativos por meio de revisões bibliográficas, consulta a especialista e trabalhos de campo, como item primordial das estratégias de geoconservação. Na presente pesquisa os sítios foram caracterizados segundo a proposta de autores já consagrados na literatura e de acordo com as recomendações da UNESCO e SIGEP, especificando-os de acordo com sua localização, importância, descrição e medidas de proteção. Cada geossítio foi relacionado a categorias específicas do patrimônio geológico, podendo, no caso da região de estudo, identificar: importância geológica, história evolutiva do maciço, minérios e águas termais. Os locais identificados como patrimônio geológico foram selecionados por meio das seguintes etapas da pesquisa: revisão historiográfica, a qual se refere à identificação dos principais temas de pesquisa na área de estudo ao longo do tempo, de forma a organizar uma retrospectiva historiográfica das produções científicas; pesquisa na base multidisciplinar de registros Scopus desde 1960, de forma a compreender a evolução dos conhecimentos geológicos; separação de trabalhos de autores de referência para a área que descreveram detalhadamente pontos de interesse científico com mapas e cartas temáticos; seleção e revisão dos potenciais geossítios e sítios da geodiversidade com 115 locais e finalmente a seleção final dos pontos com base em trabalho de campo e cruzamento das informações retiradas da coleção de minerais, rochas e minérios Resk Frayha do acervo permanente do Museu Histórico e Geográfico de Poços de Caldas. Foram selecionados 20 potenciais pontos que podem apresentar valores geoturístico, científico e educativo para a área que compõem o Mapa de Patrimônio Geológico do Maciço Alcalino de Poços de Caldas (MAPC). O inventário de reconhecimento foi o primeiro passo para a identificação do Patrimônio Geológico de Poços de Caldas, permitindo reconhecer que o intervalo entre 1960 e 1980 foi um período crucial da história da mineração em Poços de Caldas. O resultado guarda paralelismo com os registros da produção científica, que também foi muito intensa no período. Os dados foram englobados em acervo único, cuja estratégia de divulgação consiste em uma coleção de cartões postais. Pelo fato desta pesquisa não ter como foco principal o inventário sistemático dos sítios de geodiversidade, não são apresentados dados de quantificação dos sítios com determinação dos valores da geodiversidade ou cálculo do uso potencial. No entanto, a continuidade de ações que promovam a conservação do patrimônio natural, associada ao patrimônio histórico e cultural, só será possível a partir do reconhecimento legal e legitimada pela população local, por meio de processos de divulgação e estratégias educativas. O envolvimento de setores governamentais e instituições ligadas à cultura e turismo é fundamental para a promoção dessas estratégias. O Maciço Alcalino de Poços de Caldas possui elementos geológicos, culturais e turísticos/educativo que podem ser melhor estabelecidos em suas funções, de forma a promover a valorização, divulgação e preservação do Patrimônio Geológico em escala nacional. A área merece um inventário sistemático e detalhado para a melhor caracterização do potencial turístico, científico e educativo.

Palavras-chave: Rochas Alcalinas; Geodiversidade; Patrimônio Geológico; Poços de Caldas (MG);

ABSTRACT

The recognition inventory of the Alkaline Massif of Poços de Caldas concerns the thematic subject of this research. The region is located at south of the State of Minas Gerais in the geographical limit with the State of São Paulo. The Massif of Poços de Caldas has a circular shape, with a diameter of 33 km and an area of 800 km², being known as the largest alkaline complex in Latin America and one of the largest in the world. The survey of the geosites and sites of the geodiversity was carried out from a systematized inventory methodology of recognition of the geosites, which consists in identifying features or significant places through bibliographical revisions, specialist consultation and field works, as a fundamental part of the strategies of geoconservation. In the present research the sites were characterized according to the proposal of authors already consecrated in the literature and according to the recommendations of UNESCO and SIGEP, specifying them according to their location, importance, description and protection measures. Each geosite was related to specific categories of geological heritage, and, in the case of the study region, could identify: geological importance, evolutionary history of the massif, ores and thermal waters. The sites identified as geological heritage were selected through the following research stages: revision historiographical, which refers to the identification of the main themes of research in the area of study over time, in order to organize a retrospective of the scientific productions; research on the multidisciplinary basis of Scopus records since 1960, in order to understand the evolution of geological knowledge; organization of referenced authors for that detailed points of scientific interest with maps and thematic letters; selection and review of potential geosites and geodiversity sites with 115 sites and finally the final selection of the 20 points based on fieldwork and cross-referencing information from the Resk Frayha collection of minerals, rocks and ore samples from the permanent collection of the Historical and Geographical Museum of Poços de Caldas. Potential points were selected that can present geotourism, scientific and educational values for the area that make up the map of geological heritage of the Alkaline Massif of Poços de Caldas (MAPC). The recognition inventory was the first step in the identification of the geological heritage of Poços de Caldas, recognizing that the interval between 1960 and 1980 was a crucial period in the history of mining in Poços de Caldas. The result is parallel with the records of scientific production, which was also very intense in the period. The data were included in a single collection, whose dissemination strategy consists of a collection of postcards. Considering that this research does not have as main focus the systematic inventory of geodiversity, no quantification data of sites with geodiversity values or calculation of potential use are presented. Nevertheless, the continuity of actions that promote the conservation of the natural heritage, associated to the historical and cultural heritage, will only be possible from the legal recognition and legitimized by the local population, through means of divulgation and educational strategies. The involvement of government sectors and institutions related to culture and tourism is fundamental to the promotion of these strategies. The Alkaline Massif of Poços de Caldas has geological, cultural and tourist / educational elements that can be better established in its functions, to promote its valorization, dissemination and preservation of the Geological Heritage on a national scale. The area deserves a systematic and detailed inventory for the best characterization of tourism, scientific and educational potential.

Key-words: Alkaline rocks; Geodiversity; Geological Heritage; Poços de Caldas (MG);

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Localização do município de Poços de Calda e principais vias de acesso (retirado de DORANTI-TIRITAN, 2013).	21
Figura 2: Esboço geológico e dados de geocronologia (Paradella & Almeida-Filho, 1977)	27
Figura 3: Alinhamento de Cabo Frio, feição relacionada à transição entre o Neocretáceo e o Paleógeno com os principais corpos intrusivos alcalinos, inclusive o Maciço Alcalino de Poços de Caldas, assinalado com o número 20 (retirado de Almeida, Carneiro e Bartorelli, 2012).....	29
Figura 4: Mapa Geológico do Maciço Alcalino de Poços de Caldas proposto por Ellert (1959).	33
Figura 5: Levantamento do embasamento cristalino (Fonte: Retirado de Vienna: International Atomic Energy Agency, 1986).....	34
Figura 6: Desenvolvimento da atividade vulcânica e piroclástos. (Fonte: Retirado de Vienna: International Atomic Energy Agency, 1986).	35
Figuras 7A e 7B: 7A. Formação da caldeira de subsidência (parte central); 7B. Ascensão de magma nefelínico. Nefelina-sienito; Tinguaito e Fonolito (Fonte: Retirado de Vienna: International Atomic Energy Agency, 1986).....	35
Figura 8: Formação do dique anelar. (Fonte: Retirado de Vienna: International Atomic Energy Agency, 1986).	35
Figura 9: Intrusão de Lujaurito e Chibinito e Foaíto. (Fonte: Retirado de Vienna: International Atomic Energy Agency, 1986).....	36
Figura 10: Vista aérea da Caldeira vulcânica de Poços de Caldas. Fonte da figura: Arquivo de Bárbara Salomão.....	46
Figura 11: Perfil de Elevação (região de Poços de Caldas). Retirado de Doranti et al. 2013	47
Figura 12: Mapa de Redes de drenagem e dados estruturais de diversas localidades (retirado de Alves, 2003).. (Fonte: Folha SF-23-V-C-VI-4; IBGE, 1972. Poços de Caldas) As indicações das letras correspondem às localidades: A) Vale do Quartel- Águas da Prata; B) Cascata; C) Lavra de areia; D) Pedreira da Prefeitura; E) Borda Lesta; F) Borda Oeste; G) Mina de Urânio.....	49
Figura 13: Mapa de cobertura vegetal/uso e ocupação da terra. Legenda: Verde (floresta/galeria); Vermelho (capoeira/campo); Amarelo (campo/pasto); Branco (água); Cinza (Solo exposto/urbano). (Moraes, 2007)	50
Figura 14: Mapeamento Atlas dos remanescentes florestais de Mata Atlântica (2013) – fonte: S.O.S Mata Atlântica e Instituto de Pesquisas Espaciais (Inpe).....	51
Figura 15: Cartão Postal – 1913 Propaganda da Mina de Zircônio do Coronel Honório Luís Dias. Cascata-SP. (Willams, 2001)	54
Figura 16: Experiência Becquerel (de 1896), com minério de zircônio no Planalto. O minério é colocado numa chapa fotográfica, dentro de uma câmara escura, a revelação da chapa fixa a imagem em branco quando o material for radioativo. Nesse caso a radioatividade provém da presença de urânio junto ao zircônio. Foto de 1948 e 1949.....	55
Figura 17: Enquadramento geral da Geoconservação proposto por Brilha (2016).	61
Figura 18: Mapa Geológico do Maciço Alcalino de Poços de Caldas. Fonte: Ellert et al. 1959.	62
Figura 19: Fluxograma referente às etapas de geoconservação (Brilha, 2005, p. 111).....	63
Figura 20: Número de publicações referentes à área de pesquisa no período de 1960-2016. Fonte: Scopus. 2016	71
Figura 21: Número de publicações relacionados à área de estudo em relação ao país de autoria. Fonte: Scopus. 2016	71
Figura 22: Número de publicações por instituições de pesquisa. Fonte: Scopus. 2016	72
Figura 23: Número de publicações segundo os principais autores. Fonte: Scopus. 2016	72
Figura 24: Publicações por área de conhecimento. Fonte: Scopus. 2016	73
Figura 25: Produção científica em relação ao ano de publicação. Fonte: Scopus. 2016.....	74

Figura 26: Documentos selecionados por local de publicação, por ano. Fonte: Scopus. 2016.....	74
Figura 27: Documentos selecionados segundo a filiação dos autores. Fonte: Scopus. 2016.....	75
Figura 28: Documentos selecionados segundo os autores. Fonte: Scopus. 2016.....	75
Figura 29: Documentos selecionados segundo critério de país de produção. Fonte: Scopus. 2016	76
Figura 30: Documentos selecionados segundo o tipo de publicação. Fonte: Scopus. 2016.....	76
Figura 31: Documentos selecionados por área de pesquisa. Fonte: Scopus, 2016.....	77
Figura 32: Documentos selecionados segundo o ano e local de publicação. Fonte: Scopus, 2016	77
Figura 33: Documentos selecionados segundo o tipo de publicação. Fonte: Scopus 2016.....	78
Figura 34: Documentos selecionados segundo a área de pesquisa. Fonte: Scopus 2016.....	78
Figura 35: Documentos selecionados por país de publicação. Fonte: Scopus 2016	79
Figura 36: : Documentos selecionados por filiação dos autores. Fonte: Scopus. 2016.....	79
Figura 37: Documentos selecionados por autor da publicação. Fonte: Scopus. 2016.....	79
Figura 38: Maciço Alcalino de Poços de Caldas. Mapa Geológico (1:75:000); Departamento de Geologia e Paleontologia - Universidade de São Paulo (USP). ELLERT, R. et al. Científico. 1958...	86
Figura 39: Poços de Caldas - Carta: 1:30.000; Departamento Geográfico de Minas Gerais; Cartográfica. 1948.....	87
Figura 40: Maciço Alcalino de Poços de Caldas; Mapa Geológico (1:75:000); Departamento de Geologia e Paleontologia - Universidade de São Paulo (USP). ELLERT, R. et al. Científico. 1959 ...	88
Figura 41: Correlation of Uranium geology between South America and Africa (Map 4); Alkaline Complexes and Kimberlites Mapa Geológico Escala: 1: 10.000.000. Viena, 1986.....	89
Figura 42: Esboço estrutural/áreas mineralizadas condicionada às estruturas circulares internas/ Esboço Geológico	
PARADELLA, W. R. & ALMEIDA, F. R..Prospecção mineral radioativa. 1966/1967	90
Figura 43: Composição Colorida (canal 5 e 7 LANDSAT). Imagem LANDSAT; 1:1.000.000.	
PARADELLA, W. R. & ALMEIDA, F. R. Prospecção mineral radioativa. 1966/1967	91
Figura 44: Carta Geológica-Geotécnica (p.141) Carta Geológica-Geotécnica; TINÓS, T. M, et al. UNESP Científico 2011	92
Figura 45: Região do Planalto de Poços de Caldas, LANDSAT STM (p.18); Imagem LANDSAT. MORAES E JIMENEZ-RUEDA. UNESP Científico 2007.....	93
Figura 46: Maciço Alcalino de Poços de Caldas Mapa Geológico 1:50.000; Instituto de Geociências - Universidade de São Paulo (USP). ULBRICH, G. H. H. Científico 1984	94
Figura 47: Mapa Estatístico de Poços de Caldas Carta Estatística 1:50.000 Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) Infográfico – Cartográfico 2010.....	95
Figura 48: Mapa Geológico proposto por SCHORSCHER e SHEA, 1992	96
Figura 49: Mapa geológico regional (CPRM, 1999) Mapa Geológico Simplificado. DORANTI-TIRITAN e HACKSPACHER. Científico 2013	97
Figura 50: Mapa geológico do Maciço (modificado de ULBRICH,1984; CPRM,1999) (p.42). Mapa Geológico Simplificado. DORANTI-TIRITAN e HACKSPACHER. Científico, 2013.	98
Figura 51: Mapa de valores de fluxos térmicos (Araújo - Mapa simplificado ULBRICH, 1982) (p.50). Mapa DORANTI-TIRITAN e HACKSPACHER. Científico 2013.....	99
Figura 52: Mapa de gradiente geotérmico (p.52) Mapa. DORANTI-TIRITAN e HACKSPACHER. Científico 2013	100
Figura 53: Mapa de distribuição dos perfis bauxítico (p.59)Mapa DORANTI-TIRITAN e HACKSPACHER. Científico. 2013.....	101
Figura 54: Modelagem 3D: Maciço Alcalino (p.120-124). Modelo Digital. DORANTI-TIRITAN e HACKSPACHER. Científico 2013.....	102
Figura 55: Mapa topográfico (p.142). Mapa DORANTI-TIRITAN e HACKSPACHER. Científico 2013.....	103

Figura 56: a) modelo digital de elevação (escala de cores) + relevo sombreado azimute 50° b) modelo digital de elevação (escala de cores) + declividade (escala de cor branco e preto). Modelo Digital TINÓS, T. M, et al. UNESP. Científico. 2014;.....	104
Figura 57: mapa de compartimentos delimitados Modelo Digital TINÓS, T. M, et al. UNESP. Científico. 2014.....	105
Figura 58: Poços de Caldas. Carta Topográfica; 1:50:000. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) Departamento de Cartografia Cartográfica. 1972.....	106
Figura 59: Mapa de localização (modificado de ETCHEBEHERE et al.) (1992) Mapa MOREIRA et al. UFRGS. Científico 2007.	107
Figura 60: Mapa de subzonas geomorfológicas. Mapa. TINÓS, T. M, et al. UNESP; Científico. 2014.....	108
Figura 61: Mapa de unidades geológicas e geotécnicas Mapa. TINÓS, T. M, et al. UNESP Científico. 2014.....	109
Figura 62: Esboço geológico para as amostras (ex-situ) da Coleção de Rochas e Minerais “Resk Frayha” do Museu Histórico e Geográfico de Poços de Caldas. (Fonte: ELLERT, R.; BJÖRNBERG, A.J.C.; COUTINHO J.M.V. 1958).	119
Figura 63: Legenda Geológica do Mapa de Amostras da Coleção Resk Frayha.....	120
Figura 64: Detalhe do Corpo Sedimentar em Águas da Prata.....	124
Figura 65: Morro do Serrote. Fonte: https://www.mindat.org/loc-232275.html	127
Figura 66: Detalhes da Rocha no Bortolan. (Arquivo da pesquisa).....	128
Figura 67: Brecha Vulcânica. Procedência: Bortolan.....	130
Figura 68: Tinguaiço. Procedência: Bortolan.....	130
Figura 69: Brecha Vulcânica da Represa Bortolan. Amostra da Coleção Resk Frayha.....	131
Figura 70: Vista Parcial da Serra do Quartel (Arquivo da pesquisa).....	133
Figura 71: Aglomerado Vulcânico. Procedência: Vale do Quartel.....	134
Figura 72: Detalhes da Rocha. (Arquivo da pesquisa).....	134
Figura 73: Aglomerado Vulcânico do Vale do Quartel.....	135
Figura 74: Pedreira da Prefeitura. (Arquivo da pesquisa).....	136
Figura 75: Detalhe da rocha na Pedreira da prefeitura (arquivo da pesquisa).....	136
Figura 76: Zona de Contato Tinguaiço e Nefelina sienito. Procedência: Pedreira da Prefeitura.	137
Figura 77: Nódulo de Tinguaiço no Foiaito – Pedreira da Prefeitura. Amostra da Coleção Resk Frayha.	137
Figura 78: Localização do Morro do Ferro no Maciço Alcalino de Poços de Caldas (retirado de Schorsch e Shea (1992).	140
Figura 79: Imagem aérea do Morro do Ferro. Google Earth, 2017.....	141
Figura 80: Dique de Magnetita em Morro do Ferro. Retirado de Garda, 1990.	141
Figura 81: Amostra de minério de Tório e terras-raras do Morro do Ferro. Amostra da Coleção Resk Frayha.....	142
Figura 82: Amostra de minério de urânio e molibdênio do Campo do Agostinho. Amostra da Coleção Resk Frayha.....	144
Figura 83: Mina Osamu Utsumi. Fonte: https://www.mindat.org/loc-30595.html	145
Figura 84: Amostra de rocha de alteração hidrotermal. Procedência Estrada INB - Nuclebrás.....	146
Figura 85: Psilomelana. Campo do Cercado. Coleção Resk Frayha.....	148
Figura 86: Pedra Balão. (Arquivo da pesquisa):.....	151
Figura 87: Amostra de Lujaurito da Pedra Balão (amostra de trabalho de campo).....	152
Figura 88: Bauxita Cripto Cristalina. Campo do saco. Coleção Resk Frayha.....	154
Figura 89: Amostra de bauxita. Morro das Árvores. Coleção Resk Frayha.....	154
Figura 90: Concreção de Bauxita do Campo do Cocal. Coleção Resk Frayha.....	155

Figura 91: Perfil Bauxítico Retrabalhado - base do Morro do Serrote (Fonte: LEONARDI, 2007 p.75).	156
Figura 92: Monumento/Escultura da Fonte dos Amores. (Arquivo da pesquisa)	159
Figura 93: Detalhe do Tinguaiço da Fonte dos Amores. (Arquivo da pesquisa).....	160
Figura 94: Cachoeira Véu das Noivas. (Arquivo da pesquisa)	160
Figura 95: Detalhe da Rocha. (Arquivo da pesquisa)	161
Figura 96: Amostra de Quartzito da Cachoeira Véu das Noivas. Amostra de Trabalho de Campo. ..	161
Figura 97: Cascata das Antas. (Arquivo da pesquisa).....	162
Figura 98: Usina antiga. (Arquivo da pesquisa).....	163
Figura 99: Fonte do Monjolinho. (Arquivo da pesquisa).....	163
Figura 100: Detalhes da Área. (Arquivo da pesquisa)	164
Figura 101: Vitral da Thermas Antônio Carlos. (Arquivo da pesquisa)	166
Figura 102: Detalhes da Canalização das Fontes. (Arquivo da pesquisa).....	166
Figura 103: Vista Parcial da Serra do Mirante	168
Figura 104: a) e b) Detalhe da rocha	168
Figura 106: Mapa de localização dos Geossítios e sítio de geodiversidade do Maciço Alcalino de Poços de Caldas.	180
Figura 107: Cartão Postal Serra de São Domingos (Frente)	186
Figura 108: Cartão Postal Serra de São Domingos (verso).....	186
Figura 109: Cartão Postal Orville Derby (frente).....	187
Figura 110: Cartão Postal Orville Derby (verso)	187
Figura 111: Cartão Postal Resk Frayha (frente).....	188
Figura 112: Cartão Postal Resk Frayha (verso).....	188
Figura 113: Cartão Postal Fonte dos Amores (frente).....	189
Figura 114: Cartão Postal Fonte dos Amores (verso)	189
Figura 115: Cartão Postal Fonte dos Macacos (frente)	190
Figura 116: Cartão Postal Fonte dos Macacos (verso).....	190
Figura 117: Cartão Postal Pedra Balão (frente).....	191
Figura 118: Cartão Postal Pedra Balão (verso)	191
Figura 119: Cartão Postal Fonte Pedro Botelho/Thermas Antônio Carlos (frente)	192
Figura 120: Cartão Postal Fonte Pedro Botelho/Thermas Antônio Carlos (verso)	192
Figura 121: Cartão Postal Faixa Piroclástica do Vale do Quartel (frente).....	193
Figura 122: Cartão Postal faixa Piroclástica do Vale do Quartel (verso).....	193
Figura 123: Roberto Tereziano em entrevista	224
Figura 124: Entrevista com Don Willams	233
Figura 125: Cartão Postal - Thermas Antônio Carlos. Poços de Caldas. Sem Data. Arquivo da Coleção Particular.	239
Figura 126: Cartão Postal - Vista Parcial de Poços de Caldas. Edição de casa havanesa. Sem Data. Arquivo da Coleção Particular.	239
Figura 127: Cartão Postal - Vista Parcial de Poços de Caldas (Foto Amador). Sem Data. Arquivo da Coleção Particular.	240
Figura 128: Cartão Postal - Vista Parcial de Poços de Caldas. 1957. Arquivo da Coleção Particular.	240
Figura 129: Cartão Postal - Poços de Caldas. Jardim da Estação. Sem Data. Arquivo da Coleção Particular.	241
Figura 130: Cartão Postal - Fonte Luminosa. Poços de Caldas (Radio-Foto). Sem Data. Arquivo da Coleção Particular	241
Figura 131: Cartão Postal - Uma parte da vista geral de Poços de Caldas. Sem Data. Arquivo da Coleção Particular	242

Figura 132: Cartão Postal - Poços de Caldas (Foto Avenida). Sem Data. Arquivo da Coleção Particular.	242
Figura 133: Cartão Postal - Vista Parcial - Poços de Caldas. 1962. Arquivo da Coleção Particular. .	243
Figura 134: Cartão Postal - Poços de Caldas - Brasil. Sem Data. Arquivo da Coleção Particular	243
Figura 135: Cartão Postal - Poços de Caldas, Palace Hotel. Sem Data. Arquivo Coleção Particular.	244
Figura 136: Cartão Postal - Praça Pedro Sanches, Poços de Caldas, Minas Gerais, Brasil (Photo Avenida). 1938. Arquivo da Coleção Particular.	244
Figura 137: Cartão Postal - Vista Aérea de Poços de Caldas. (Foto Ninho). Sem Data. Arquivo da Coleção Particular.	245
Figura 138: Cartão Postal - Thermas. Sem Data. Arquivo da Coleção Particular.	245
Figura 139: Cartão Postal - Poços de Caldas. Usina da Luz. (Photo Avenida). 1932. Arquivo da Coleção Particular.	246
Figura 140: Cartão Postal - Vista Parcial de Poços de Caldas. 1937. Arquivo da Coleção Particular.	246
Figura 141: Cartão Postal - Poços de Caldas. Monsenhor Antônio Carlos. Sem Data. Arquivo da Coleção Particular.	247
Figura 142: Cartão Postal - Represa Saturnino de Brito. Sem Data. Arquivo da Coleção Particular.	247

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Modelos evolutivos propostos na literatura para explicar o mecanismo de intrusão alcalina e formação do dique anelar do MAPC.....	40
Tabela 2: Remanescentes de mata atlântica do município de Poços de Caldas (MG)	50
Tabela 3: Tabela de seleção preliminar dos Geossítios e Sítios de Geodiversidade – extraído da bibliografia fundamental	111
Tabela 4: Amostras ex-situ em Cascata	126
Tabela 5: Amostras ex-situ do Bortolan.....	129
Tabela 6: Amostras ex-situ do Ribeirão do Quartel	133
Tabela 7: Amostras ex-situ do Morro do Ferro.....	139
Tabela 8: Amostras ex-situ do Campo do Agostinho.....	144
Tabela 9: Amostras ex-situ Campo do Cercado.....	146
Tabela 10: Amostras do museu não agrupáveis	157
Tabela 11: Atlas	206
Tabela 12: Lista Geral de localidades potenciais geossítios	248

Sumário

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO	17
1.1 Localização da Área de estudo e acesso	20
1.2 Objetivos	21

CAPÍTULO 2

A HISTÓRIA GEOLÓGICA DO MACIÇO ALCALINO DE POÇOS DE CALDAS.....	22
2.1 Geologia Regional	22
2.1.1 Evolução do conhecimento geológico na área de estudo	31
2.1.2 Considerações do Modelo Evolutivo	40
2.2. A denudação da estrutura vulcânica em caldeira do Complexo Alcalino de Poços de Caldas.....	42
2.3. Depósitos Minerais do Complexo Alcalino de Poços de Caldas.....	43

CAPÍTULO 3

ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS E HIDROLÓGICOS DO MACIÇO ALCALINO DE POÇOS DE CALDAS	46
3.1 Geomorfologia	46
3.2 Hidrogeografia	48
3.3 Biogeografia.....	49
3.4 Geologia Cultural.....	52

CAPÍTULO 4

INVENTÁRIO DE RECONHECIMENTO DO PATRIMÔNIO GEOLÓGICO.....	57
4.1. Metodologia	57
4.2 Etapa 1: Revisão Historiográfica	64
4.3 Etapa 2: Pesquisa Bibliográfica na base de dados sobre a área de pesquisa:	69
4.4. Etapa 3: Bibliografia Fundamental	80
4.5. Etapa 4: Coleção de Cartas e Mapas.....	84
4.6. Etapa 5: Seleção preliminar dos geossítios	110
4.7. Etapa 6: Localização das amostras (ex-situ) da Coleção Resk Frayha de rocha, minerais e minérios (acervo permanente do Museu Histórico e Geográfico de Poços de Caldas) no mapa geológico.	118
4.8 Etapa 7: Conversa com personalidades locais	120
4.9 Etapa 8: Trabalho de Campo	121

CAPÍTULO 5

SÍTIOS POTENCIAIS DO PATRIMÔNIO GEOLÓGICO	122
Geossítio potencial 1: Sedimentos clásticos de Águas da Prata	123
Geossítio potencial 2: Morro do Serrote – Cascata (SP)	124
Geossítio potencial 3: Pedreira Bortolan	127
Geossítio Potencial 5: Pedreira da Prefeitura	135
Geossítio potencial 6: Morro do Ferro	138
Geossítio potencial 7: Campo do Agostinho	143
Geossítio Potencial 8: Mina Osamu Utsumi - Campo do Cercado.....	145
Geossítio potencial 9: Morro do Taquari	149
Geossítio potencial 10: Pedra Balão	150
Geossítio potencial 11: Depósitos de Bauxita	152
Amostras não agrupadas	157
Sítio de Geodiversidade 12: Fonte dos Amores.....	159
Sítio de Geodiversidade 13: Cachoeira Véu das Noivas	160
Sítio de Geodiversidade 14: Cascata das Antas	162
Sítio de Geodiversidade 15: Monjolinho	163
Sítio de Geodiversidade 16: Fonte dos Macacos/Balneário Mário Mourão	164
Sítio de Geodiversidade 17: Fonte Pedro Botelho/ Thermas Antônio Carlos	165
Sítio de Geodiversidade 18: Serra do Mirante de São Roque da Fatura	167
Sítio de Geodiversidade 19: Parque municipal da Serra de São Domingos	169
Elemento de Geodiversidade 20: Museu Histórico e Geográfico.....	170

CAPÍTULO 6

DISCUSSÃO DOS RESULTADOS E ESTRATÉGIAS DE GEOCONSERVAÇÃO	178
6.1 Proposta de Mapa do Patrimônio Geológico do Maciço Alcalino de Poços de Caldas	178
6.2. Potencial científico, educativo e geoturístico do Maciço Alcalino de Poços de Caldas	181
6.3. Estratégias de Geoconservação – Divulgação	184
6.3.1 Ação de divulgação por Cartão Postal	184
CONSIDERAÇÕES FINAIS	194
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	197

Anexo 1 Veraneio em Poços de Caldas	204
Anexo 2 Atlas.....	206
Anexo 3 Conversa com personalidades locais	224
Anexo 4 Coleção Particular/Cartões Postais	239
Anexo 5 465 localidades potenciais geossítios do Maciço Alcalino de Poços de Caldas.....	248

**ra terra ter
rat erra ter
rate rra ter
rater ra ter
raterr a ter
raterra terr
araterra ter
raraterra te
rraraterra t
erraraterra
terraraterra**

“Terra” – Décio Pignatari, 1956

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO

O patrimônio geológico do Maciço Alcalino de Poços de Caldas constitui-se como tema central dessa dissertação. A área de estudo localiza-se na região sul do Estado de Minas Gerais na divisa com o Estado de São Paulo. Apresenta forma circular, com diâmetro de 33 km e área de 800 km², sendo conhecido como o maior complexo alcalino da América Latina e um dos maiores do mundo. Submetido à esforços tectônicos as bordas ressaltadas do relevo e paisagens representam uma geomorfologia bastante característica, resultado dos processos geológicos de formação do maciço e de processos erosivos ao longo de milhares de anos. Eventos magmáticos alcalinos sucessivos durante o Mesozóico, período de formação e origem do maciço alcalino anelar, havendo também a ocorrência de mineralizações. Por essa condição, a referida região inclui diferentes tipos de rochas, as quais foram descritas inicialmente por Ellert (1959) e, posteriormente, estudadas por vários autores nas décadas sucessivas, gerando um acervo científico robusto sobre a região. Segundo a obra clássica de Ellert (1959) as rochas que compõem o Maciço Alcalino de Poços de Caldas (MAPC) são predominantemente efusivas e hipabissais (ankaratritos, lava fonolítica, tinguaito e fonolito, brecha de tinguaito e nefelina sienitos) e rochas plutônicas (foiaíto, lujaurito e chibinito) além de rochas vulcanoclásticas (brechas e tufos), diabásios, rochas sedimentares, granitos e granitoides.

A história geológica do MAPC está associada à fragmentação do continente Gondwana, relacionada com ativações da Plataforma Sul-Americana (ALMEIDA, 1986). O magmatismo mesozóico, alcalino, basáltico, ultramáfico e carbonatítico na região leste da Plataforma Sul-Americana foi resultado da Reativação Wealdeniana, iniciada a partir do Jurássico (ALMEIDA, 1967, 1969, 1986). É caracterizado pela reativação de antigos lineamentos, incluindo movimentos de blocos crustais, arqueamentos e abatimentos de bacias costeiras e acentuada subsidência da bacia do Paraná.

O marco geológico corresponde a uma das mais notáveis intrusões alcalinas pós-paleozoica do Brasil (ALMEIDA & CARNEIRO, 2012).

Os estudos preliminares de levantamento de geossítios e sítios da geodiversidade constituem-se num importante passo para a elaboração do inventário do patrimônio geológico, e estratégias de geoconservação, conforme a metodologia de Brilha (2005, 2016).

Para Brilha (2016), locais de relevante importância geológica, como o caso do Maciço de Poços de Caldas, que contam parte da história da Terra estão sob risco de total ou parcial degradação, devido às ações humanas e naturais, o que justifica o levantamento desses locais e estudos para sua conservação. Neste sentido, a geoconservação pode possibilitar a continuidade de pesquisas científicas para a compreensão dos processos geológicos e geomorfológicos, bem como promover a compreensão do público sobre a evolução do nosso planeta, por meio de ações de divulgação.

Ainda segundo Brilha (2016), devido à grande geodiversidade que existe, é tarefa difícil escolher quais elementos devem ou não ser protegidos. Por isso, afirma que a identificação dos geossítios a serem protegidos deve ser realizada pela comunidade científica, com base em estudos detalhados sobre o local. Os dados científicos devem ser inicialmente usados para selecionar os sítios mais relevantes que representem a história geológica da Terra e sua evolução.

Os estudos preliminares para levantamento dos geossítios potenciais no MAPC foram realizados a partir da vasta literatura científica existente, de acervo de minerais, rochas e minérios do Museu Histórico e Geográfico de Poços de Caldas, e de reconhecimento em campo dos locais. A metodologia utilizada baseou-se nos trabalhos de Brilha (2005 e 2016) e nos fundamentos da Geoconservação (Sharples, 2002 e Brilha 2016), de forma a responder à questão central de pesquisa, qual seja: qual o potencial científico, geoturístico e educativo do Maciço Alcalino de Poços de Caldas? Foram, assim, aplicados critérios como registro bibliográfico, relevância temática para compreensão da história geológica do maciço e representatividade científica, educacional e turística de cada potencial local.

Foi considerado como princípio filosófico da pesquisa, a Declaração Internacional dos Direitos à Memória da Terra (Digne, 1991). Partiu-se dessa declaração para atribuir ao Maciço Alcalino de Poços de Caldas uma concepção de unicidade em relação aos fatores geológicos. O processo de elaboração do inventário do patrimônio geológico possibilita revisar com objetividade um intervalo da história geológica da Terra, bem como refletir sobre processos naturais, natureza geológica da região alcalina e os elementos que compõem e controlam a paisagem. Também é possível entender o potencial que determinada região tem

para conservação do seu patrimônio natural e elaborar estratégias de preservação desse patrimônio, numa configuração de compreensão do ambiente e das relações com a sociedade.

DECLARAÇÃO INTERNACIONAL DOS DIREITOS À MEMÓRIA DA TERRA¹

“Assim como cada vida humana é considerada única, não é chegado o tempo de reconhecer também a condição única da Terra?”

A Terra, nossa Mãe, é base e suporte de nossas vidas. Somos todos ligados à Terra. A Terra é o elo de união entre todos nós.

A Terra, com quatro bilhões e meio de anos de idade, é o berço da Vida, da renovação e das metamorfoses de todos seres vivos. Seu longo processo de evolução, seu lento amadurecimento, deu forma ao ambiente no qual vivemos.

Nossa história e a história da Terra estão intimamente entrelaçadas. As origens de uma são as origens de outra. A história da Terra é nossa história, o futuro da Terra será nosso futuro.

A face da Terra, a sua feição, são o ambiente do Homem. O ambiente de hoje é diferente do ambiente de ontem e será diferente também no futuro. O Homem não é senão um dos momentos da Terra. Não é uma finalidade, é uma condição efêmera e transitória.

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

Atualmente, o Homem sabe proteger sua memória: seu patrimônio cultural. O ser humano sempre se preocupou com a preservação da memória, do patrimônio cultural. Apenas agora começou a proteger seu patrimônio natural, o ambiente imediato. É chegado o tempo de aprender a proteger o passado da Terra e, por meio dessa proteção, aprender a conhecê-lo. Esta memória antecede a memória humana. É um novo patrimônio: o patrimônio geológico, um livro escrito muito antes de nosso aparecimento sobre o Planeta.

O Homem e a Terra compartilham uma mesma herança, um patrimônio comum. Cada ser humano e cada governo não são senão meros usufrutuários e depositários deste patrimônio. Todos os seres humanos devem compreender que a menor depredação do patrimônio geológico é uma mutilação que conduz a sua destruição, a uma perda irremediável. Todas as formas do desenvolvimento devem respeitar e levar em conta o valor e a singularidade deste patrimônio.

Os participantes do 1º Simpósio Internacional sobre a Proteção do Patrimônio Geológico, composto por mais de uma centena de especialistas de trinta diferentes nações, solicitam com urgência, a todas as autoridades nacionais e internacionais que considerem e protejam o patrimônio geológico, por meio de todas as necessárias medidas legais, financeiras e organizacionais”.

¹ Tradução de Carlos Fernando de Moura Delphim. (Texto elaborado a 13 de junho de 1991 em Digne-Les-Bains, França, durante o Primeiro Simpósio Internacional sobre a Proteção do Patrimônio Geológico).
<http://www.igc.usp.br/index.php?id=777>

Como base do pensamento filosófico adota-se ainda, a ideia de *raciocínio geológico* (FRODMAN, 2010). Tal pensamento fundamenta operações científicas complexas, as quais estão presentes nesta pesquisa, uma vez que nos deparamos com uma complexidade de informações específicas, num contexto local de importância nacional e de grande relevância científica. Isso toma grande importância também do ponto de vista educativo, pois aponta o caminho para uma noção de raciocínio “*mais relevante e vibrante dentro das ciências e cultura em geral*”:

Mas ao invés de ver a geologia como uma ciência derivada ou menos importante, argumentei que o **raciocínio geológico** proporciona um forte modelo de outro tipo de raciocínio científico baseado nas técnicas da hermenêutica e das ciências históricas. A geologia é um exemplo proeminente de ciência sintética, combinando uma série de técnicas lógicas na solução de seus problemas. O geólogo exemplifica o *bricoleur* de Levi-Strauss (1966), o pensador cuja caixa de ferramentas intelectuais contém vários instrumentos que são selecionados de acordo com o trabalho do momento (FRODMAN, 2010).

Tais subsídios formaram um quadro idealizado para proteção da memória da Terra, que, por meio do inventário do patrimônio geológico, podem levar os diferentes atores sociais a escolher, oportunamente, futuros caminhos para a manutenção ou não desse patrimônio. O inventário com interesse geológico relaciona-se, como apontado por Gray (2013) a redes de *serviços geossistêmicos* e mostra como a natureza abiótica poderá, em um modo amplo, valorizar a sociedade.

Considera-se como justificativa desta pesquisa a ausência de estudos sobre geoconservação e geoturismo no contexto do Maciço Alcalino de Poços de Caldas, apesar da vasta bibliografia sobre a geologia da região. Entende-se que a área de estudo apresenta extrema relevância do contexto geológico brasileiro, com grande potencial para implantação de estratégias de geoconservação e preservação da memória da Terra. Sendo assim, o tema de pesquisa relaciona-se a componentes socioculturais importantes e possibilita a atuação em diversas escalas de preservação.

1.1 Localização da Área de estudo e acesso

A área de estudo (Figura 1) abrange o Maciço Alcalino de Poços de Caldas, com área de 800 km² e diâmetro médio da formação ‘anelar’ de 33 km, abrangendo partes dos municípios de Poços de Caldas (MG), Caldas (MG), Andradas (MG) e Águas da Prata - SP.

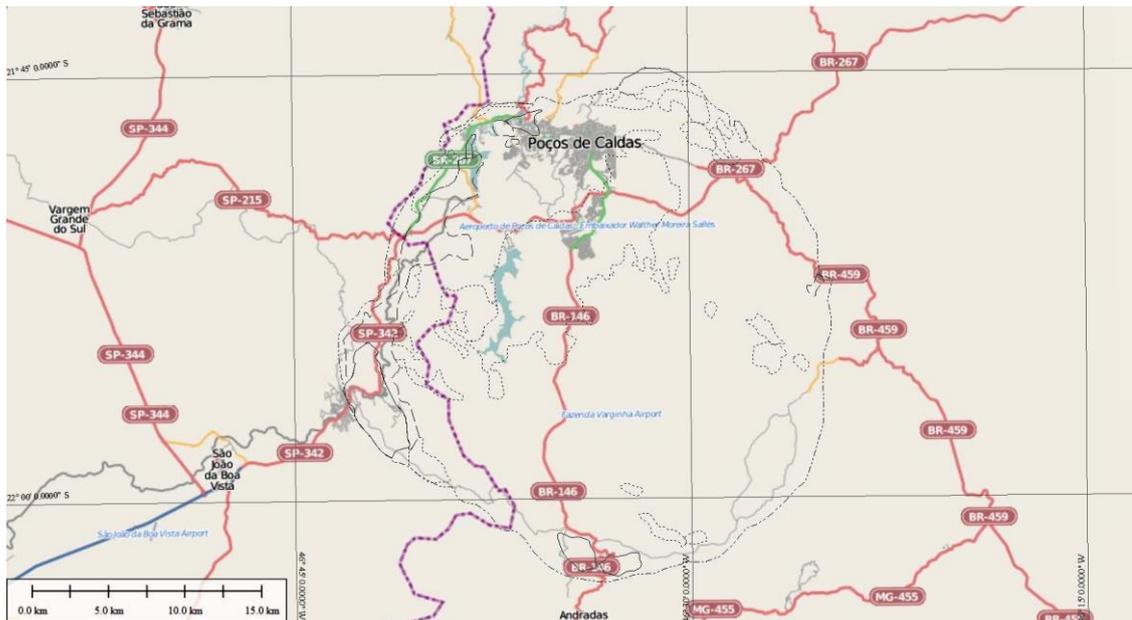


Figura 1: Localização do município de Poços de Caldas e principais vias de acesso (retirado de DORANTI-TIRITAN, 2013).

1.2 Objetivos

O objetivo principal desta pesquisa foi a realização de investigações preliminares para o levantamento de geossítios e sítios da geodiversidade no Maciço Alcalino de Poços de Caldas. Tais estudos irão subsidiar o Inventário do Patrimônio Geológico. Analisar, descrever, selecionar e cartografar os elementos da geodiversidade que compõem esse complexo sistema geológico foi, portanto, o desafio desta pesquisa, de forma a elaborar um inventário de reconhecimento do MAPC.

Como objetivos específicos estão os levantamentos do potencial científico, turístico e educativo com a possibilidade elencar os principais pontos com valor *geoturístico*, *geocientífico* e *geoeducativo* e a elaboração de estratégias de geoconservação. Secundariamente, espera-se contribuir para uma maior compreensão a respeito da necessidade de elaborar *estratégias de geoconservação* que envolvam instituições e órgãos locais dentro da necessidade de proteção *regionalizada* destes sítios.

CAPÍTULO 2

A HISTÓRIA GEOLÓGICA DO MACIÇO ALCALINO DE POÇOS DE CALDAS

2.1 Geologia Regional

A história geológica do Maciço Alcalino de Poços de Caldas remonta mais de 80 Ma na escala do tempo geológico e foi retratada por uma vasta quantidade de pesquisas publicadas, que se iniciaram há mais de um século. Começando pelos trabalhos de Orville Derby no final do século XIX e estendendo-se até os dias atuais, os temas abordados foram os mais diversos, desde a origem e evolução do maciço, a petrologia, mineralogia, geomorfologia, formação e características dos depósitos minerais, geocronologia, hidrotermalismo, exploração mineral, estudos de erosão e intemperismo, geoquímica, bem como das fontes termais. Todos os trabalhos apontam a relevância da área no contexto geológico nacional. Novos métodos de investigação têm sido aplicados para ampliar os conhecimentos sobre a área, que apesar de amplo, ainda apresenta lacunas e contradições para compreensão da história evolutiva e dos processos geológicos atuantes.

Neste capítulo é apresentada de forma resumida a evolução do maciço, os modelos de explicação dos processos geológicos e a caracterização dos tipos litológicos, de forma a embasar os estudos e escolha dos potenciais geossítios no local.

O marco geológico da área estudada corresponde a uma das mais notáveis intrusões alcalinas pós-paleozoica do Brasil (ALMEIDA & CARNEIRO, 2012):

“É não somente o maior do Brasil, como um dos maiores do mundo. Localiza-se à borda da Bacia do Paraná, onde penetrou na denominada Nappe de Socorro-Guaxupé, uma estrutura do embasamento pré-cambriano retrabalhada na Orogenia Brasileira, e em sua cobertura sedimentar pré-neocretácea da Bacia do Paraná, cujos encraves são encontrados em suas rochas. Tem idade campaniana, com diversas datações K-Ar indicando valores entre 75 e 80 Ma (Sonoki e Garda 1988) confirmadas por isócrona Rb-Sr que acusou idade de $78,6 \pm 6,6$ Ma (Ulbrich et al. 2002) para a intrusão e a mineralização do maciço” (ALMEIDA & CARNEIRO, 2012, p.464).

Configura-se numa grande estrutura circular, com diâmetro de aproximadamente 30Km, cuja evolução se iniciou em 87 Ma e terminou por volta de 52Ma (ULBRICH e GOMES, 1981 apud GOMES, CRUZ e BORGES, 2003 p. 616).

Bonotto (2010, p. 7) aponta que a região é considerada de alta radioatividade natural associada com as rochas vulcânicas, fontes geotermiais e depósitos de urânio. Tais feições

atraíram vários geólogos que elaboraram vários estudos na região, bem como técnicos e engenheiros relacionados à geração de energia nuclear.

A história geológica do Maciço Alcalino de Poços de Caldas está relacionada com ativações da Plataforma Sul-Americana, as quais segundo Almeida (1986) e Thomaz-e Filho et al. (2000) estão associadas ao diastrofismo precursor da divisão do megacontinente Gondwana e ruptura dos continentes sul-americano e africano.

Almeida (1986) aponta que a ativação tectonomagmática da Plataforma Sul-Americana teve início a partir de fins do Permiano, atingindo o máximo de intensidade no Jurássico e Cretáceo e decair no Paleógeno. Todo o território brasileiro foi atingido em diferentes etapas por esse processo, bem como parte de países vizinhos. O magmatismo gerado foi intenso e variado, afetando uma área estimada em 9 milhões de quilômetros quadrados.

O magmatismo é considerado de tipo fissural, associado à distensão crustal e deriva continental, que ocorreu sobretudo nas bordas divergentes de placas (ALMEIDA, CARNEIRO e BARTORELLI, 2012, p. 430).

O magmatismo mesozóico basáltico, alcalino, ultramáfico e carbonatítico na região leste da Plataforma Sul-Americana foi resultado da Reativação Wealdeniana, iniciada a partir do Jurássico (ALMEIDA, 1967, 1969, 1986). É caracterizado pela reativação de antigos lieamentos, incluindo movimentos de blocos crustais, arqueamentos e abatimentos de bacias costeiras e acentuada subsidência da bacia do Paraná. Sua característica regional é resultado do desenvolvimento de falhas transcorrentes e de empurrão que configuram importante zona de divergência de estruturas (ALMEIDA, 1986).

Almeida, Carneiro e Bartorelli (2012, p. 430) apontam o Eotriássico como limite inicial do Estágio de Ativação (ALMEIDA et al. 2000) e o Mesomioceno como limite superior, quando se inicia o Estágio Moderno.

O magmatismo se processou em cinco fases (ALMEIDA e CARNEIRO 1989, ALMEIDA et al. 1996) que correspondem a condições geológicas bem definidas, relacionadas ao desenvolvimento do processo de rifteamento que levou à formação do Oceano Atlântico Sul (ALMEIDA, CARNEIRO e BARTORELLI, 2012):

1. Atividade Ígnea Mesotriássico-Eojurássica;
2. Magmatismo Neojurássico/Eocretáceo Pré-Aptiano;
3. Atenuação Ígnea Aptiano-Albiana;
4. Magmatismo Neocretáceo-Eocênico;
5. Magmatismo Eoceno-Miocênico.

As etapas do modelo apresentada por Mohriak (2004), Pré-Rifte, Rifte, Proto-Oceano e Drifte estão representadas pelas quatro fases apontadas pelos autores para o processo de rifteamento (ALMEIDA, CARNEIRO e BARTORELLI, 2012).

No estágio pré-rifte, entre 200 e 180 Ma, o desenvolvimento de cadeias vulcânicas paralelas a estruturas do tipo gráben, derrames basálticos e sequências deposicionais foi acompanhado de intensa atividade tectono-termal com o soergimento de grandes domos crustais (ASMUS, 1981; BRISTOW e SAGGERSON, 1983; DINGLE *et al.* 1983 apud BIZZI e VIDOTTI, 2003). No Jurássico Médio, à atividade alcalina e tholeiítica não esteve presente no domínio da Província Paraná.

O magmatismo alcalino de Poços de Caldas está associado à etapa dois. As rochas alcalinas formadas no Sul-Sudeste e Centro-Oeste brasileiros ocorrem geralmente sob a forma de corpos intrusivos circulares ou elípticos, situados em regiões de arcos e outras feições flexurais ao redor das bacias paleozóicas e áreas onde houve reativações tectônicas no Mesozóico. Além disso, os corpos alcalinos pós-paleozóicos, limitam-se quase inteiramente às áreas intercratônicas, isso é, àquelas que foram afetadas pela Orogênese Brasileira (ALMEIDA, CARNEIRO e BARTORELLI, 2012, p 442). Os mesmos autores elencaram outras manifestações alcalinas na região Sudeste do Brasil, além de Poços de Caldas, sendo Itatiaia, Passa Quatro, Gericinó-Mendanha, Rio Bonito, Itaúna, Soarinho, Tinguá, Morro de São João e Ilhabela-São Sebastião.

As rochas alcalinas representam menos de 1% das rochas ígneas da crosta terrestre e abrangem grande diversidade petrográfica. No caso do Maciço Alcalino de Poços de Caldas, foram descritos os seguintes tipos litológicos: brechas, tufos e aglomerados; rochas efusivas e hipoabissais (tinguaíto e fonolitos); rochas plutônicas (nefelina sienitos, lujaunitos e chibinitos) e ankaratritos e rochas potássicas (associadas a processos metassomáticos).

a) **Brechas, tufos e aglomerados:** estas rochas aparecem intercaladas com restos de arenito metamorfizado; em geral com fragmentos (angulosos e arredondados) de arenito, diabásio, tinguáito, quartzo e gnaiss. O cimento aglutinante na brecha fresca é de cor verde azulada, rica em grãos rolados. Tanto as brechas como os tufos apresentam grande resistência (Frayha, 1972).

b) **Fonolito, tinguáito e foiaíto:** São rochas de composições (mineralógicas) semelhantes umas às outras diferenciando apenas pelo tamanho dos minerais devido às condições de resfriamento do magma. Os fonólitos correspondem à fase extrusiva, de resfriamento rápido (geralmente com textura fluidal). O tinguáito corresponde à fase intermediária de

cristalização, de granulação grosseira. O foiaíto corresponde ao tipo plutônico de cristalização lenta originando macro cristais e textura pegmatóide (Frayha, 1972).

c) **Lujaurito e chibinito:** Esta litologia ocorre no Anel Norte do Maciço, próximo ao contato com o embasamento cristalino. O lujaurito é uma rocha “sui generis” (Afloramento notável da ‘Pedra Balão’) de textura gnáissica mas contém minerais que a caracteriza como uma rocha alcalina; provavelmente originado por fenômeno de metassomatismo onde “o magma alcalino somado à sílica temperatura elevada absorveu os minerais do gnaiss, substituindo sua composição e mantendo a textura da rocha primitiva”. O chibinito, neste contexto, perde a textura gnáissica mas encontra-se rica em eudialita (quase foiaíto) (Frayha, 1972).

d) **Rochas Potássicas:** São rochas fonolíticas que sofreram intensa ação hidrotermal e de intemperismo, alterando os minerais constituintes e, em consequência, sua composição química. Neste processo há lixiviação do sódio e enriquecimento de potássio. Geralmente apresentam cor clara (creme e esbranquiçada) ou aparecem infiltradas por óxidos de ferro (Frayha, 1972).

e) **Lavas ankaratríticas:** correspondentes extrusivos dos nefelina-sienitos encontrados na borda NW-W-SW do complexo. Possuem textura microcristalina (às vezes porfirítica) dispendo-se sobre os sedimentos ou intercalados com tufos e brechas. Quando frescas apresentam cor cinza-escuro e quando alteradas apresentam cor castanho arroxeadas (Frayha, 1972). Os ankaratritos são as rochas mais antigas do magmatismo nefelínico.

Alves (2003) descreve os fonolitos, vulcanoclásticas fonolíticas, nefelina sienitos e em menor proporção, ankaratritos e carbonatitos como as rochas magmáticas alcalinas principais. Adicionalmente ocorrem ainda, granitóides, gnáisses e os sienitos do Maciço Pedra Branca precambrianos, sedimentos areníticos e siltíticos de posição estratigráfica incerta, diabásios da Bacia do Paraná e diques lamprofíricos ultramáficos ultrapotássicos, como rochas regionais. Os ankaratritos são as rochas mais antigas do magmatismo nefelínico e ocorrem ao longo da borda interna W-NW do complexo, numa faixa de 8 a 9km de extensão NE-SW, com largura máxima de 2 a 2,5km.

Somam-se ainda a estas rochas, diabásios e rochas sedimentares areníticas e arenino-carbonáticas de posição estratigráfica indefinida atribuídas à Formação Botucatu (ELLERT, 1959, BJÖRNBERG, 1956, 1959 e OLIVEIRA et al, 1975).

f) **Sedimentos Clásticos:** São formações geológicas de natureza eólica (Formação Botucatu) transformadas pela intrusão do magma alcalino e apresentam estratificação cruzada. Quanto

ao material friável é explorado para construção e indústria de fabricação de vidro. Isentos de fósseis (Frayha, 1972).

g) **Rochas circunvizinhas:** A intrusão alcalina (MAPC) é circundada por gnaisse e granito (de idade Precambriana) afetadas por metassomatismo *in situ* em algumas partes, gerando fenitos (BONOTTO, 2010). Nas áreas de contato apresentam produtos mistos bem como a existência de diques de rochas alcalinas na zona de contato, como exemplo o stock Rio Pardo (FRAYHA, 1972).

No subsolo encontram-se minérios economicamente exploráveis. Distinguindo-se por jazidas de natureza intempérica (bauxita e argilas refratárias) e jazidas de origem hidrotermal (zircônio, urânio, tório e terras raras, molibdênio, potássio – rocha potássica, ferro – magnetita e águas sulfurosas como descrito por Frayha (1972).

A coleção de minerais e rochas do Museu Histórico e Geográfico de Poços de Caldas guarda um acervo importante da Coleção Frayha, com amostras dos mais variados tipos de rochas encontradas na região.

De acordo com as datações geocronológicas (Figura 2) a idade do maciço está entre 86-89 Ma (AMARAL et. al 1967; BUSHÉE, 1974 apud GARDA, 1990) indicando uma evolução durante a Era Mesozóica, atribuída ao Período Cretáceo. Neste sentido, Garda (1990) indicou que “os ankaratritos teriam idade de 87 Ma; os tinguaítos e os nefelina-sienito, 80-81 Ma, os fonolitos e nefelina sienito do interior teriam 76-72 Ma, respectivamente, e os diques de fonolitos apresentam 53 Ma”.

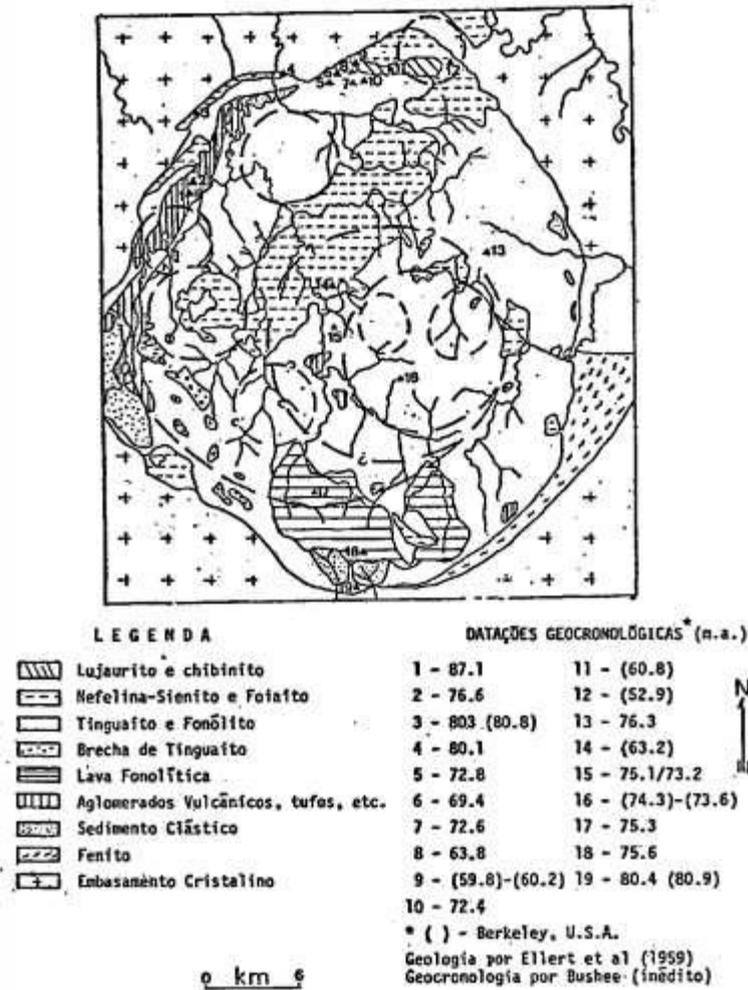


Figura 2: Esboço geológico e dados de geocronologia (Paradella & Almeida-Filho, 1977)

Takenaka (2015) realizou análise com método LA-ICP-MS de amostra de um fonólito hidrotermalizado que gerou a primeira idade U-Pb em zircão, relativa à ocorrência das mineralizações (U, Zr, Mo) encontradas na porção leste do complexo alcalino de Poços de Caldas. A idade concórdia gerada (84 ± 1 Ma) foi interpretada como a época de geração dos veios hidrotermais onde se concentraram as mineralizações e indicou que a intrusão destes veios ocorreu logo após o encaixe das rochas predominantes nesta porção do complexo (fonólitos e tinguaitos).

O Maciço Alcalino de Poços de Caldas está inserido numa complexa evolução geológica, registrado pela série de eventos tectônicos e magmáticos que resultaram da abertura do Oceano Atlântico (ALMEIDA, 1967; ZANLÁN & OLIVEIRA, 2005). Os autores afirmam que após cessar o processo de rifteamento (134-114 Ma), iniciou-se um levantamento de natureza epirogenética da crosta continental em resposta a passagem da

Placa Sul-Americana sobre uma anomalia térmica que foi acompanhada por um intenso magmatismo, sendo o Maciço Alcalino de Poços de Caldas consequência desse evento.

Um conjunto de corpos alcalinos constitui alinhamento que atravessa São Paulo, Minas Gerais e Rio de Janeiro, denominado Alinhamento Sismotectônico de Cabo Frio (Figura 3), definido por Sadowski e Dias Neto (1971), que se estende, em arco de círculo, de Cabo Frio a Poços de Caldas. Almeida (1983) procurou reunir no conceito de “províncias alcalinas”, as centenas de ocorrências de rochas intrusivas e efusivas no Brasil e países vizinhos. Denominou treze províncias, das quais oito situam-se ao redor da Bacia do Paraná. A classificação vem sendo revista por vários pesquisadores, com os progressos do conhecimento tectônico, geofísico, geoquímico e geomorfológico dessas regiões (ALMEIDA, CARNEIRO e BARTORELLI, 2012, p.441).

Almeida (1983; 1986; 1991) chegou a admitir que esse alinhamento é uma coincidência e não o atribui à ação de pontos quentes sob a litosfera, apesar de observar que as intrusões alcalinas de Poços de Caldas não mostram injunções tectônicas em suas posições. Mesmo assim, o autor observou que o polo de rotação da Placa Sul-Americana, entre 84 e 49 Ma, pode ter desenvolvido falhas profundas na litosfera, originando magmas alcalinos por fusão parcial do manto. Durante a ascensão através da crosta, esses magmas adaptaram-se às estruturas do embasamento no qual se implantaram (MANTESSO-NETO, 2004).

Almeida, Carneiro e Bartorelli (2012, p. 444) afirmam que no interior do Alinhamento Magmático de Cabo Frio, com extensão de cerca de 1.150 km e com 60 km de largura, ocorrem pelo menos 26 corpos alcalinos, dos quais três contêm rochas efusivas e diversos diques alcalinos. As idades das rochas tornam-se mais jovens junto ao litoral, dentro de um intervalo que varia entre 87 e 43 Ma (Santoniano-Campaniano até o Eoceno). São rochas predominantemente félsicas, compreendendo nefelina-sienito, pulaskito, foiaíto, fonólito, tinguaió e traquito. Leucita e pseudoleucita estão presentes em várias delas, bem como rochas máficas e alcalino-ultramáficas (ankaratritos).

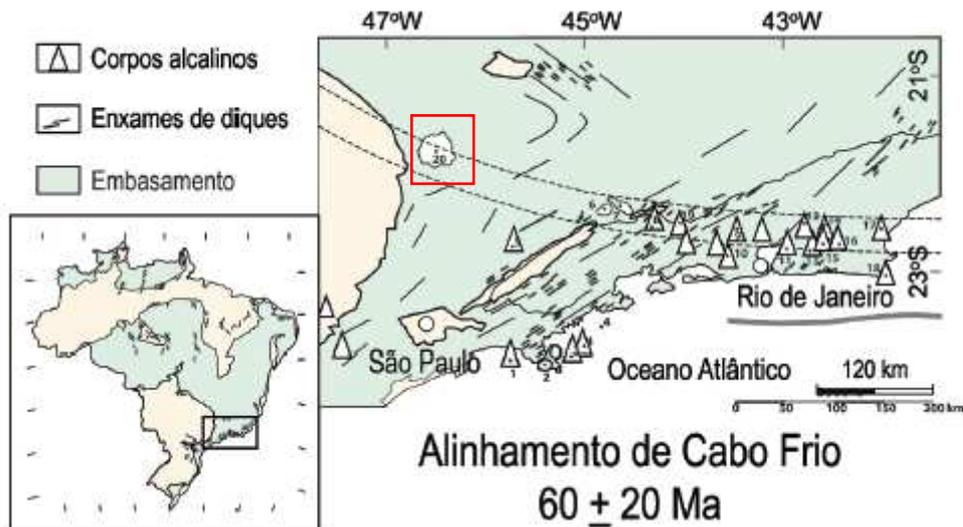


Figura 3: Alinhamento de Cabo Frio, feição relacionada à transição entre o Neocretáceo e o Paleógeno com os principais corpos intrusivos alcalinos, inclusive o Maciço Alcalino de Poços de Caldas, assinalado com o número 20 (retirado de Almeida, Carneiro e Bartorelli, 2012)

O Alinhamento de Rochas Alcalinas Poços de Caldas-Cabo Frio (Freitas 1947, Almeida 1983,1986,1991; e Almeida et al. 1996) compreende uma sequência de eventos vulcânicos localizados, representados por rochas alcalinas que formam stocks, plugs, possíveis chaminés, diques e excepcionalmente derrames e piroclásticas. Essas rochas apresentam idades variando do Cretáceo Superior ao Eoceno e se alinham numa direção WNW-ESE, no Estado do Rio de Janeiro, e cortam, de forma oblíqua, a direção preferencial das estruturas tectônicas da Faixa Orogênica Ribeira, de idade pré-cambriana a cambriana. Almeida (1991) refere-se a essas rochas alcalinas como sendo predominantemente félsicas e representadas principalmente por nefelina sienito, pulaskito, foiaíto, fonólito, tinguaito e traquito. Inúmeros estudos têm procurado interpretar a origem desse alinhamento de corpos de rochas preferencialmente alcalinas. Alguns deles, como Herz (1977), Cordani & Teixeira (1979), Sadowski & Dias Neto (1981), Fletcher & Litherland (1981), Fodor et al. (1983/1984), e Gibson et al. (1995 e 1997) sugeriram tratar-se de manifestações magmáticas periódicas, quando da movimentação da placa litosférica Sul-Americana por sobre um hot spot situado possivelmente na astenosfera, durante a fase de separação entre as placas tectônicas da América do Sul e da África (TOMAZ-FILHO & RODRIGUES, 1999)

Amaral et al (1967) apontou que a intrusão alcalina de Poços de Caldas surgiu a partir da abertura continental entre 145-125Ma e que o magmatismo alcalino na crosta continental tenha ocorrido entre 140 a 50Ma se estendendo para as ilhas oceânicas da costa brasileira (CORDANI, 1970; BUSHEE, 1971, HERZ 1977; ULBRICH & GOMES, 1981; SCHORSCHER & SHEA, 1992).

Segundo o modelo cumulativo, a evolução do MAPC inicia-se com intrusões de rochas félsicas em aproximadamente 89Ma, estendendo-se até 54Ma (SONOKI & GARDA, 1988, ULBRICH et al, 2002). Ellert (1959) e Ulbrich & Ulbrich (1992) admitem que a evolução se deu a partir de domeamento com posterior colapso e 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 erigina 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, 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 (GARDA, 1990).

Sucessivos climas tropicais 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 et al, 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

Franco et al (2005) apontaram que, a partir de resultados obtidos pelo método de datação por traços de fissão em apatitas, as idades estão próximas de 70Ma, indicando episódio de resfriamento rápido relacionado aos processos tectônicos referentes à estruturação do maciço. Os autores apontam que a evolução do MAPC partiu de uma etapa de domeamento, já descrita por Almeida et al (1983), causado por uma intumescência térmica, seguida das primeiras intrusões dos ankaratritos em cerca de 89,3Ma, como descrito por Ulbrich e Ulbrich (2000). A partir de então, seguiram-se períodos de relativa estabilidade até 65 Ma. Aproximadamente entre 65Ma e 60Ma ocorreu um resfriamento rápido de mais de 700°C, que pode estar associado ao colapso da caldeira vulcânica e estruturação do conduto vulcânico. A partir de 60Ma até os dias atuais ou autores apontam para um resfriamento lento e gradual, indicando ciclos de soerguimento/erosão provavelmente associados aos processos de peneplanização que originou a Superfície Sul-Americana, entre 50 e 25Ma, a qual nivelou o MAPC. Apontam ainda que os dados obtidos são compatíveis com estudos geocronológicos para a área, com uso do método K-Ar. A história térmica estaria associada ao soerguimento com consequente alçamento de isotermas (aquecimento ente 60 e 100°C). Esse aquecimento pode estar relacionado também ao hidrotermalismo, com percolação de fluídos no Cretáceo

Superior e alteração das rochas, originando as mineralizações de urânio e a bauxita. Outras alternativas para o aquecimento seriam o soerguimento e erosão da Serra do Mar (HACKSPACHER et al, 2004) devido ao soerguimento da Plataforma Sul-Americana (ALMEIDA e CARNEIRO, 1998) e movimentação de pluma mantélica (LUSTRINO et al, 2003). Ocorreu então, um resfriamento constante associado ao Ciclo Erosivo Sul-Americano que nivelou a intrusão alcalina.

Ulbrich et al (2002), a partir dos dados geocronológicos pelo método K-Ar apontou idades entre 89,3 a 54,2Ma, considerando que o processo magmático ocorreu num intervalo de 35Ma. Porém, os autores apontam que esse grande intervalo é contraditório a muitas observações já feitas em contatos, texturas, e estruturas, que levam a conclusão de que a o evento magmático possa ter ocorrido em intervalo de tempo menor. Suas conclusões indicam que os fonólitos, tinguaitos e nefelina sienitos foram depositados numa sequência rápida e contínua durando não mais que 1-2Ma, sugerindo que os magmas intermediários foram depositados por volta de 79Ma, concordando com datações de Rb-Sr em nefelina sienitos por volta de 78 ± 66.6 (SHEA 1992; ULBRICH et al 2002).

2.1.1 Evolução do conhecimento geológico na área de estudo

O estudo pioneiro sobre geologia na região de Poços de Caldas deve-se à obra de Orville Derby (1859-1917) intitulada *“On nepheline rocks in Brazil”* de 1888. Desta época os primeiros tipos petrográficos foram enviados ao petrólogo Rosenbusch. Foi Rosenbusch que descreveu o tinguaito original (ULBRICH, 1984). Segundo Willams (2001) *“Em 1888, Derby registra uma “nova certidão de nascimento da região” publicando o primeiro trabalho científico sobre a mineralogia da região, descrevendo as rochas alcalinas e a disposição em forma anelar”*.

Segundo Tosatto (2001), desde 1887, Orville Derby envolveu-se profundamente na questão da ocorrência das rochas nefelínicas no Planalto de Poços de Caldas. Os estudos geológicos por ele realizados mencionam diversas descobertas minerais da região, sendo por este motivo considerado a *“certidão de nascimento da região”*. Neste período Derby atuava no Museu Nacional e foi atraído por amostras de nefelina sienitos, as quais resolveu estudar e tentar classificá-las, descreveu semelhanças com outras rochas, como do Pico do Tinguá nas proximidades do Rio de Janeiro, e suas pesquisas sugeriam uma possível origem vulcânica ao pico. Outras pesquisas foram por ele apresentadas, utilizando também a comparação de amostras de Cabo Frio e estudando as rochas de Poços de Caldas, Jucupiranga, dentre outras

e, destas observações resultou a ideia de consanguinidade dessas rochas, em 1885. Sobre as rochas, ele foi um dos precursores da base de associação genética entre um grupo de rochas filonianas e eruptivas, em particular os foiaítos. (...) Nesta época, a maior relevância do trabalho de Derby relaciona-se às rochas de Poços de Caldas, descrevendo a natureza vulcânica e a coexistência de, até então desconhecida, nefelina sienitos e fonolitos, e as passagens gradativas (“tinguaítos”). Derby indicou o processo das rochas vulcânicas que cortam e metamorfizam o arenito. E, que, somado com os estudos e correlações sobre as rochas vulcânicas do Morro do Tinguá, o foiaíto de Cabo Frio e etc., abriram novos horizontes nas pesquisas geológicas brasileiras.

Encontra-se em uma carta enviada em 01 de janeiro de 1866, ao geólogo alemão e fundador da petrografia alemã, Karl Heinrich Rosenbusche (1836-1914), em Heidelberg, em que Derby refere-se ao estudo sobre o grupo das rochas filonianas e eruptivas, declarava:

“Estou muito interessado no estudo geológico das eruptivas recentes, foiaítos, traquitos, fonolitos, basaltos, as quais aparentemente podem provar pertencer ou em certa extensão podem ser com propriedade descritas em conjunto”...onde quer que ele (foiaíto) ocorra está associado ao fonolito, rochas ácidas ou básicas - rochas augíticas de material com massa vítrea -. O inverso também parece ser verdadeiro e essas várias séries não ocorrem, exceto na vizinhança do foiaito”(DERBY, 1866)

Com este estudo, Derby recebeu o “Prêmio Wallaston” em 1892 na Sociedade Geológica de Londres (TOSATTO, 2001).

A geologia do Maciço de Poços de Caldas foi descrita posteriormente por Ellert (1959), que interpretou as primeiras constatações completas do complexo alcalino. O autor desenvolveu um dos mais importantes trabalhos sobre a geologia, tanto pelo pioneirismo quanto pela qualidade das informações fornecidas. Em sua tese denominado “Contribuição à Geologia do Maciço Alcalino de Poços de Caldas”, o autor publicou o primeiro mapa geológico do maciço na escala 1:75.000 (Figura 4) e descreveu os principais tipos litológicos representados, além de apresentar um relato dos mecanismos de intrusão e um **modelo de caldeira vulcânica** com abatimento central, que foi apoiado pelos estudos de Björnberg (1959) sobre as rochas sedimentares do Planalto de Poços de Caldas.

Também devem ser ressaltados os trabalhos de mapeamento geológico realizados pela Comissão de Energia Nuclear (CNEN) nos anos sessenta e pela Empresas Nucleares Brasileiras S.A. – NUCLEBRÁS (NUCLEBRÁS, 1975), assim como as contribuições de

Resk Frayha e Carlos Augusto Parisi, cujos trabalhos foram incorporados no mapa geológico da NUCLEBRÁS (1975). A porção paulista do planalto foi mapeada pela Universidade Estadual Paulista – UNESP (1984), e os corpos de nefelina sienitos foram objeto de cartografia e estudos detalhados por Ulbrich (1984)

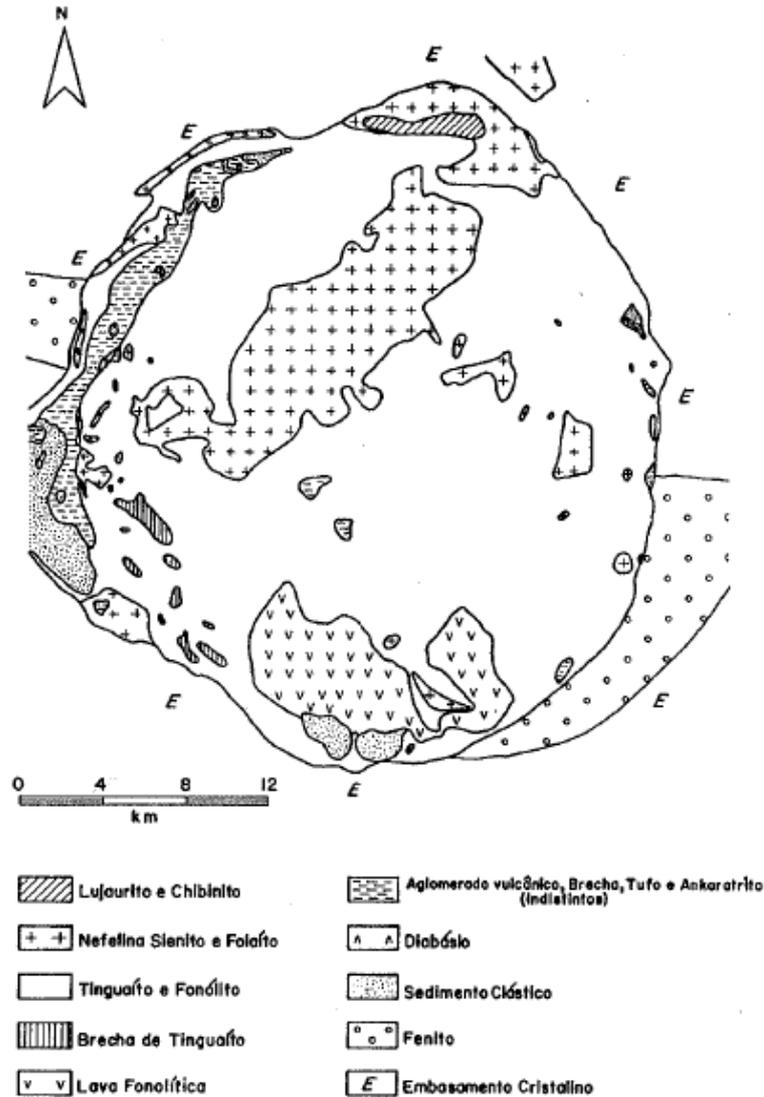


Figura 4: Mapa Geológico do Maciço Alcalino de Poços de Caldas proposto por Ellert (1959).

Vários modelos geológicos estão descritos na literatura para explicar a origem e a evolução geológica do Maciço Alcalino de Poços de Caldas (Bushée, 1971; Almeida, 1977; Eisenbud et al., 1979; Ulbrich, 1984; Fraekel et al., 1985; Motoki, 1988; Garda, 1990; Schorscher e Shea, 1992; Alves, 2003).

Bonotto (2010) aponta que estas diferentes visões mostram a dificuldade de propor explicações para o Maciço Alcalino de Poços de Caldas com seu Planalto de natureza única, as rochas alcalinas mostrando que sofreu processos complexos desde a sua origem.

O Modelo de Caldeira (ELLERT, 1959) e o Modelo de Corpo Intrusivo (MOTOKI, 1988) serão discutidos e outros estão apresentados na Tabela 1.

O primeiro, descrito e proposto por Ellert (1959) e posteriormente corroborado por Fraekel et al. (1985), Ulbrich (1984) e Garda (1990) é denominado **Modelo de Caldeira**. Datações geocronológicas (BUSHÉE, 1974; AMARAL et. al 1967, apud GARDA, 1990) apoiam este modelo.

O modelo admite uma sequência evolutiva para o maciço, iniciado pelo levantamento, provavelmente escalonado, por falhas de blocos do embasamento cristalino após sedimentação do arenito (Figura 5) - correspondente à sequência sedimentar da Bacia do Paraná - (arenito Botucatu). As evidências geológicas foram descritas por Björnberg (1959) a respeito dos arenitos de estratificação cruzada, geralmente silicificados; e as observações geomorfológicas estão na Serra do Mirante, que corresponde à um desnível de 700 metros em relação aos sedimentos localizados em Águas da Prata, na borda oeste do maciço.

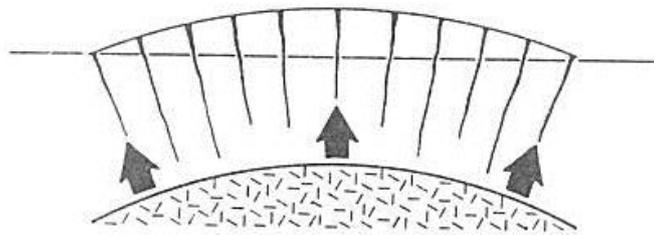


Figura 5: Levantamento do embasamento cristalino (Fonte: Retirado de Vienna: International Atomic Energy Agency, 1986).

Após ou durante o levantamento do embasamento cristalino teve início a atividade vulcânica, com alternância de fases explosivas e efusivas (Figura 6), durante a qual se depositaram, sobre os sedimentos, camadas de brechas e tufos alternados com derrames de lavas *ankaratríticas*. Os testemunhos dessa atividade estão melhor expostos e conservados na *faixa piroclástica* de forma semicircular entre Águas da Prata e as proximidades da cidade de Poços de Caldas que foram reconhecidas por Derby (Derby, 1888 apud Ellert, 1959). Ocorrem ainda em vários pontos, acompanhando o bordo interno do complexo, geralmente associadas a arenitos (tufito) e lavas. As brechas parecem ser de duas origens (Ellert, 1959): vulcânica, propriamente dita; e brechas de origem vulcânica com transporte posterior, assentando-se em camadas com alternância de fragmentos mais grosseiros na base e finos no topo. Após atividade vulcânica houve o abatimento da parte central (Figura 7A e 7B), que foi

compensado pela ascensão do magma nefelínico por fendas radiais e circulares e formação de fonolitos, tinguáitos e por diferenciação foiaítos.

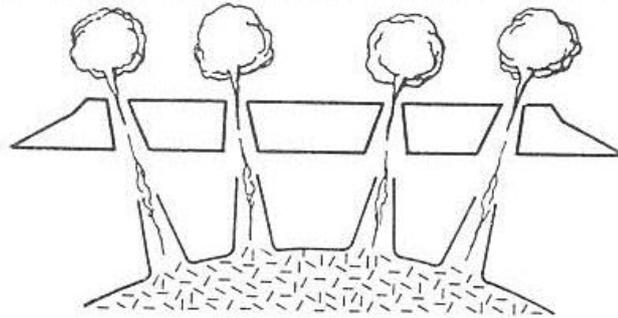
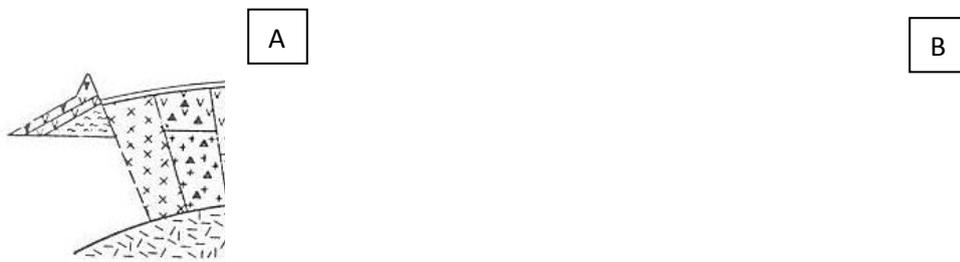


Figura 6: Desenvolvimento da atividade vulcânica e piroclástos. (Fonte: Retirado de Vienna: International Atomic Energy Agency, 1986).



Figuras 7A e 7B: 7A. Formação da caldeira de subsidência (parte central); 7B. Ascensão de magma nefelínico. Nefelinasienito; Tinguáito e Fonolito (Fonte: Retirado de Vienna: International Atomic Energy Agency, 1986).

A intrusão de um dique anelar (Figura 8), no caso do maciço de Poços de Caldas, é precedida pela formação de uma ou mais fendas circulares quase verticais. Ellert (1959) refere-se ao conceito de *mecanismo de intrusão alcalina*, em que uma câmara magmática há vários quilômetros de profundidade.

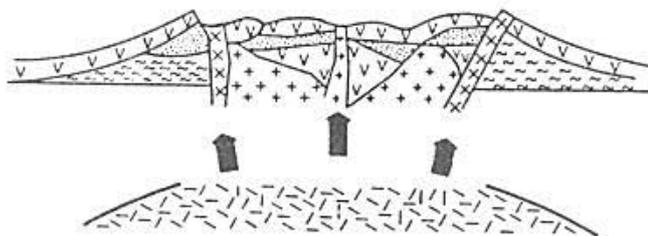


Figura 8: Formação do dique anelar. (Fonte: Retirado de Vienna: International Atomic Energy Agency, 1986).

Na metade norte do maciço ocorreu intrusão posterior de foiaíto, cortando o dique anelar (Figura 9). Igualmente posterior, é a formação do lujaurito e chibinito, em forma crescente, com maior espessura numa direção normal a xistosidade do gnaiss. O chibinito, no contato nordeste é separado do gnaiss por foiaíto também posterior ao dique anelar. Às

vezes, o chibinito parece ser intrusivo no foiaíto e em outros casos reconhece-se uma simples transição, desaparecendo as concentrações de eudialita e mudando gradualmente a textura traquitoide para equigranular (ELLERT, 1954).

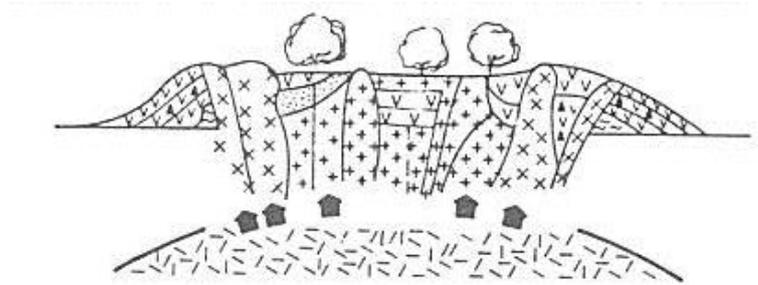


Figura 9: Intrusão de Lujaurito e Chibinito e Foiaíto. (Fonte: Retirado de Vienna: International Atomic Energy Agency, 1986).

Ulbrich (1984) realizou pesquisas petrológicas e geológicas dos nefelina sienitos. As rochas piroclásticas presentes na parte central do maciço foram consideradas como de conduto vulcânico. Entretanto, o corpo da borda oeste, denominado de "faixa piroclástica do Vale do Quartel", foi interpretado como de deposição superficial, baseando-se nas observações litológicas e petrográficas. Sobretudo, os tufitos com textura plano-paralela bem desenvolvida foram atribuídos a deposição subaquática e "base surge". As intercalações de lava não foram referidas. A idade relativa desta faixa foi considerada como anterior aos fonolitos circunvizinhos ("tinguaíto" de Ellert, 1959),

As alterações hidrotermais no contexto da evolução geológica do maciço alcalino de Poços de Caldas são consideradas manifestações tardias (GARDA, 1990). A alteração hidrotermal afeta todos os tipos litológicos do maciço, mas estão concentradas na "estrutura circular centro-leste" ressaltada pela geomorfologia da região. São fonolitos e nefelina sienitos e também brechas e rochas piroclásticas que estão hidrotermalmente alterados; a cor do solo nestas áreas é bastante característica, de tonalidade bege esbranquiçado. A alteração hidrotermal de maior vulto é acompanhada por brechamento, local ou mais extenso, desenvolvido em área de rochas aparentemente muito fraturadas; a alteração hidrotermal acompanhada de mineralizações mais importantes parece estar restrita a regiões com presença de brechas e aglomerados de conduto (Campo do Cercado, Agostinho, Taquari).

Estima como temperaturas de cristalização dos nefelinas sienitos valores 500° a 800°, a partir das quais se dá o resfriamento do corpo alcalino; fonolitos e nefelinas sienitos teriam se colocado num intervalo de tempo não superior a 15 Chibinito (=Khibinito) (Ramsay, 1894); Umptek (=Khibina). Pen. Kola. Rússia; maciço Khibina). Lujaurito = (lujavrito) (Broegger, 1850); Lujavr-urt, Lovozero, Pen. Kola. Rússia; maciço de Lovozero ou 2 Ma. Em algum momento da história evolutiva deve ter havido uma nova intrusão de magma nas rochas já bastante resfriadas (300° - 400°); estas rochas consolidadas apresentam comportamento rúptil, de maneira que o resfriamento do novo magma se processa na formação de uma carapaça externa mais cristalizada e com aparição de fluídos como fase separada ('second boiling'), com conseqüente sobre pressão e brechamento repentino do material encaixante. A colocação do novo magma em profundidade pode ter gerado algum aumento de temperatura nos fonolitos e nefelina sienitos encaixantes; com efeito o brechamento facilita a circulação de fluídos e promovem a remoção e redistribuição de calor (GARDA, 1990).

Garda (1990) destaca a constância na mineralogia da alteração hidrotermal (illita e feldspatos alcalinos como mais importantes), apontando resultados que *“sugere que a alteração hidrotermal obedeça não só os parâmetros térmicos, como os controles cinéticos, muito provavelmente ligados à circulação irrestrita de fluídos hidrotermais relativamente mais quentes, no início do processo”*. Ainda segundo a autora: *“a alteração hidrotermal observada (principalmente presença de feldspatos potássicos e illita, com alguma caulinita) é, testemunha do processo inicial de alteração intempérica (com avanço significativo da caulinização, aparecimento de minerais oxidados, e distribuição da textura original da rocha) e que este mecanismo tenha operado na região da estrutura circular centro-leste (e.g.: Morro do Ferro) e em outras áreas afetadas pela alteração hidrotermal (Figura 11).*

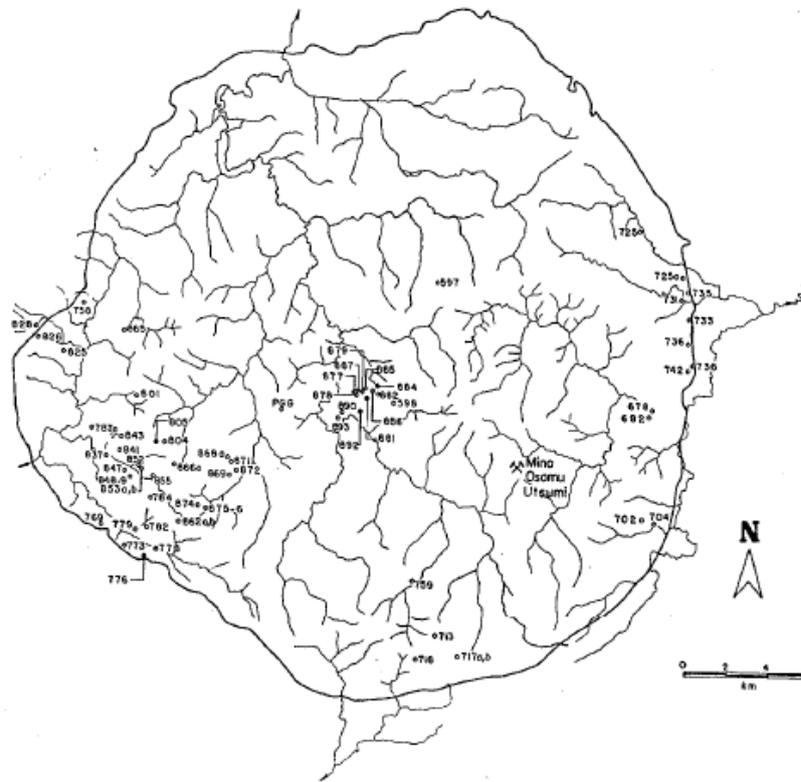


Figura 11: Mapa de Pontos da alteração hidrotermal (GARDA, 1990).

O modelo proposto por Motoki (1988) foi denominado **Modelo de Corpo Intrusivo Erodido** em que os tipos litológicos correspondem a um “corpo diapírico” que se colocou pelo mecanismo de ‘*stopping*’. Segundo o autor há um “resfriamento do topo para a borda, gerando fonolitos externos e nefelina sienitos internos”. Os corpos sedimentares são resultados da captura e afundamento do magma fonolítico, ou seja, são considerados como megaxenólitos sedimentares embutidos na rocha fonolítica (MOTOKI e OLIVEIRA, 1987). Este modelo permitiria a presença de rochas sedimentares proveniente de qualquer formação da Bacia do Paraná, desde Aquidauana até Serra Geral, diferindo da maioria dos estudos realizados anteriormente.

Motoki et al (1988) descrevem que trabalhos anteriores consideraram o posicionamento das rochas sedimentares como "cobertura sedimentar anterior ao magmatismo alcalino". Portanto, sua posição estratigráfica estaria delimitada preferivelmente dentro de uma única formação. Os autores afirmam a partir de revisão bibliográfica, os trabalhos encontrados interpretam as rochas sedimentares como pertencentes à Bacia do Paraná, entretanto, as discussões sobre a sua posição estratigráfica são confusas: Formação Botucatu

(Bjornberg, 1959); Grupo Tubarão (Ulbrich, 1984); Formações Corumbataí e Botucatu (Motoki e Oliveira, 1987).

A principal justificativa dos autores para a contraposição em relação ao modelo da caldeira vulcânica está nos mergulhos e altitudes atuais das rochas sedimentares, os quais vêm sendo utilizados para justificar o abatimento da caldeira vulcânica. O mergulho geral para o centro do complexo alcalino, proposto por Bjornberg (1959) e Ellert (1959), foi citado repetidamente por várias publicações como evidência representativa do abatimento. Entretanto, o mapa geológico dos propositores (Ellert, et. al., 1959) não confirmou este fenômeno.

Os autores apontam os seguintes aspectos para justificar a proposição do modelo de corpo intrusivo erodido:

1 - As rochas sedimentares presentes neste complexo alcalino não são "cobertura anterior", mas sim, megaxenólitos embutidos em rocha fonolítica.

2 - A faixa piroclásticas do Vale do Quartel não é um corpo extrusivo anterior aos fonolitos circunvizinhos, mas sim, um conduto vulcânico posterior.

3 - Os fonolitos da borda sul do complexo não são constituintes de derrames de lava, mas sim, compõem uma parte do corpo intrusivo.

De acordo com os autores na margem sul do complexo existe dois megaxenólitos que evidenciam a inexistência do dique anelar nesta área, concluindo que o nível de denudação atual seria muito mais profundo do que estimaram os outros autores até então, sendo o complexo alcalino um corpo intrusivo raso. Segundo Motoki et al (1988), em trabalhos anteriores “o argumento mais importante na estimativa do nível de erosão está no ponto de vista de que, os corpos extrusivos já foram eliminados completamente ou ainda estão preservados parcialmente”.

Motoki (2004) propôs uma reconsideração vulcanológica da hipótese de caldeira vulcânica do complexo alcalino cretáceo de Poços de Caldas. O autor aponta que, por meio do método de seppômen, que possibilita estimar a paleogeomorfologia, para facilitar a interpretação morfológica da área de distribuição dos "derrames de lava fonolítica", propostos por Ellert (1959). Este método determina também as anomalias geológicas e movimentos tectônicos, sendo utilizado frequentemente nos estudos vulcanológicos e neotectônicos. Segundo o autor, detectada uma morfologia incompatível com o modelo atualizado de caldeira vulcânica e que os corpos sedimentares não possuem mergulho geral para o centro, mas sim, atitudes aleatórias. Os dados de campo obtidos pelo autor não comprovaram a real existência dos derrames de lava fonolítica e a relação de contato entre as rochas piroclásticas e

as fonolíticas circunvizinhas foram caracterizadas como de preenchimento de conduto vulcânico. A investigação geológica conduzida pelo autor indicou que o “dique anelar” não existe e que os dados obtidos sugerem que o nível de denudação atual, relativamente profundo, e o referido complexo alcalino não corresponde a uma caldeira de colapso, mas sim, a um corpo intrusivo raso de “*magmatic stoping*”.

2.1.2 Considerações do Modelo Evolutivo

Consideramos a organização para os modelos evolutivos os que são apresentados por Garda (1990), mostrados na tabela 1:

Tabela 1: Modelos evolutivos propostos na literatura para explicar o mecanismo de intrusão alcalina e formação do dique anelar do MAPC.

Autores	Mecanismos propostos para de intrusão alcalina e formação do dique anelar
ELLERT (1959)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Levantamento do embasamento por falhas (subcirculares) escalonadas 2. Atividade vulcânica inicial 3. Subsidência da parte central 4. Ascensão do magma nefelínico 5. Formação do dique anelar 6. Intrusão de Lujaurito e Chibinito
FRAENKEL et al (1985)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Soerguimento do embasamento e sedimentos (Bacia do Paraná) em formação de falhas 2. Período (longo) de atividades vulcânicas 3. Subsidência da parte central 4. Soerguimento com intrusão de tinguaito e fonólito 5. Formação do dique anelar 6. Intrusão de Lujaurito e Chibinito + ação hidrotermal
ULBRICH (1984)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Arenitos (Tubarão?) e diques de diabásio de formação da Serra Geral 2. Não é previsto domeamento regional do embasamento 3. Brechas, aglomerados, tufitos, com alguns derrames (Vale do Quartel) 4. Intrusão de nefelina sienitos 5. Intrusão de pseudoleucita fonólitos e fonólitos (diques) 6. Alteração hidrotermal, brechamentos e mineralizações
MOTOKI (1988)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Arenitos Botucatu e Corumbataí 2. Intrusão de fonólitos (cristalização de nefelina sienitos) 3. Intrusão do Nefelina sienito 4. Brechamento tardio (Vale do Quartel) com preservação de depósitos de conduto
GARDA (1990)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Arenito Botucatu (na parte basal com siltitos laminados) 2. Não é previsto domeamento regional do embasamento

ALVES (2003)

3. Rochas piroclásticas e derrames (Vale do Quartel)
4. Intrusão subvulcânica com formação dos anéis topográficos
5. Intrusão de nefelina sienitos
6. Intrusão de pseudoleucita fonólitos e fonólitos tardios
7. Brechamento tardios; alteração hidrotermal e mineralizações
 1. Atividade vulcânica inicial; vulcanismo ankaratrítico com formação de tufos, brechas e aglomerados vulcânicos. Depositados sobre os sedimentos ou diretamente sobre o embasamento precambriano. Vulcanismo precedido ou acompanhado por atividade tectônica.
 2. Construção do edifício vulcânico: transição do magmatismo ankaratrítico para o nefelínico-sienítico. Derrames, intercalações de tufos e fonolíticos são formados e recobrem os ankaratritos. Ao longo do processo ocorre construção do edifício vulcânico.
 3. Formação dos primeiros corpos de nefelina sienitos dentro do edifício vulcânico, tipo da Pedreira da Prefeitura.
 4. Colapso do edifício vulcânico de pequena escala e por etapas, com acomodações gradativas das partes abatidas. Colocação de magmas fonolíticos, formação de diques anelares. Pequeno soerguimento de blocos crustais com erosão e exposição de rochas profundas.
 5. Hiato erosivo: ação da atividade erosiva sobre muitas rochas até então formadas, destruição de partes do registro geológico pré e pós-colapso vulcânico.
 6. Intrusão de brechas e formação de depósitos proximais e distais superficiais no mesmo nível topográfico dos nefelina sienitos tipo da Pedreira da Prefeitura.
 7. Novas atividades vulcânicas produzem novos depósitos de brechas (de fluxo piroclástico) retrabalhando os depósitos anteriores.
 8. Atividade magmática com formação de rochas diferenciadas (eudialita-nefelina-sienitos), formação de brechas da Mina Osamu Utsumi e mineralizações associada, formação do corpo do Morro do Ferro
 9. Intrusão de diques de biotita lamprófiros nas rochas da Mina Osamu Utsumi

Os autores Ellert (1959) e Fraenkel et al. (1985) propõem que houve inicialmente um soerguimento do embasamento por meio de falhas escalonadas, seguida de um longo período de atividade vulcânica-piroclástica, gerando as brechas e tufos, quando houve uma subsidência do interior da parte central, com intrusão de tinguaitos, brechamento e milonitização. Para Ellert (1959) essa etapa foi marcada por cristalização de tinguaitos, fonólitos e foiaítos, e para Fraenkel et al. (1985) houve uma segunda etapa de soerguimento com invasão de tinguaitos e foiaítos. Com relação aos estágios finais, ambos os autores têm ideias semelhantes, quando dizem que houve a formação de diques anelares, seguida de invasão de lujauritos, chibinitos e foiaítos, associados a atividade hidrotermal. Já Ulbrich (1984; 1990; 1992) não prevê o domeamento inicial, mas sim, a presença de diques de diabásio da Formação Serra Geral, seguida da intrusão de nefelina sienitos, fonólitos e pseudoleucitas, tanto no interior como nas bordas do maciço, gerando os diques anelares e posterior alteração hidrotermal e brechamentos tardios resultantes da última invasão de fonólitos.

Ainda Motoki e Oliveira (1987) e Motoki et al. (1988) afirmam que arenito Botucatu estaria imerso no magma fonolítico e suas lavas seriam manifestações subvulcânicas com cristalização de nefelina sienitos, embora essas rochas apresentem localmente, disposição fluidal. Da mesma forma, haveria um brechamento tardio resultando interpretado como “brechas de conduto”.

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 fonolitos, 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 uma 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 e Shea, 1992 apud Bonotto, 2010).

2.2. A denudação da estrutura vulcânica em caldeira do Complexo Alcalino de Poços de Caldas

Os corpos sieníticos da região Sudeste do Brasil são acompanhados, frequentemente, por rochas piroclásticas densamente soldadas, chamados popularmente de “brecha vulcânica”, tais como os de Poços de Caldas, Itatiaia, Mendanha e Ilha de Cabo Frio. Algumas dessas foram interpretadas como depósitos de fluxo piroclástico (e.g. Ulbrich, 1984; Klein & Vieira, 1980) ou conglomerado sedimentar com seixos de rochas vulcânicas (Ellert, 1959).

Devido ao efeito da erosão no Brasil, é inviável a preservação dos edifícios vulcânicos com presença de cratera, caldeira ou domo de idade mesozóica (Ellert, 1959; Klein & Vieira, 1980).

Atualmente, o Complexo Alcalino de Poços de Caldas encontra-se arrasado por erosão diferencial, com as subestruturas vulcânicas formadas dentro e provavelmente fora do complexo destruídas. No entanto, ainda podem ser reconhecidas feições circulares dentro do planalto, com provável correspondência às estruturas vulcânicas subsidiárias menores (Alves, 2003).

A denudação remove os materiais, tanto dos vulcões, quanto da superfície regional, ocorrendo por causa de abaixamento relativo do nível base da erosão, que é causado, comumente, por soerguimento regional (Motoki e Sichel, 2006). As áreas vulcânicas que estão no estágio inicial de denudação preservam parcialmente, a superfície remanescente da época das erupções no topo do platô. Nas áreas onde a denudação é mais avançada, o edifício vulcânico é quase totalmente eliminado e a estrutura subvulcânica está amplamente exposta na superfície. Quando a denudação é mais avançada, o edifício vulcânico fica completamente eliminado. Dessa forma, são expostos somente corpos subvulcânicos, tais como dique, *sill* e *neck*. Quando a denudação chega ao nível da câmara magmática, aparecem corpos plutônicos constituídos por rochas de granulometria grossa, como ocorre em Poços de Caldas e nas regiões litorâneas dos Estados de São Paulo e Rio de Janeiro, com a presença de dezenas de corpos sieníticos, que correspondem às câmaras magmáticas do Cretáceo.

2.3. Depósitos Mineraiis do Complexo Alcalino de Poços de Caldas

As rochas do MAPC sofreram extensivo hidrotermalismo que deu origem à alteração e mineralização em níveis econômicos, em U, Th e Zr. A alteração intempérica formou significativos depósitos de bauxita.

Paradella & Almeida Filho (1976 apud Garda, 1990) concluem que os condicionamentos das mineralizações radioativas em Poços de Caldas não parecem ser de natureza litológica, ligados à rocha potássica, mas estrutural, diretamente relacionada às estruturas circulares e falhamentos associados. Segundo os autores, decorrido o processo magmático ou concomitantemente aos seus estágios evolutivos finais, a presença de estruturas circulares internas teria desempenhado papel fundamental no controle das mineralizações. O grande número de falhamentos desenvolvidos no interior ou em suas bordas criaram zonas de fraqueza favoráveis, através das quais percolaram as soluções mineralizantes.

Segundo Fraenkel *et al.* (1985) as mineralizações de urânio, molibdênio e zircônio concentram-se nas áreas de Cercado e Santo Agostinho, perto do limite das estruturas circulares secundárias que caracterizam o Complexo de Poços de Caldas.

Os complexos alcalinos e carbonatitos do sudeste brasileiro são conhecidamente portadores de mineralizações de U, Tr e P, como é o caso das regiões do distrito Uranífero de Poços de Caldas, Araxá (depósitos de Nb), Tapira e Catalão I (Nb e P), Jacupiranga (P) e Catalão II com U, Tr e P.

Em relação às jazidas de urânio, a Mina Osamu Utsumi foi descoberta em 1970 e originou o Complexo Minerio-Industrial de Poços de Caldas, primeiro complexo minerio-industrial do gênero no País, instalado desde 1982, para atender às demandas de recargas do reator de Angra I e de programas de desenvolvimento tecnológico. A mineração realizada a céu aberto em Poços de Caldas permitiu melhor aproveitamento do minério, e sua complexa constituição mineralógica de características únicas obrigou o desenvolvimento de processo original de extração do urânio e elementos associados. Neste complexo minerio-industrial teve início o desenvolvimento da tecnologia do ciclo do combustível nuclear para geração de energia elétrica, tratando-se quimicamente o minério de urânio e o transformando em *yellowcake* (concentrado de urânio). Uma vez esgotado o minério economicamente viável em Poços de Caldas, as atividades mineiras foram transferidas para Caetité/Lagoa Real-BA. Atualmente a mina de Poços de Caldas está sendo descomissionada (GOMES, CRUZ E BORGES, 2003, p. 616).

O depósito de tório e terras raras ocorre na presença de diques de magnetita intercalados em camadas de argila. A magnetita ocorre num *stockwork* com tendência a nordeste, na parte superior da região do corpo mineralizado (Weber, 1967).

Acentuada anomalia radiométrica foi identificada no Morro do Ferro em 1953 e foi atribuída primeiramente ao tório e secundariamente ao urânio e terras-raras (TOLBERT, 1955 apud BONOTTO, 2010).

Devido à presença de depósitos radioativos de diversos elementos, estudos sobre a radioatividade das águas vem sendo desenvolvidos desde a década de 1990.

Diferentes tipos de mineralizações radioativas foram identificados: terras-raras na área central, mineralização de zircônio na região do Serrote e depósitos de molibdênio uranífero na Campo do Agostinho e Cercado (Mina Osamu Utsumi), no sul, sudoeste e leste do maciço, molibdênio associado a caldasito no Campo do Taquari, nos limites sudeste e oeste da área (BONOTTO, 2010 p. 34).

Análises isotópicas de urânio em águas subterrâneas provenientes de diversos furos de sondagem perfurados no depósito de tório e terras raras situado no Morro do Ferro foram realizadas por Bonotto (1994). Esse autor observou que a elevação no teor de U dissolvido aparece para as águas subterrâneas dos furos de sondagem analisados. Sobre as razões

isotópicas $^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$, tanto na época de seca quanto de chuva, observa-se que a maioria dos dados evidencia a ocorrência de enriquecimento de ^{234}U na fase líquida.

Mancini e Bonotto (2002) também analisaram as amostras do Morro do Ferro para a extração, detecção e quantificação de ^{228}Ra na água e em sedimentos sólidos em suspensão, usando metodologia específica que foi avaliada para determinação do nível críticos de detecção de ^{228}Ra nesse local. Os dados obtidos pelos autores apontam que a metodologia aplicada forneceu subsídios confiáveis para a detecção desse elemento nas amostras analisadas que corroboram com a literatura.

Ainda em relação às águas, Bonotto (2014) estudou a radioatividade natural devido a ^{222}Rn e ^{220}Rn nas águas minerais que ocorrem em Poços de Caldas, extensivamente usadas para consumo humano em fontes públicas e banhos. Os resultados apontaram que oito fontes de água apresentaram valores de concentração para ^{220}Rn abaixo do limite de detecção de de 4 mBq, mas valores de concentração da atividade de ^{222}Rn excederam o nível de orientação da OMS de 100 Bq/L para água potável de abastecimento público em duas fontes, Villela e Dona Beja.

Almeida (1977) caracterizou os depósitos de bauxita na região e atribuiu como fatores mais importantes para a sua formação, a topografia, a natureza da rocha e o clima. Os depósitos de bauxita se localizam, em sua maioria, no norte do maciço, originando-se da decomposição dos tinguaítos, como apontado por Ellert (1059). No interior do maciço estão distribuídos numa região de argilas residuais.

Schulman et al. (1997) descreveu dois tipos de bauxita em Poços de Caldas:

-Bauxita de origem hidrotermal: formada posteriormente à intrusão do Maciço Alcalino de Poços de Caldas através de processos de percolação de fluídos hidrotermais que alteram a rocha mãe para a rocha potássica, aumentando a quantidade de poros na mesma e facilitando a percolação de água para a remoção da sílica e outros elementos.

- Bauxita de origem supérgena: formada por alta precipitação e alta temperatura combinadas em regiões tropicais, gerando condições favoráveis para atuação intempérica. Alguns elementos do solo são lixiviados (como a sílica) e outros elementos insolúveis permanecem como um depósito residual, como o Alumínio.

CAPÍTULO 3

ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS E HIDROLÓGICOS DO MACIÇO ALCALINO DE POÇOS DE CALDAS

3.1 Geomorfologia



Figura 10: Vista aérea da Caldeira vulcânica de Poços de Caldas. Fonte da figura: Arquivo de Bárbara Salomão

O Maciço Alcalino de Poços de Caldas (Figura 10) se sobressai do embasamento adjacente por seus limites topográficos ressaltados em cotas de 1600 a 1800 m (Figura 12). 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 tinguáito (Tinós, 2014).

O *anel ocidental* é formado pela Serra de Poços de Caldas (altitude máxima de 1575 m) (Figura 13). 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* (ULBRICH, 1984), onde se localiza o Morro do Ferro (1491 m), Morro do Taquari (1352 m) e Morro Grande (1554 m).

Doranti et al (2013) realizou mapeamento topomorfológico que permitiu a compartimentação da área em três níveis: o Inferior (900 a 580m), o Intermediário (1200 a 900m) e o nível de Cimeira (1760 a 1200m). 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.

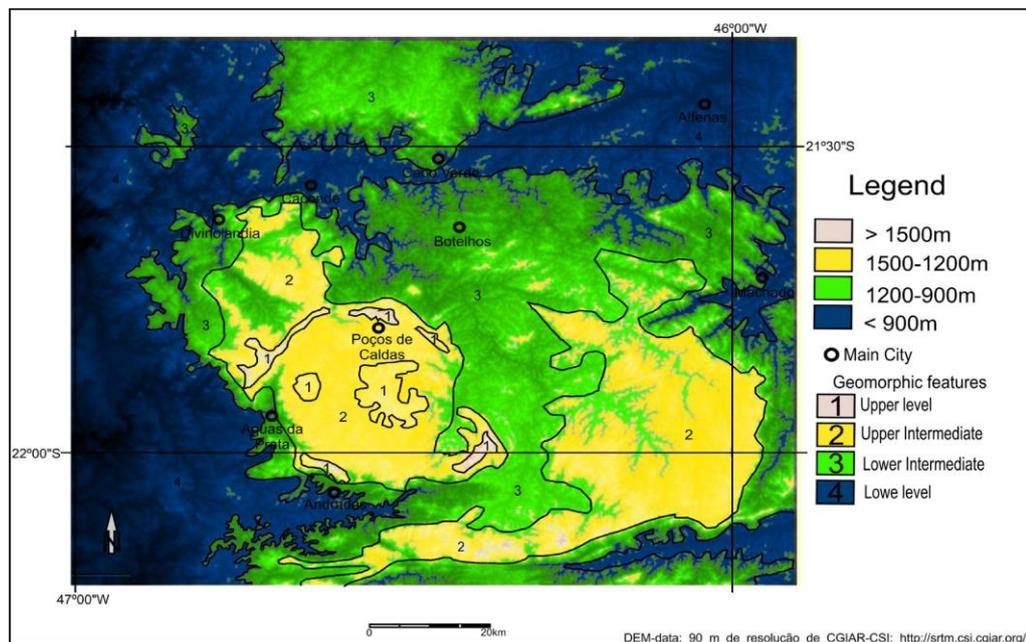


Figura 11: Perfil de Elevação (região de Poços de Caldas). Retirado de Doranti et al. 2013

Geomorfologicamente, a área está inserida na Província do Planalto Atlântico (ALMEIDA, 1964; CAVALCANTI et al. 1979; PONÇANO et. al, 1981; RADAM, 1983; IBGE, 2000 apud Doranti, 2013) 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.

A região de Poços de Caldas situa-se na província geomorfológica denominada Planalto Sul de Minas que é subdividido em três unidades: a Superfície do Alto Rio Grande, o Planalto de São Pedro de Caldas e o Planalto de Poços de Caldas. Ao norte do município de Poços de Caldas também ocorre a província geomorfológica denominada Zona Cristalina do Norte, que é subdividida em duas subzonas: a de Amparo e a de São José do Rio Pardo (COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS, 1979). Segundo ZAINÉ 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, rampas de colúvio nas proximidades de rios, e depósitos de tálus nas encostas das montanhas da Serra Anelar. (SARDINHA et al. 2015)

3.2 Hidrogeografia

A principal rede de drenagem (Figura 12) do maciço alcalino de Poços de Caldas é formada pelo Ribeirão do Cipó, Ribeirão do Tamanduá, Ribeirão das Antas e Ribeirão das Vargens, ocupando, juntamente com seus afluentes, 60% da área interna do maciço (Garda, 1990). Alimentam a Represa Bortolan (NW) e, após unirem ao Ribeirão de Poços e Ribeirão da Ponte Alta, escoam para o Rio Lambari. A extensão desta bacia é notável para Sul (S) do maciço, chegando a drenar parte da encosta interna do Anel Meridional. Estende-se para Leste (E), onde circunda a metade ocidental da estrutura circular centro-leste. A W drena toda a região do Morro do Serrote (Garda, 1990). No Setor Leste: a drenagem de 23% da área do planalto é realizada pelo Rio Taquari, pelo Córrego Soberbo e pelo Ribeirão das Campinas, que são afluentes do Rio Verde. O Rio Verde desemboca, mais adiante, no Rio Pardo e demarca o contato entre o Maciço de Poços de Caldas e o Maciço da Pedra Branca. Setor Sul: O Ribeirão Caracol e Ribeirão Pirapetinga, afluentes do Rio Jaguari-mirim, drenam uma porção restrita da parte sul. Setor Oeste e Sudoeste: O Ribeirão do Quartel e Ribeirão da Prata drenam 13% da área do maciço. Nesta região encontra-se as cotas topográficas mais baixas do planalto, entre 1300-1100 m e 1100-900 m, que delineiam o Vale do Quartel e o Vale do Prata. (GARDA, 1990)

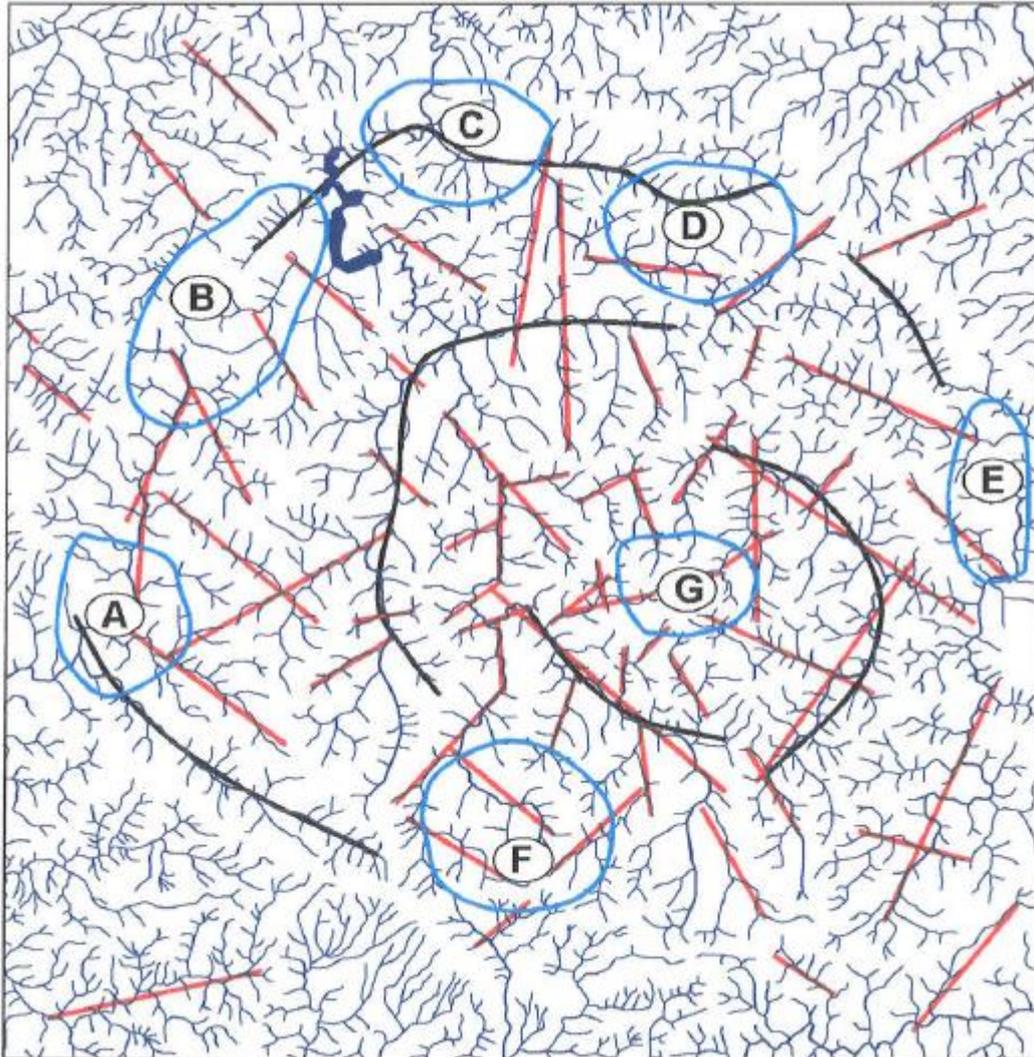


Figura 12: Mapa de Redes de drenagem e dados estruturais de diversas localidades (retirado de Alves, 2003).. (Fonte: Folha SF-23-V-C-VI-4; IBGE, 1972. Poços de Caldas) As indicações das letras correspondem às localidades: A) Vale do Quartel- Águas da Prata; B) Cascata; C) Lavra de areia; D) Pedreira da Prefeitura; E) Borda Lesta; F) Borda Oeste; G) Mina de Urânio.

3.3 Biogeografia

O maciço alcalino de Poços de Caldas é extensivamente coberto por campos. A ocorrência de formações vegetais nativas é predominantemente arbórea e arbustiva que se encontra disseminada em pequenas manchas localizadas nas cabeceiras de elementos de drenagem ou como mata galerias, onde a formação florestal é do tipo estacional latifoliada, subcaducifólia, tropical pluvial, com araucária em altitude superior a 1500 m. (Garda, 1990). Moraes (2007) (Figura 13) chama atenção para a definição de sub-regiões fisiografias da região de Poços de Caldas: a) vegetal nativa; b) capoeiras e campos; c) campos e pastos:

a) a ocorrência de formações vegetais nativas predominantemente arbóreas, com dossel formado, corresponde a aproximadamente 850 km² da área de estudo, sendo que os maiores maciços florestais nativos ocorrem em taludes íngremes e associados às galerias de rios.

b) as chamadas capoeiras e campos associados são caracterizados pela presença de indivíduos arbóreos isolados. Distribuem-se por cerca de 620 km², sendo que no interior do maciço ocorrem espécies com características de pioneiras tardias a secundárias, indicando a evolução dos campos com vegetação exclusivamente herbácea.

c) os campos e pastos recobrem aproximadamente 440 km² da área sendo que na porção centro-sul da Região Fisiográfica Poços de Caldas, os campos são considerados nativos.

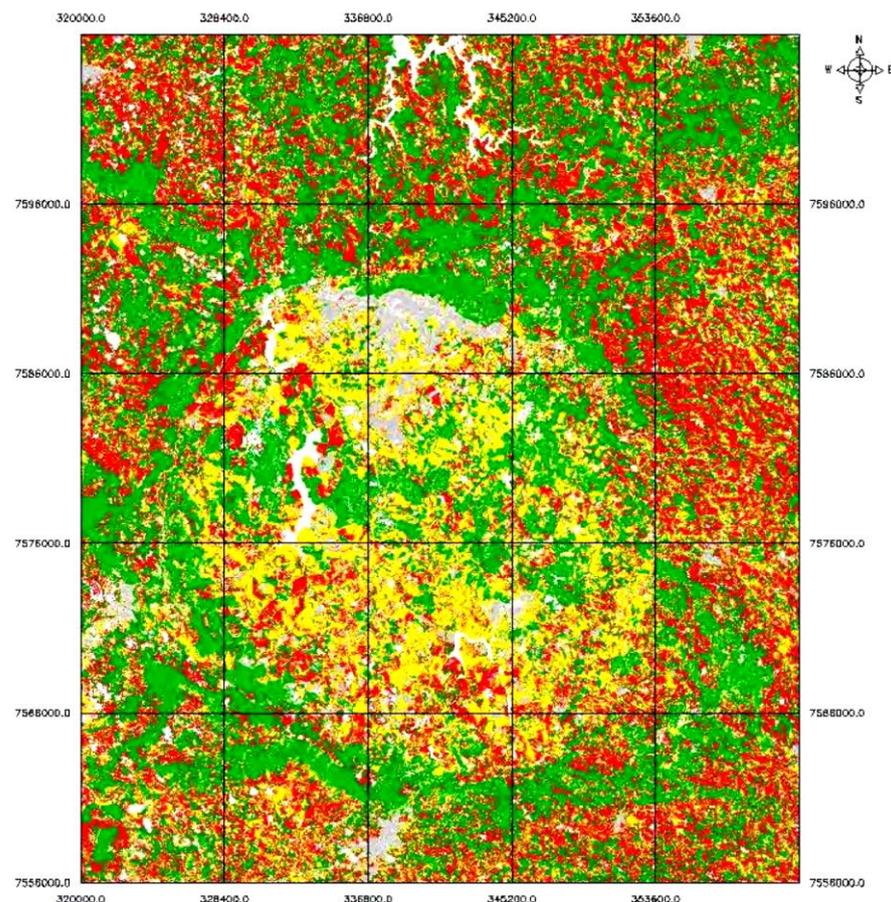


Figura 13: Mapa de cobertura vegetal/uso e ocupação da terra. Legenda: Verde (floresta/galeria); Vermelho (capoeira/campo); Amarelo (campo/pasto); Branco (água); Cinza (Solo exposto/urbano). (Moraes, 2007)

Tabela 2: Remanescentes de mata atlântica do município de Poços de Caldas (MG)

Atlas dos Remanescentes de Mata Atlântica

MINAS GERAIS

Município	Poços de Caldas
Área município; (ha)	54.843
% na lei	100
Remanescente 2010	3.331
Desflorestamento 2008-10	75

Fonte: S.O.S Mata Atlântica. Atlas dos remanescentes florestais de Mata Atlântica (2010)

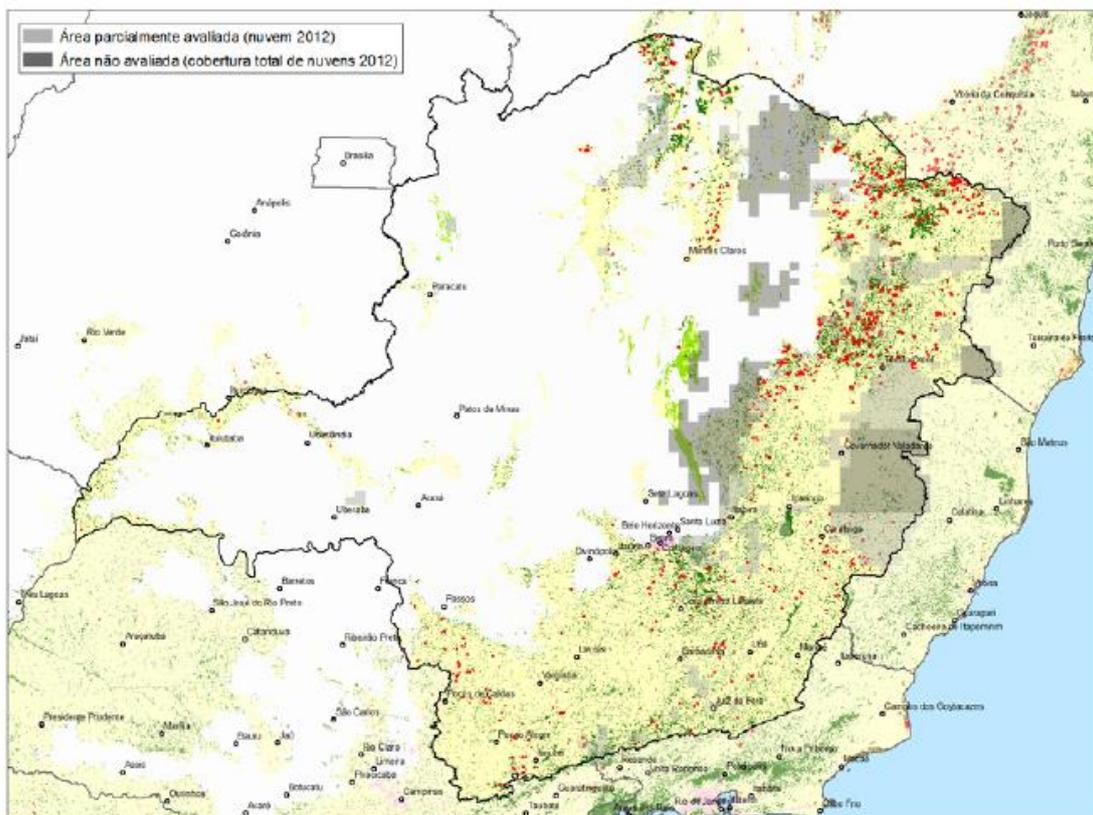


Figura 14: Mapeamento Atlas dos remanescentes florestais de Mata Atlântica (2013) – fonte: S.O.S Mata Atlântica e Instituto de Pesquisas Espaciais (Inpe)

No entanto a região de Poços de Caldas (Figura 14) está entre as 100 cidades brasileiras que mais desmataram entre 2008 e 2010, segundo pesquisa da Fundação SOS Mata Atlântica. O Atlas dos Remanescentes Florestais, mostra que todo o município de Poços de Caldas tem uma área de 54.843 km² em relação ao Bioma Mata Atlântica, o que equivale a 100% na Lei. Em 2010, os remanescentes eram 3.331, sendo que o índice de desflorestamento

foi 75 em dois anos - de 2008 a 2010. Neste recorte, a região de Poços de Caldas é considerada área prioritária.

Em comparação com o Estado de Minas Gerais, a área atual de mata preservada é de 2.869.256 há, o que corresponde a 10,4% da área do estado (SOS Mata Atlântica, 2013).

3.4 Geologia Cultural

A região do Maciço Alcalino de Poços de Caldas foi historicamente interpretada como “Campos das Caldas” (MEGALE, 1999). No entanto, a história da cidade tem seu princípio em torno das fontes termais. Descoberta no final do século XVIII por caçadores que avançaram sentido Rio Pardo e outros registros das águas por Pedro Morais – 1781; João Almeida Fonseca – 1786; Dr. Luís Cunha Menezes – 1786 (MOURÃO, 1988).

Depois da penetração dos emissários da Capitania de São Paulo no Vale de Poços de Caldas e da abertura do caminho direto provido de Mogi Guaçu, estabeleceram-se no local, o alferes Inácio Preto de Moraes e seu Filho (...) Impedidos de demarcar a sesmaria, expulsos no ano de 1787, essas terras foram adquiridas pelo Sargento-mór João Bento da Cunha. Tornaram-se devolutas e passaram do ano de 1819 e 1821 à posse de membros da Família Junqueira. O Major Joaquim Bernardes da Costa Junqueira adquiriu a sesmaria das terras em torno das fontes termais. Em 30 de abril de 1865 assinou o termo de cessão de 26 1/2 de alqueires à Província de Minas gerais, obtidos pelo Engenheiro Martiniano da Fonseca Reis Brandão (MOURÃO, 1988).

A compra ou desapropriação dos terrenos ao beneficiamento dos poços de águas termais foram objeto de atenção na época. O decreto nº 791, de 20 de junho de 1856, autorizava a abertura de dois poços nas fontes e a construção de um balneário primitivo, levantamento topográfico, e projeto de povoado realizado no ano de 1826. Ao findar o ano de 1872, o presidente da província Dr. Joaquim Floriano de Godoy tomou a iniciativa de ampliar a área (96,2 hectares) iniciando a construção de balneários e a cidade. No ano de 1905, Dr. David Benedito Otoni, sancionou a lei Municipal nº 2 de 14 de janeiro, que considerava de utilidade pública a ampliação do patrimônio da Serra de Caldas (MOURÃO, 1988).

Tempos depois, um dos principais fatores de desenvolvimento da cidade de Poços de Caldas foi a Estrada de Ferro Mogiana pela procura cada vez mais assídua pelas fontes. As obras começaram em 1883 e, a 22 de outubro de 1886, com a presença da Família Imperial, foi inaugurado o ramal que ia de Cascavel (Hoje Aguai) à Poços de Caldas (IMS, 2000).

A Estrada de Ferro traria também benefícios à agricultura de café, introduzido na região em 1882. O café teve na ferrovia um importante canal de escoamento. A influência

italiana na economia, cultura e social em Poços de Caldas também teve iniciativa pela construção da estrada de ferro. Os imigrantes que chegaram por volta de 1884, ajudaram na construção das vias de acesso de ferro e ficaram em Poços de Caldas contratados pelos fazendeiros para a colheita do café. Giovanni Battista Pansini, um importante arquiteto e construtor italiano, foi um pioneiro em Poços. Construiu edifícios de aparência europeia que, entre outros motivos, marcava no início do Sec. XX, um novo rumo à Poços de Caldas (IMS, 2000)

Como aponta Marrichi (2009), no ano de 1915:

A remodelação projetada para Poços de Caldas fazia parte de um programa do governo do estado em que figuravam os melhoramentos destinados às estâncias hidrominerais e termais, garantindo-lhes estratégias de construção da sua paisagem balneária. O discurso dado à antiga cidade termal sabia que para permanecer “na moda” diante das novas sensibilidades daqueles curistas e veranistas, era preciso promovê-la de acordo com as últimas novidades das cidades hidrominerais europeias. A cidade da cura deveria então, transformar-se na tão sonhada estância balneária com todos os seus requisitos modernos: *“numa urbs maravilhosa de atractivos e de esthetica”*, confirmando a sua imagem para uma *“estação de repouso e de recreio”*, **cidade modelo** para onde todos os anos afluiria um número maior de forasteiros. A cidade de cura agora prestes a se transformar em estância balneária via na importância da dimensão lúdica dos espaços de lazer indícios que garantiriam a sua originalidade junto às águas termais. Assim no projeto da maior e melhor estação hidromineral e de repouso da América do Sul, o então prefeito da cidade contratou além do engenheiro Eduardo Pederneiras, os engenheiros Saturnino Rodrigues de Brito e Brito Filho para os serviços de saneamento e abastecimento de águas, o concorrido Dierberger para as obras de arborização e jardinagem das praças e ruas locais e também o médico Aristides de Mello e Souza para a direção dos futuros serviços termais. Na Europa, autorizado por Antônio Carlos, Pinheiro Chagas contratou um médico e um engenheiro para ajudar na obra geral. Paul Schoeber, clínico hidrologista em Wildbad e Eugen Maurer, engenheiro residente em Baden-Baden completavam os nomes dos técnicos que estariam presentes nos serviços de reorganização do espaço termal da cidade de Poços de Caldas” (MARRICHI, 2009).

A fase industrial da mineração (a partir de 1905) alterou profundamente o quadro econômico de Poços de Caldas, em geral agrícola até 1930 (MEGALE, 1999). A história segundo Willams (2001) é a partir de relatos (...) em 1905 sobre a comercialização de minério de zircônio, exportados para a Alemanha, com a intermediação do austríaco Heirich Nickel (1856-1923) – que vivia em Poços de Caldas como marceneiro e construtor.

Em 1930, o norte americano Albert Jackson Byington (1875-1953) arrenda direitos sobre o minério dos herdeiros de Honório Dias, no Morro do Serrote (Figura 15). Enquanto isso, Poços de Caldas vivia seu apogeu turístico e de desenvolvimento e expansão dos negócios. Na área da indústria de minérios, o Morro do Ferro, por exemplo, foi adquirido pela Companhia Geral de Minas em abril de 1935 para ferro e metais associados Wedow (1974).

Dentro deste período marcado por intensa aquisições de terras os principais interessados eram: José de Paiva Oliveira (1885-1957), Winrich Melzer, Miguel Carvalho Dias (WILLAMS,2001).



Primeira foto de mineração no Planalto

Figura 15: Cartão Postal – 1913 Propaganda da Mina de Zircônio do Coronel Honório Luís Dias. Cascata-SP. (Willams, 2001)

As primeiras pesquisas sistemáticas de bauxita só começaram em 1934, quando o engenheiro Paiva Oliveira constatou definitivamente a presença de bauxita no Planalto (ULBRICH, 1984). As primeiras referências à bauxita são discutidas do ponto de vista geológico-econômico; (BARBOSA, 1936; PINTO 1937, 1938; SOUZA-SANTOS, 1937; TEIXEIRA, 1937 apud ULBRICH, 1984). Segundo Ulbrich (1984):

Weber (1959) apresenta o primeiro trabalho detalhado sobre a bauxita de Poços de caldas. Divide a ocorrência do Planalto em quatro tipos: a) cascalho bauxítico superficial (nodular e/ou fragmentário; b) bauxita homogênea (in situ) as vezes mostrando juntas reliquias, com alvéolos, friável); c) bauxita nodular com matriz argilosa; apresenta nódulos, tubos e agregado irregulares, em matriz argilosa; d) bauxita de substituição, homogênea, em matriz argilosa: a textura sugere, neste caso, bauxitação de argila. Este autor descreve os tipos litológicos, diferenciando as rochas mais novas (fonolitos, alguns nefelina sienitos), do grupo mais antigo, que para Weber são, chibinitos, lujauritos e rochas de embasamento). Cita Weber também processos semelhantes ao bauxitização, dando-se nas encostas de diques anelares, onde a precipitação é maior. Poços de Caldas, para Weber, oferece, junto com épocas de intensa precipitação (dezembro até março) outras totalmente secas, portanto, condições ideais para a bauxitização. A percolação de águas é considerada necessária, já que a bauxita só se desenvolve em áreas de drenagem perfeita. Distingue Weber a bauxitização direta, a partir da rocha fresca, da indireta, por dessilicatização de argilas; a última seria, para o autor, a mais abundante em Poços de Caldas, e encontra-se no interior do distrito (ULBRICH,1984):

Em 1953 a presença de minerais radioativos foi detectada através de traços registrados em chapas fotográficas (Figura 16), notada pela primeira vez em minerais de Zr

(caldasito) por geólogos da divisão de Fomento de Produção Mineral (DNPM) em nome de Resk Frayha. Esta pesquisa começou em 1953, através da DNPM e do convênio com a U. S Geological Survey em nome de M. White e G. Tolbert e da parceria com a Atomic Energy Commission. Em 1956 foi criada a Comissão Nacional de Energia Nuclear (Ramos e Maciel, 1974), que desde então supervisiona a prospecção de pesquisa no Planalto. Em 1960, houve colaboração técnica de franceses, cujos resultados são resumidos em Grestner (1974 apud ULBRICH, 1984), compostos por levantamentos aerocintilométricos e caminhamentos radiométricos em terra, complementados por levantamentos aeromagne-tométricos e geológicos de detalhe. Os resultados são fornecidos em relatórios parciais ao DNPM (FRAYHA et al. 1962; DUTRA, 1954 apud ULBRICH, 1984). Oliveira (1974) caracteriza aproximadamente 68 anomalias radiométricas, com teores de radiação acima de 0,36 mr/h, entre as quais destacam as anomalias do Campo do Cercado (C-09), Campo do Agostinho que se caracterizam por mineralização de U, Mo e Zr (Putzer, 1976). Enquanto a do Morro do Taquari, além da mineralização de U, Mo e Zr (Castro e Souza, 1962), nota-se também a concentração de pequenas jazidas de caldacito e zircão ambas uraníferas (ULBRICH, 1984). O panorama de pesquisa de Urânio do Planalto, apresenta-se na obra: Reunião sobre Minérios Brasileiros de Uranio (1.: 1974: Rio de Janeiro, RJ). Minérios brasileiros de uranio. (1974).

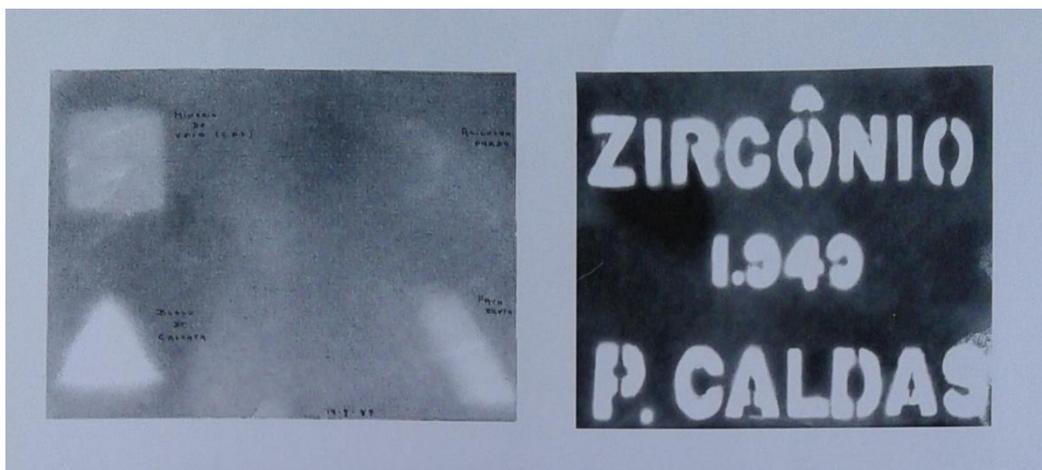


Figura 16: Experiência Becquerel (de 1896), com minério de zircônio no Planalto. O minério é colocado numa chapa fotográfica, dentro de uma câmara escura, a revelação da chapa fixa a imagem em branco quando o material for radioativo. Nesse caso a radioatividade provém da presença de urânio junto ao zircônio. Foto de 1948 e 1949.

Nas décadas de 1960, 70 e 80, Poços de Caldas vivenciou o “boom” da mineração de bauxita. O mercado produtor de bauxita no País era dominado pela MRN, a qual era responsável por 76,6% da produção, seguida pelas empresas CBA (12,6%), Alcoa (4,4%) e

Alcan (3,5%), que respondem pela produção de bauxita grau metalúrgico, enquanto que o restante da produção cabe à MSL Minerais S/A, Mineração Curimbaba S/A e Rio Pomba Mineração S/A, produtoras de bauxita refratária. Sendo que a Alcoa, CBA e Mineração Curimbaba representam Poços de Caldas como a segunda maior produtora de bauxita do Brasil (DNPM, 2001).

CAPÍTULO 4

INVENTÁRIO DE RECONHECIMENTO DO PATRIMÔNIO GEOLÓGICO

4.1. Metodologia

Segundo Brilha (2005), o inventário do patrimônio geológico deve ser feito de forma sistemática, abrangendo toda a área estudada, e após esta etapa realiza-se a definição tipológica dos geossítios a serem inventariados, visando identificar aqueles que apresentem características de exceção, que os destaquem entre os demais sítios.

Sharples (2002) delimita a inventariação de geossítios em duas linhas de abordagem, a Identificação *Ad Hoc* e a Abordagem Estratégica. A primeira envolve a identificação pontual de locais que serão alvo da geoconservação por estarem vulneráveis a atividades que possam causar impactos ao patrimônio geológico. A segunda consiste em um levantamento estratégico e sistemático de uma área específica, identificando locais alvo de geoconservação, com uma abordagem que inclui três metodologias distintas de inventariação:

Inventário de reconhecimento que consiste em identificar feições ou locais significativos por meio de revisões bibliográficas, consulta a especialista e trabalhos de campo. Segundo Pereira (2010), é nesta etapa em que se identificam os locais carentes de tal iniciativa, e baseando-se na realização de levantamentos, avaliações e catalogação, seguindo da descrição minuciosa dos bens ou locais de interesse de um determinado local.

Inventário temático e sistemático, o qual é realizado a partir de uma avaliação comparativa e interpretativa de todas as feições e sistemas de uma determinada região e pode ser aplicada de duas maneiras, sendo estas a Abordagem de Classificação e Abordagem Georregional;

Inventário de detalhe, no qual é feito um inventário detalhado, levantando-se informações específicas sobre a significância dos geossítios, elaborando estratégias e ferramentas de manejo dos mesmos.

Na presente pesquisa, os sítios potenciais de interesse geológico foram caracterizados como inventário de reconhecimento. Baseado em Sharples (2002), Brilha (2005 e 2016) e de acordo com as recomendações da UNESCO e SIGEP, foram especificados os dados de cada localidade de acordo com sua localização, importância, descrição e possíveis ameaças. Cada geossítio foi relacionado a categorias específicas do patrimônio geológico, podendo, no caso da região de estudo, identificar as seguintes tipologias: importância geológica, história evolutiva do maciço, depósitos minerais e águas termais. Os locais foram separados em geossítios e sítios da geodiversidade, conforme a classificação proposta por Brilha (2016).

Pereira (2010) discutiu em seu trabalho que existem parâmetros de caráter universal, que apresentam relevância no que tange a análise quantitativa dos geossítios, e que devem ser considerados no método de avaliação empregado. O grau de preservação/deterioração deve considerar o grau de conservação, a fim de manter as condições originais do geossítio, ponderando o efeito dos processos naturais e antrópicos. Já a abundância/raridade exprime o nível de singularidade do local avaliado, e pode depender da escala abordada no levantamento. A representatividade para processos geológicos/geomorfológicos deve ser considerada a fim de demonstrar o potencial de o geossítio servir como exemplo de modelos ou processos, e a possibilidade de transposição didática destes fenômenos para os vários públicos. A acessibilidade tem como prerrogativa indicar as condições de acesso aos locais, e, finalmente, o grau de conhecimento científico tem como objetivo analisar a disponibilidade de informações disponíveis a respeito do geossítio avaliado.

O inventário de reconhecimento do patrimônio geológico no MAPC consiste em uma revisão bibliográfica de publicações sobre geologia na área de pesquisa. Tal etapa foi de fundamental importância para a caracterização geológica da área por oferecer várias indicações e descrições de locais com potencial para se tornarem geossítios. A lista inicial de potenciais geossítios foi posteriormente avaliada de forma comparativa com a coleção de amostras de minerais, rochas e minérios da coleção Resk Fhraya do Museu Histórico e de Poços de Caldas. A etapa seguinte foi a do trabalho de campo com objetivo de identificar e caracterizar alguns sítios selecionados na lista de potenciais geossítios. Foram identificados inicialmente 456 locais potenciais a partir da literatura (Anexo 5), incluídos em uma lista preliminar de 115 localidades selecionadas segundo os critérios de recorrência bibliográfica, representatividade científica, educativa e turística e relevância temática (Tabela 3).

Destas, 25 localidades foram selecionadas para trabalho físico de produção em campo e aquisição de amostras, segundo o critério logístico dos afloramentos, como localização e acesso.

Ao final foram selecionados 20 localidades de forma a contar a história geológica do MAPC, sendo considerados 11 como geossítios e 9 locais considerados sítios da geodiversidade. Estes compõem o inventário de reconhecimento da área. inventariados. Optou-se por utilizar o modelo de ficha de inventário (Brilha,2005) que compreende os dados de localização, tipo do local (área, área complexa, ponto ou seção), unidade litológica no mapa de Ellert et al (1959) localização na carta topográfica IBGE, justificativa do valor científico, uso potencial de cada geossítio e vulnerabilidade.

O Patrimônio Geológico, juntamente com as outras duas designações - Reservas da Biosfera e Patrimônio Cultural e Histórico Mundial – são, para a UNESCO, “uma imagem completa para celebrar a nossa herança” e, ao mesmo tempo conservam a diversidade cultural, biológica e geológica do mundo, além de promover o desenvolvimento econômico e sustentável. Enquanto as Reservas da Biosfera concentram-se na gestão harmonizada da diversidade biológica, o Patrimônio Cultural tem o papel de promover a conservação de locais históricos e culturais de valor universal excepcional. A proposta da UNESCO sobre Patrimônio Geológico visa dar reconhecimento internacional para locais que promovam a importância e o significado de proteger a geodiversidade da Terra através de envolvimento participativo da comunidade local. Neste processo inclui pensar o patrimônio na sua totalidade, por meio de uma justificativa clara de provas que devem ser fornecidas, dentro do estatuto global da UNESCO para a elaboração de inventários, quantificação e identificação de locais/regiões-chaves; entendendo que os mesmos vão integrar difusões e articulações globais (network), em sinergia com as outras designações, tais como cultural e natural (UNESCO, 2017).

No Brasil, os estudos pautados no patrimônio geológico são recentes. Seguindo uma tendência mundial que, por décadas, preocupou-se apenas com a conservação da fauna e da flora. Brilha (2005) menciona que o suporte legal europeu e internacional que garante a proteção do Patrimônio Geológico é muito limitado. Há um baixo reconhecimento da relevância dos elementos abióticos como suporte a biodiversidade, e ao próprio desenvolvimento humano e cultural. Segundo o mesmo autor, as políticas voltadas para a Conservação da Natureza priorizam os valores da biodiversidade, negligenciando a geoconservação.

Inventariar, mapear e interpretar o patrimônio geológico é, portanto, um desafio que se faz presente, diante da riqueza da geodiversidade brasileira. Do início dos anos 2000 para cá, muitas pesquisas sobre diversidade natural, geodiversidade, geossítio, patrimônio geológico, geoconservação e geoparques vêm sendo realizadas por instituições públicas, como a CPRM - Serviço Geológico Nacional, universidades estaduais e federais, institutos de pesquisa (CPRM, 2000; CPRM; 2004; SCHOBENHAUS e SILVA, 2012, GARCIA et al 2017).

O crescente interesse em Patrimônio Geológico é suportado pelo crescimento do volume de literatura sobre o tema durante este tempo. Em primeiro lugar, muitos autores têm discutido e especificado os principais conceitos relativos à essa área, particularmente geodiversidade, patrimônio geológico e geossítio (ELÍZAGA 1988; WIMBLEDON 1996A; SHARPLES 2002; CINZA 2004; KOZLOWSKYI DE 2004; BRILHA 2005, 2016; CARCAVILLA e outros 2007; CARCAVILLA e

outros 2008, GRAY 2008, 2013). Outro grupo importante de obras considerou a metodologia utilizada para selecionar as localidades que devem ser reconhecidos como geossítios e protegidos por causa do interesse geológico (DUQUE e outros 1983; ÁGUEDA e outros 1985; ALEXANDROWICZ 1993; WIMBLEDON e outros, 1995; WIMBLEDON 1996b; GONGGRIJP 1997; SHARPLES 2002; DINGWALL e outros 2005; LEMAN e outros, 2008; VDOVETS e outros 2010; MANSUR e DE SOUZA, 2011). Muitos outros trabalhos têm aplicado e adaptado esses princípios para uma variedade de situações e escalas e desenvolveram inventários do patrimônio geológico em diferentes países ou regiões (ALEXANDROWICZ 1998; JOYCE 2010; DE LIMA e outros 2010; FUERTES-GUTIÉRREZ e FERNÁNDEZ-MARTÍNEZ 2010; MANSUR e DE SOUZA 2011)². (FUERTES-GUTIÉRREZ. I. & FERNANDEZ-MARTÍNEZ, 2012)

A diversidade natural (Figura 17) inclui elementos bióticos - biodiversidade e elementos abióticos - geodiversidade. Patrimônio Geológico, refere-se a (i) ocorrências in situ de elementos de geodiversidade com alto valor científico - geossítios e (ii) elementos de geodiversidade ex situ que, apesar de serem deslocados da sua locação natural de ocorrência, mantêm um alto valor científico (por exemplo, minerais, fósseis e rochas disponíveis para pesquisa em coleções de museus) – são elementos do patrimônio geológico (Brilha, 2016).

Em adição ao valor científico, ambos patrimônios geológicos in situ e ex situ podem ter também valor educacional, estético, e valor cultural que podem justificar sua necessidade de uso para a sociedade (ensino/aprendizagem, turismo, lazer, etc.) (Brilha, 2016).

Patrimônio Geológico é um termo geral que incorpora mais especificamente as designações quando considerado particular tipo de elemento da geodiversidade com excepcional valor científico (Brilha, 2016).

Consequentemente é comum se referir a subtemas do patrimônio geológico como a geomorfologia (formas), petrografia (rochas), estratigrafia (seção sedimentar), estrutural (dobras, falhas e outros), hidrogeologia (água), ou pedológico (solos). Considerando que o patrimônio geológico só é justificado pelo valor científico, de relevância internacional e nacional (Brilha, 2016).

Existem muitos elementos da geodiversidade que não tem um particular valor científico, mas ainda são importantes recursos educativos, turísticos ou cultural identificados pela comunidade. Embora eles não possam ser considerados patrimônio geológico podem ser oferecidas atividades educativas, culturais ou religiosas com significado para a comunidade local. Pedras ornamentais ou construções podem ser considerados ex situ para elementos da geodiversidade (Brilha, 2016).

² Tradução nossa.

Locais com um alto valor turístico também podem ser conhecidos como geomonumentos. Sítios da geodiversidade podem ter relevância local, nacional e internacional. Estratégia de geoconservação deve ser usada para caracterização de gestão de todas as etapas da geodiversidade que apresentem algum tipo de valor (Brilha, 2016)

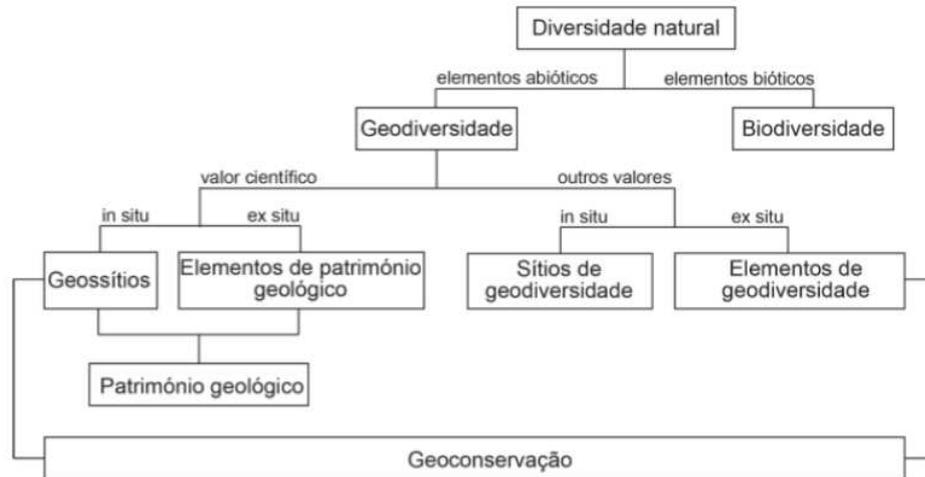


Figura 17: Enquadramento geral da Geoconservação proposto por Brilha (2016).

O inventário, no entanto, é a primeira etapa e essencial em qualquer **estratégia de geoconservação** (Brilha, 2016). Os estudos preliminares para o inventário do património geológico de Poços de Caldas foram realizados segundo critérios usuais propostas na literatura, sendo aplicado um conjunto específico de operações sistemáticas de seleção e levantamento de sítios potenciais. A área de abrangência do inventário corresponde ao Maciço Alcalino de Poços de Caldas, com cerca de 800 km², no Estado de Minas Gerais, divisa com o Estado de São Paulo.

A Figura 18 apresenta a extensão do maciço alcalino de Poços de Caldas, conforme apresentado por Ellert (et. al. 1959) e representa o ‘anel circular’ que passou a reger os limites geográficos deste inventário, bem como forneceu informações importantes sobre a geologia local.

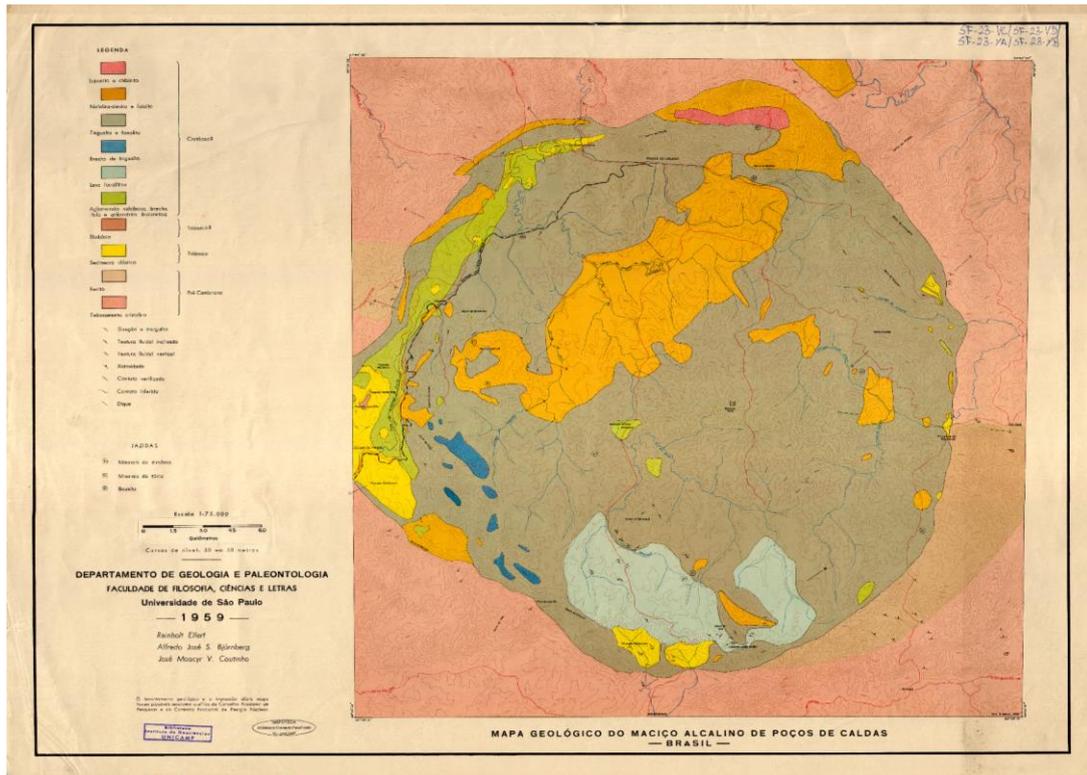


Figura 18: Mapa Geológico do Maciço Alcalino de Poços de Caldas. Fonte: Ellert et al. 1959.

Segundo Brilha (2005) as estratégias de Geoconservação consistem na concretização de uma metodologia de trabalho que visa sistematizar as tarefas no âmbito da conservação do Patrimônio Geológico. Estas estão agrupadas em etapas sequenciais ilustradas na Figura 19: inventário, quantificação, classificação, conservação, valorização e divulgação e, finalmente, monitoramento.

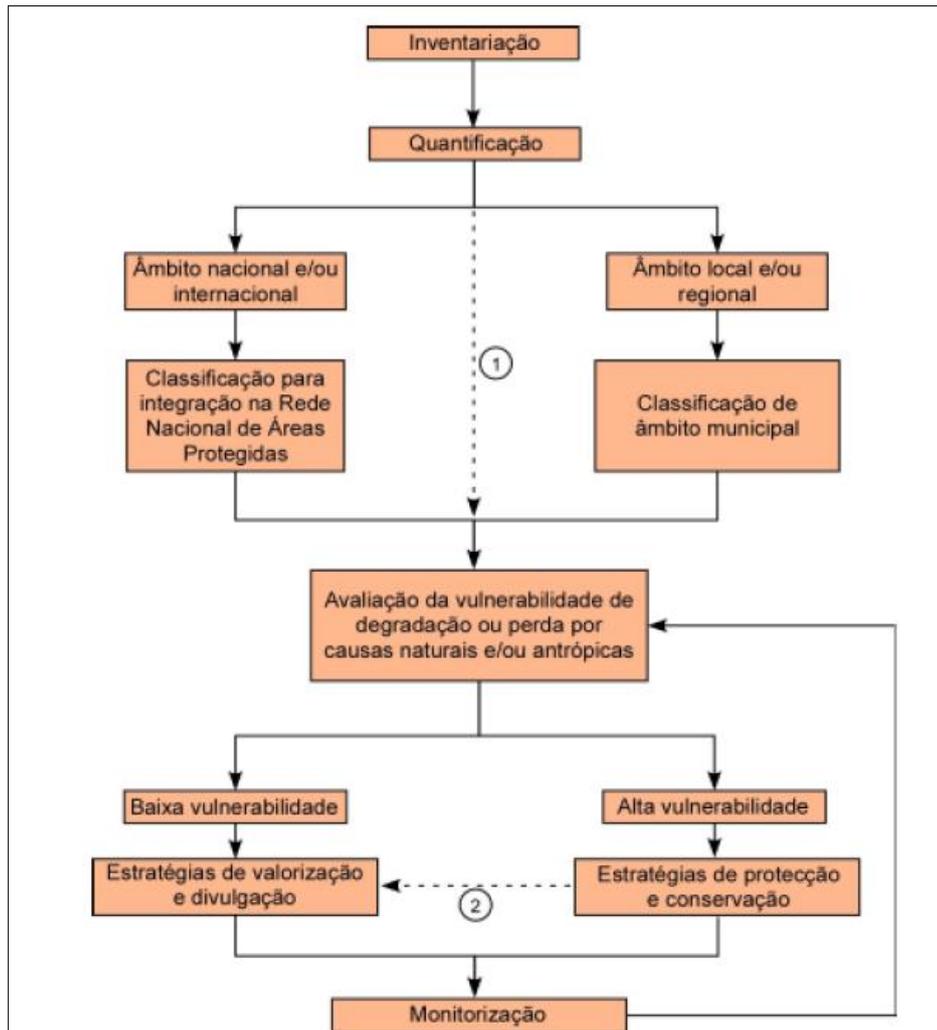


Figura 19: Fluxograma referente às etapas de geoconservação (Brilha, 2005, p. 111)

Considera-se que qualquer medida de conservação positiva deve estar pautada num amplo conhecimento dos locais a que se deseja conservar, assim, a fase do *inventário* é primordial. Inicialmente é necessário um reconhecimento sistemático de toda variedade de elementos geológicos para poder conferir uma maior relevância para determinado elemento, considerando sua raridade (Brilha, 2005). Assim, os elementos inventariados devem possuir características excepcionais em relação ao que se observou em toda a área analisada. Estes devem, então, ser considerados geossítios e ser localizados em cartas e mapas, além de ser realizada uma extensiva caracterização por fichas de inventário.

4.2 Etapa 1: Revisão Historiográfica

Nesta proposição organizamos gráficos (1 a 9) em relação aos principais temas de pesquisa na área de estudo ao longo do tempo, para que pudéssemos organizar uma retrospectiva historiográfica das produções científicas. Os dados foram organizados segundo a proposta inicial de Ulbrich (1984), que separou os trabalhos científicos por temas e autores, sendo estes: [a) geocronologia; b) interpretação geotectônica; c) mineralogia e petrografia; d) jazidas de zircão e caldacito; e) urânio e molibdênio; f) tório e ferro; g) alteração hidrotermal e “rochas potássicas”; h) bauxita e alteração intempérica. Algumas adequações foram feitas e incluídos temas, como por exemplo, o tema i) hidrogeologia; extraído do levantamento realizado por meio da obra CETEC (1987). Esses temas nos forneceram um panorama importante sobre os potenciais geossítios, pois muitos deles trazem descrições detalhadas sobre mineralogia, petrologia, depósitos minerais, evolução geológica da região e processos de formação da paisagem. Essa seleção também nos ofereceu uma ideia das produções científicas em relação à períodos de pesquisa e cronologia dos estudos realizados na área.

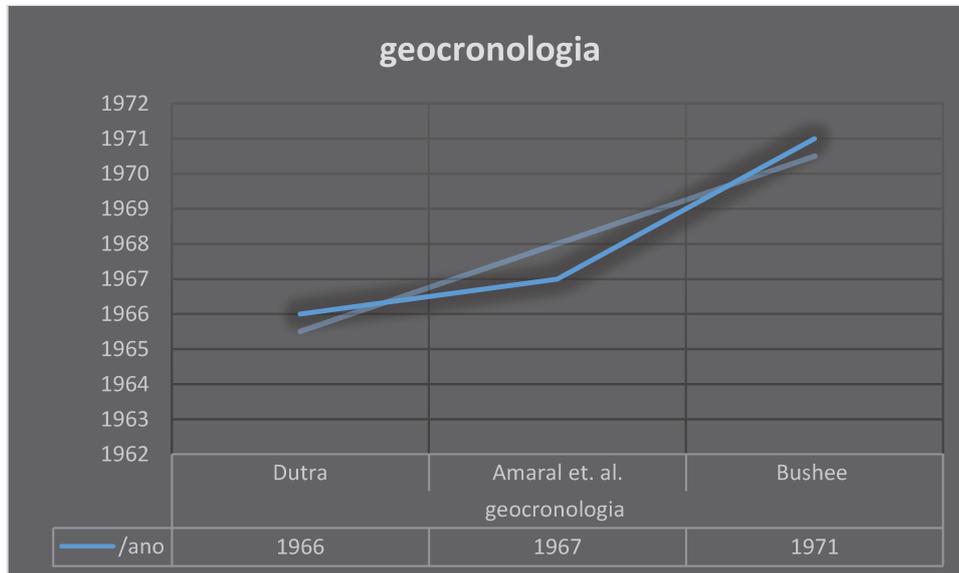


Gráfico 1: Dados relacionados ao tema Geocronologia e os principais trabalhos publicados. Fonte: Ulbrich (1984)

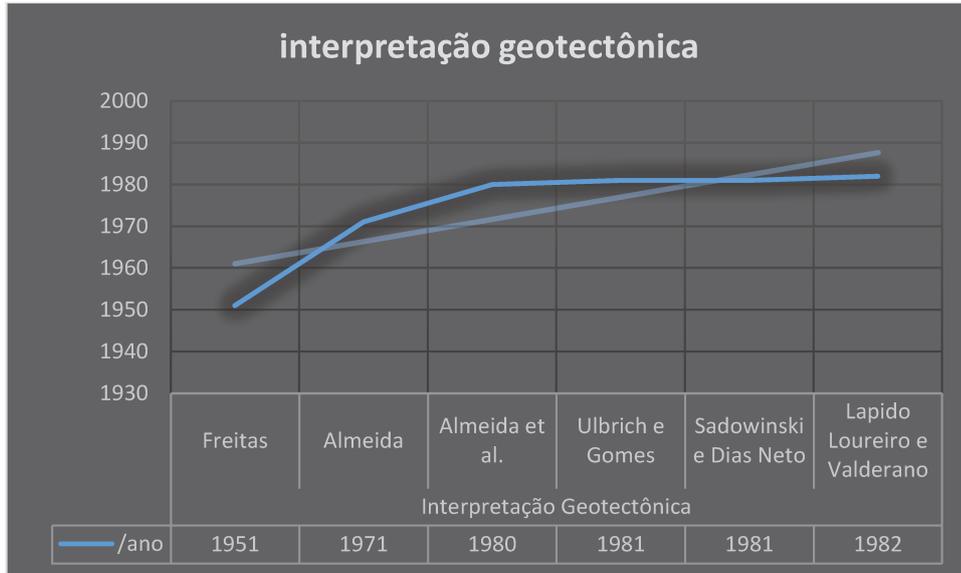


Gráfico 2: Dados relacionados ao tema Interpretação Geotectônica e os principais trabalhos publicados. Fonte: Ulbrich (1984).

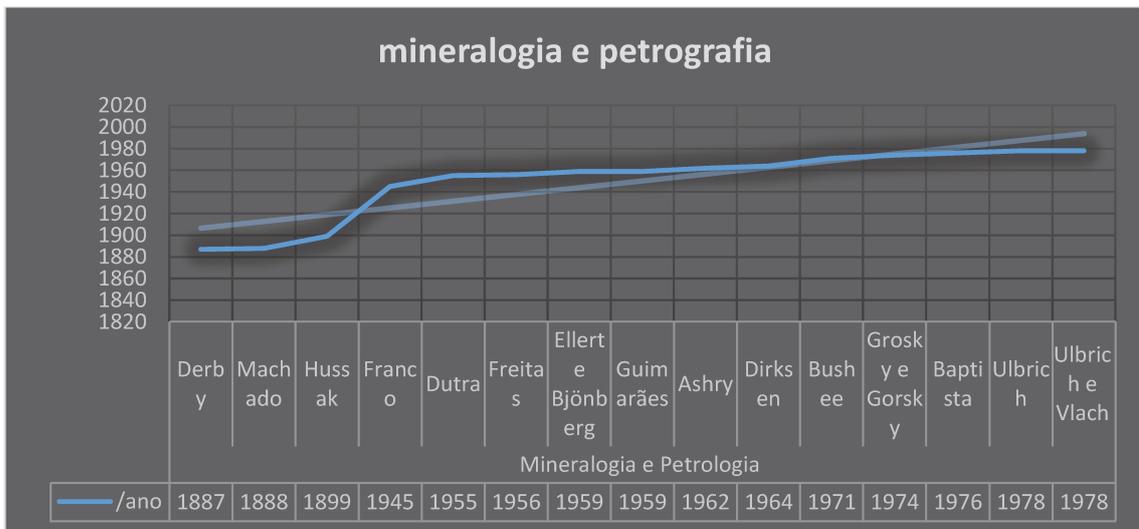


Gráfico 3: Dados relacionados ao tema Mineralogia e Petrografia e os principais trabalhos publicados. Fonte: Ulbrich (1984).

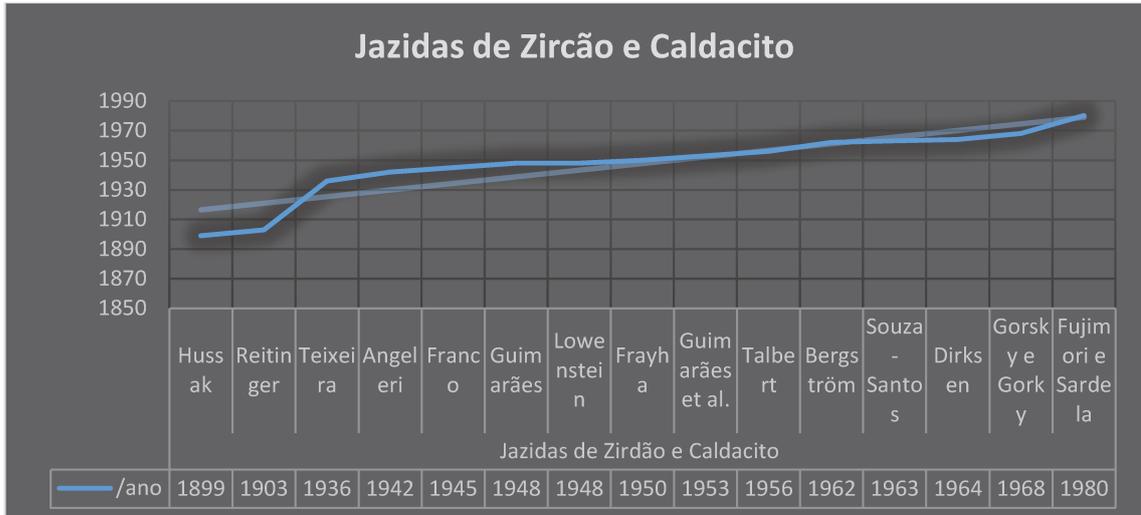


Gráfico 4: Dados relacionados ao tema Jazidas de zircão e caldacito e os principais trabalhos publicados. Fonte: Ulbrich (1984).

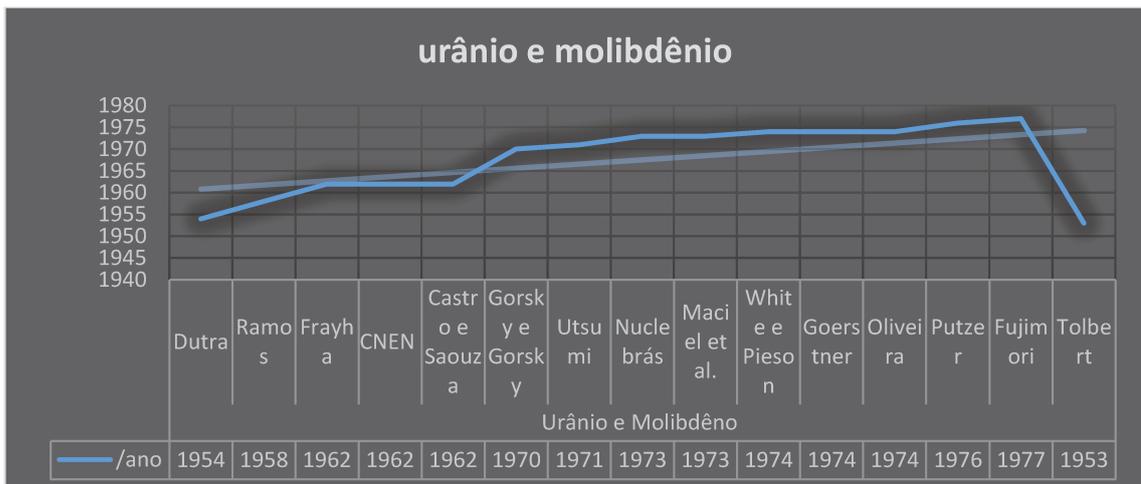


Gráfico 5: Dados relacionados ao tema Urânio e Molibdênio e os principais trabalhos publicados. Fonte: Ulbrich (1984).

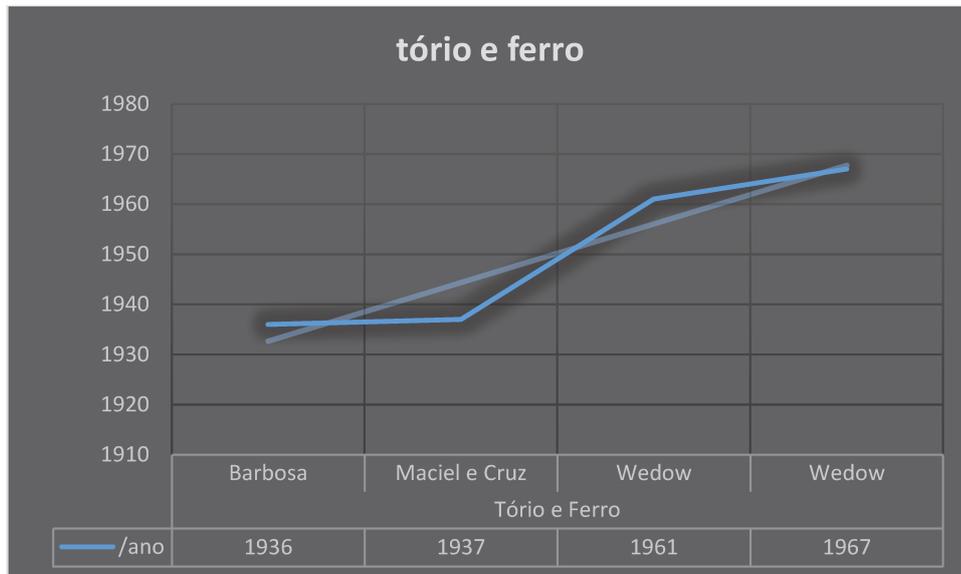


Gráfico 6: Dados relacionados ao tema Tório e Ferro e os principais trabalhos publicados. Fonte: Ulbrich (1984).

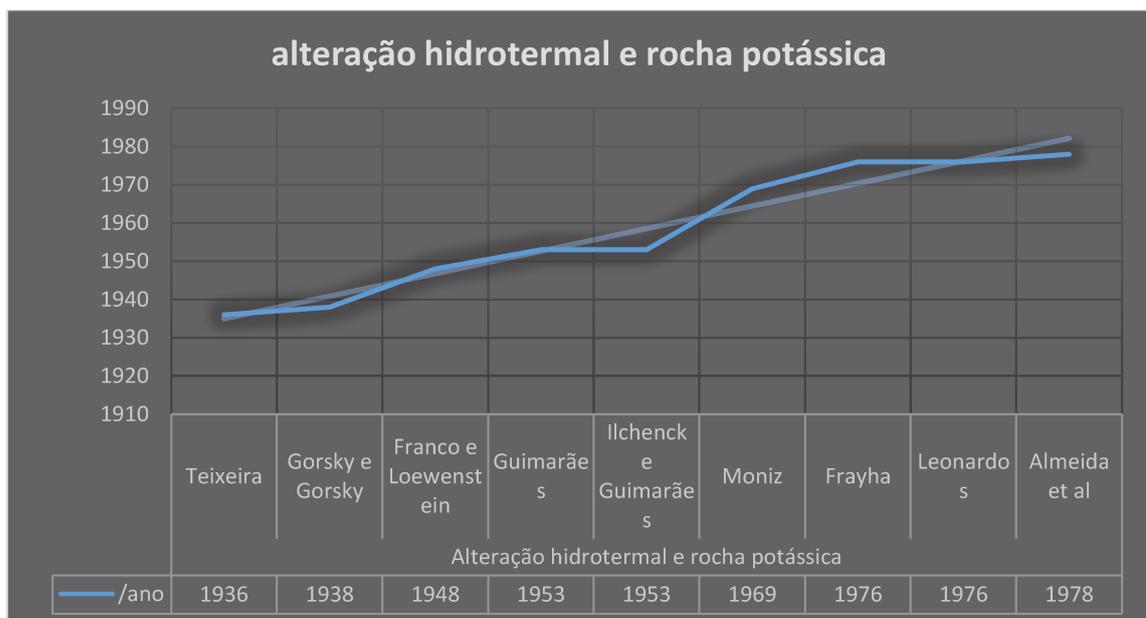


Gráfico 7: Dados relacionados ao tema alteração hidrotermal e rocha potássica e os principais trabalhos publicados. Fonte: Ulbrich (1984).

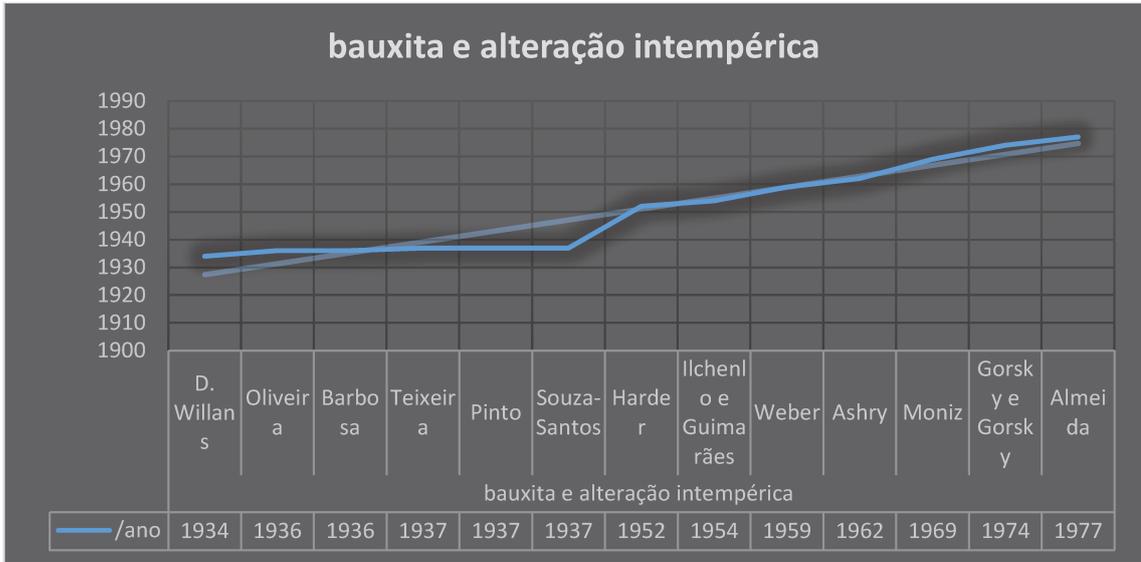


Gráfico 8: Dados relacionados ao tema bauxita e alteração intempérica e os principais trabalhos publicados. Fonte: Ulbrich (1984).

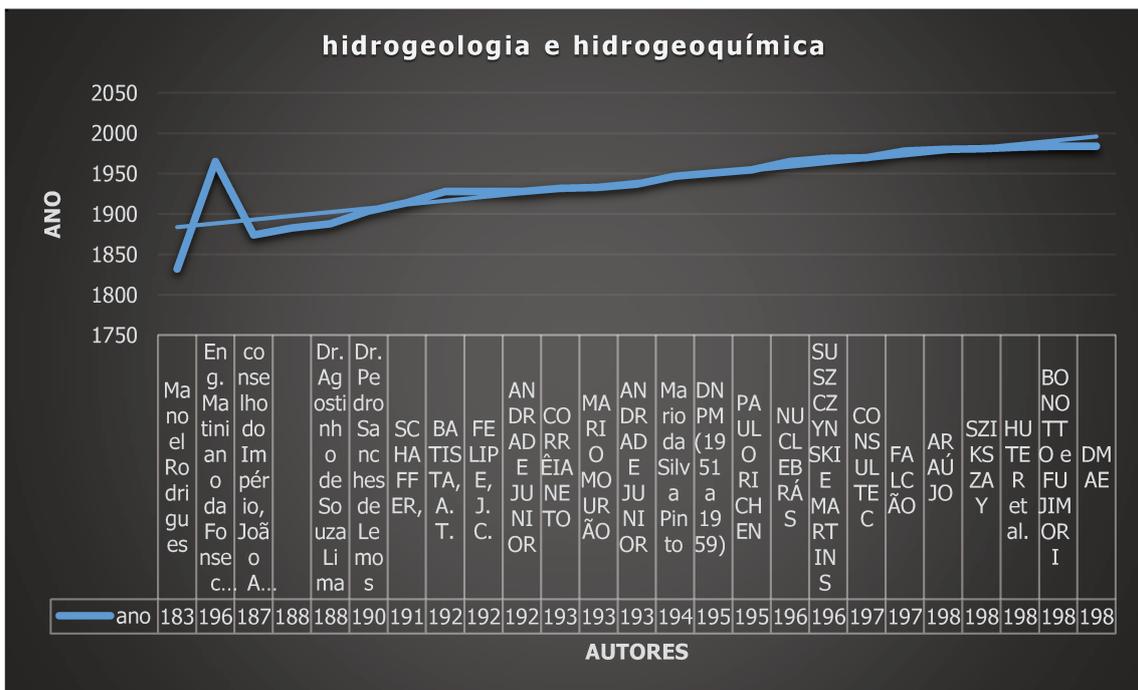


Gráfico 9: Dados relacionados ao tema hidrologia e hidrogeoquímica e os principais trabalhos publicados. Fonte: CETEC (1987)

Os gráficos 1 a 9 apontam que os primeiros estudos de caracterização mineralógica e petrográfica do maciço são os mais antigos e que duraram mais tempo, com quase um século de pesquisas publicadas, bem como as pesquisas sobre as jazidas minerais, em particular zircão e caldacito, urânio e molibdênio, tório e ferro, além da bauxita. Os estudos sobre alteração hidrotermal também apresentam longa duração, com mais de quatro décadas, bem

como a caracterização dos jazimentos de U-Mo e To-Fe, com mais de três décadas. Estudos sobre geotectônica, com cerca de três décadas, e de geocronologia são mais recentes e de menor duração, em particular este último, concentrado na década de 1970. Estudos geocronológicos posteriores também foram realizados na década de 1990 e nos anos 2000, continuando até o presente.

A revisão bibliográfica (Gráfico 10) propõe um movimento para atualizar a produção científica de 1984 até 2015, utilizando bases institucionais e a base Scopus. O material selecionado seguiu os mesmos temas propostos e aponta as atualizações no campo da pesquisa científico. Cartas geotécnicas, estudos morfométricos de relevo 3D, estudos geoambientais têm sido novos temas propostos pela comunidade científica para a área.

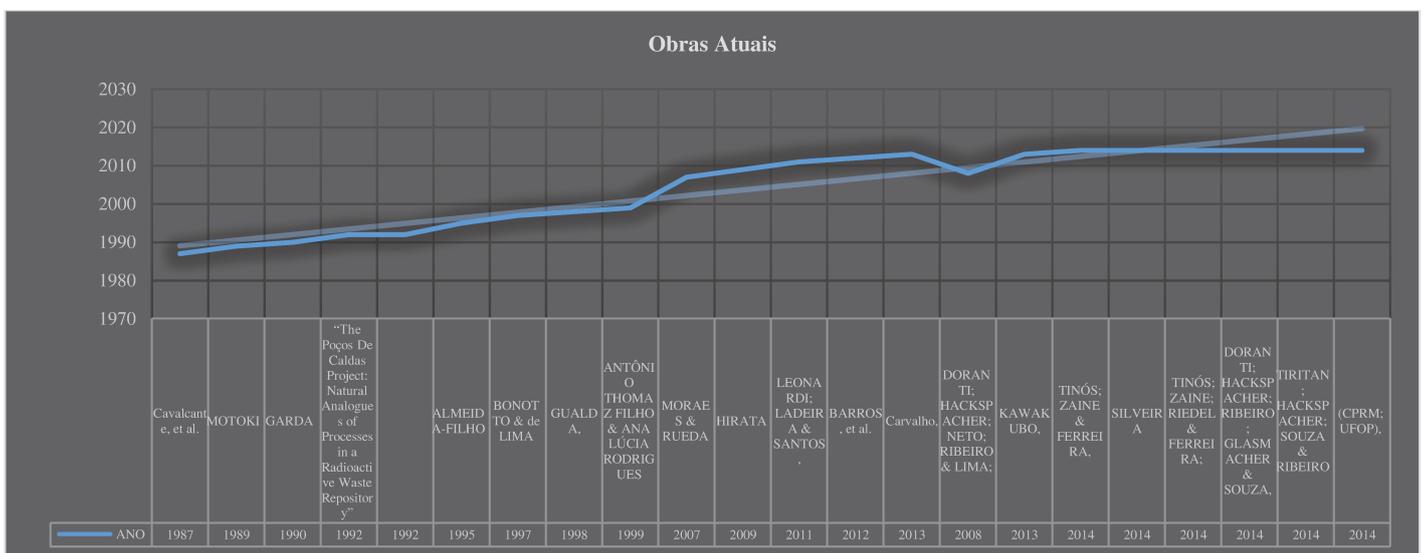


Gráfico 10: Dados relacionados a tema atuais, a partir da década de 1990 apontam para estudos ambientais e uso de tecnologias espaciais no levantamento de dados geológicos. Fonte: Dados da Pesquisa.

4.3 Etapa 2: Pesquisa Bibliográfica na base de dados sobre a área de pesquisa:

A pesquisa foi realizada na base multidisciplinar de registros Scopus (que contém resumos, referências e índices da literatura científica, técnica e médica (STM), com cobertura desde 1960, e conteúdo de 27 milhões de artigos relevantes para a pesquisa científica. São 14.000 títulos de periódicos arbitrados de 4.000 editoras internacionais, com atualizações diárias). A base abrange as seguintes áreas do conhecimento: Química (Chemistry), Física (Physics), Matemática e Engenharia (Mathematics and Engineering); Ciências Médicas (Life and Health Sciences); Ciências Sociais (Social Sciences), Psicologia (Psychology), Economia

(Economics); Biologia (Biological), Ciências da Terra e Ciências do Meio Ambiente (Earth Sciences and Planetary/ Environment Science).

A equação de busca é a formulação estruturada das expressões (booleanas) de busca ou palavras-chave de pesquisa. São estratégias de busca acerca do tipo de informação que se deseja. Neste duplo movimento, no qual o contexto geológico do Maciço Alcalino de Poços de Caldas é entendido como a base de dados para a produção teórica, podemos investigar continuidades e rupturas do processo de produção científica, bem como ofertar e possibilitar metodologias de consulta bibliográfica sobre o maciço de Poços de Caldas. Os resultados desta pesquisa são apresentados a seguir.

Equação de busca 1: Os descritores de busca utilizados na base de dados foram (ALL (**poços de caldas**) AND ALL (**geology**)): 556 resultados.

Nesta primeira equação procurou-se todos os arquivos referentes ao tema geral de pesquisa com as seguintes palavras-chave: poços de caldas e geologia. Esta busca apresentou 556 resultados no intervalo de publicação entre 1960 -2016 (Figura 20). As publicações partem principalmente do Brasil, seguido por pesquisas registradas nos Estados Unidos, França, Inglaterra, Canadá, entre outros (Figura 21). As instituições que mais realizaram pesquisas foram a Universidade de São Paulo, Universidade Estadual Paulista, Universidade Estadual do Rio de Janeiro, Universidade Federal Fluminense, Universidade de Brasília, Universidade Federal de Ouro Preto, Universidade Federal do Rio de Janeiro e British Geological Survey (Figura 22). Os autores que mais publicaram foram Bonnoto, Mckinkey e Motoki (Figura 23). A figura 24 representa o documento por área de conhecimento e de publicações. Neste sentido, há um domínio das Ciências da Terra e Planetária (Earth and Planetary Sciences – 441 documentos) seguido das Ciências Ambientais (Environment Science – 146 documentos).

A figura 23 aponta para quatro picos de publicações das pesquisas relacionadas à área, sendo na década de 1990, em 2005, 2012 e 2015.

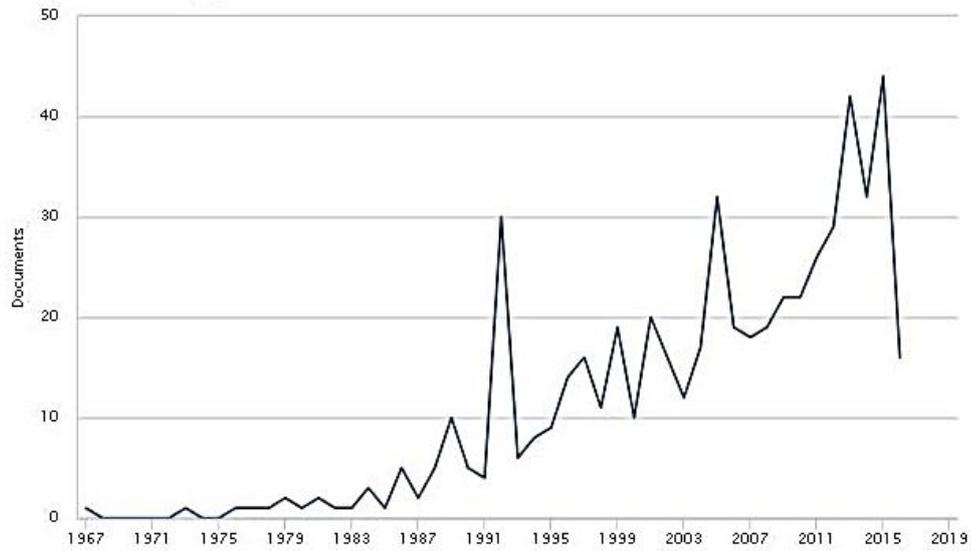


Figura 20: Número de publicações referentes à área de pesquisa no período de 1960-2016. Fonte: Scopus. 2016

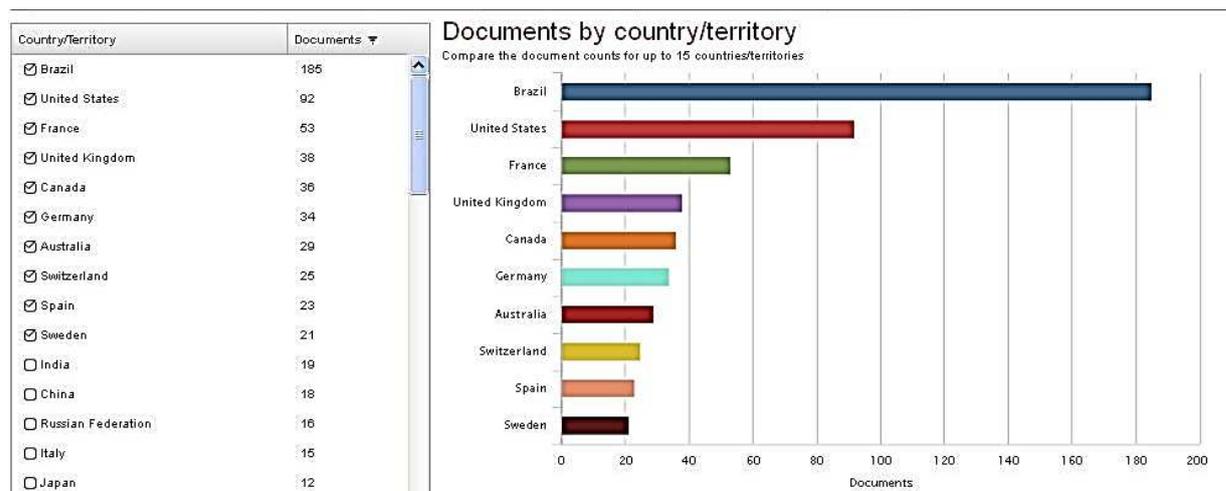


Figura 21: Número de publicações relacionados à área de estudo em relação ao país de autoria. Fonte: Scopus. 2016

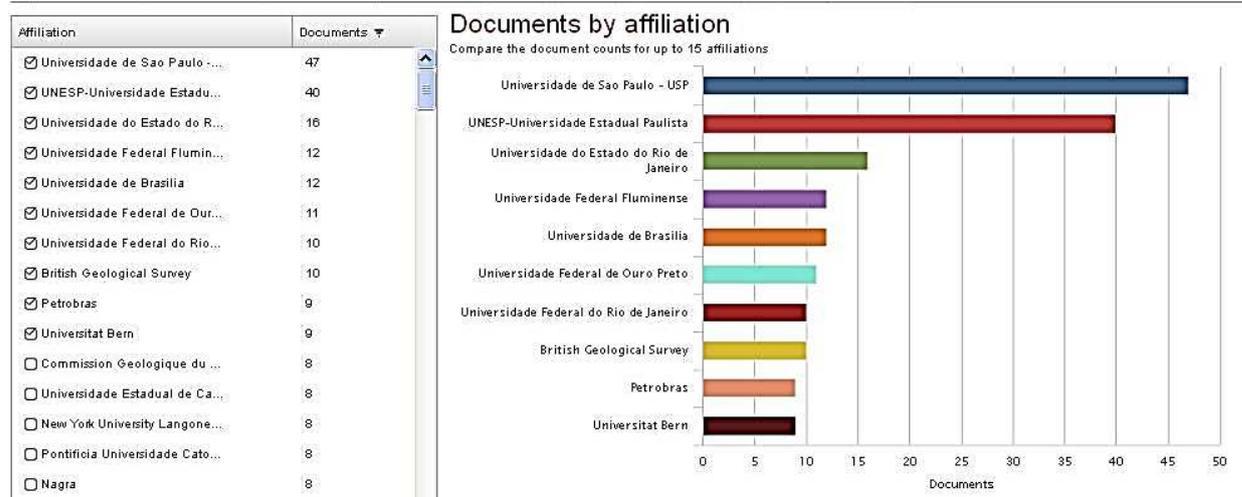


Figura 22: Número de publicações por instituições de pesquisa. Fonte: Scopus. 2016

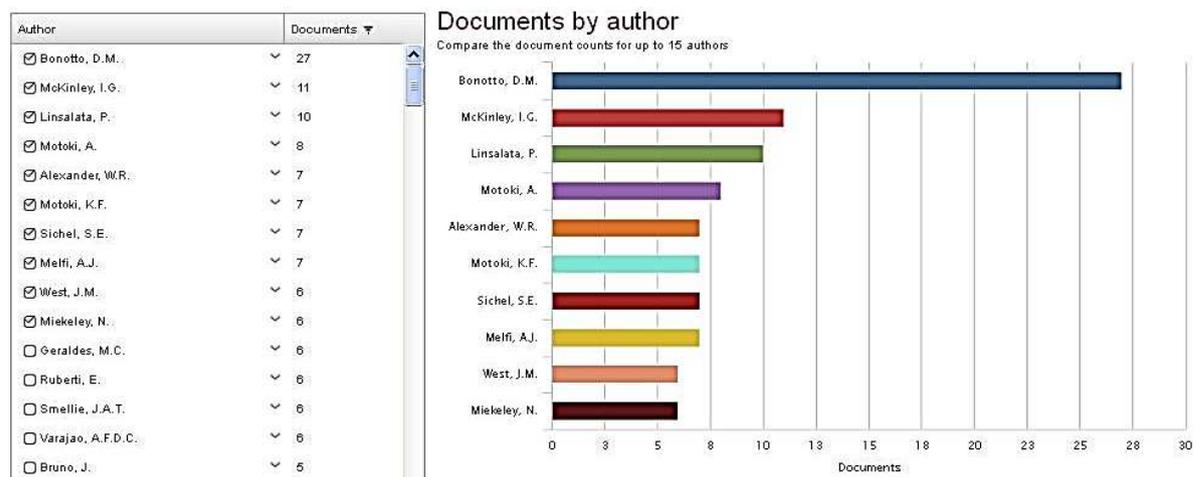


Figura 23: Número de publicações segundo os principais autores. Fonte: Scopus. 2016

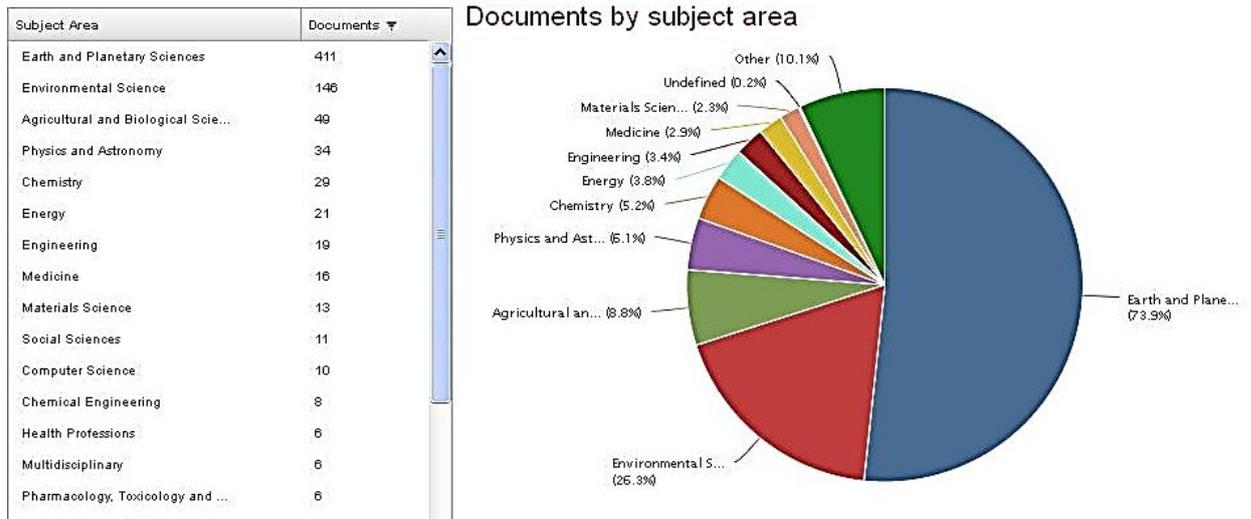


Figura 24: Publicações por área de conhecimento. Fonte: Scopus, 2016

Equação de busca 2: Os descritores de busca utilizados na base de dados foram (TITLE-ABS-KEY (poços de caldas) AND TITLE-ABS-KEY (geology)) AND (LIMIT-TO (SUBJAREA, “EARTH AND PLANETARY SCIENCY”) OR LIMIT-TO (SUBJAREA, “ENVIRONMENTAL SCIENCE”): Sete resultados estão apresentados nas figuras 25 a 31:

Esta equação tinha limitado a busca em dois modos: (TITLE-ABS-KEY e LIMIT-TO), o primeiro TITLE-ABS-KEY restringe a busca apenas para títulos, resumos e palavras-chave de pesquisa; já o segundo (LIMIT-TO) limita a busca com na área de pesquisa determinada: Ciências Da Terra e Planeta (Earth and Planetary Sciences) e Ciência do Meio Ambiente (Environment Science). Segue as análises dos gráficos, que representam o ano de publicação no intervalo de 1988 – 2014. Destaca-se nesta equação a Universidade de São Paulo e autores como *dos Santos* e Lapidou Loureiro.

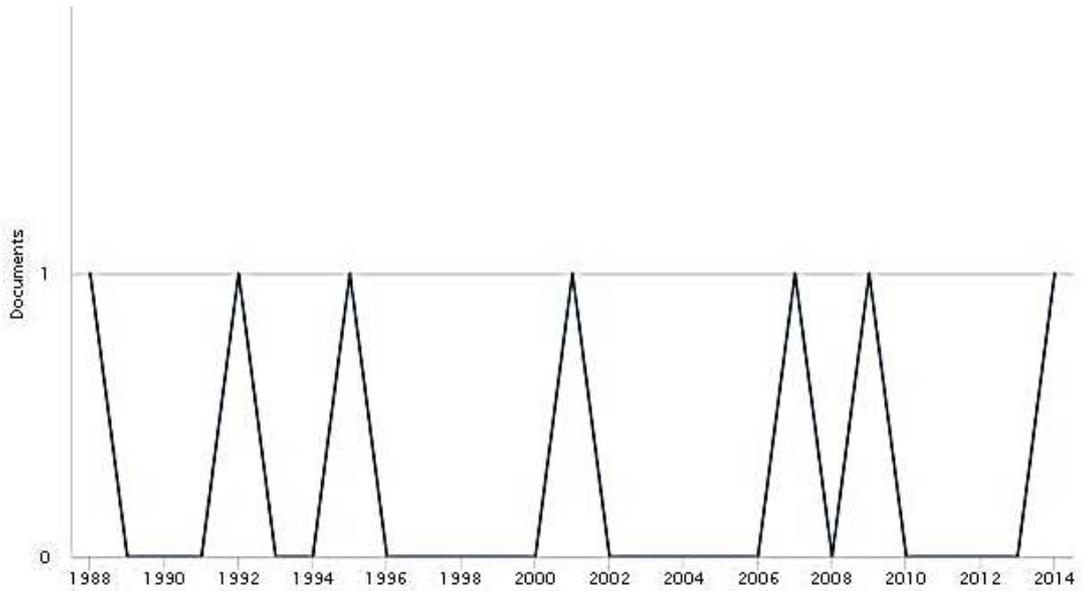


Figura 25: Produção científica em relação ao ano de publicação. Fonte: Scopus. 2016

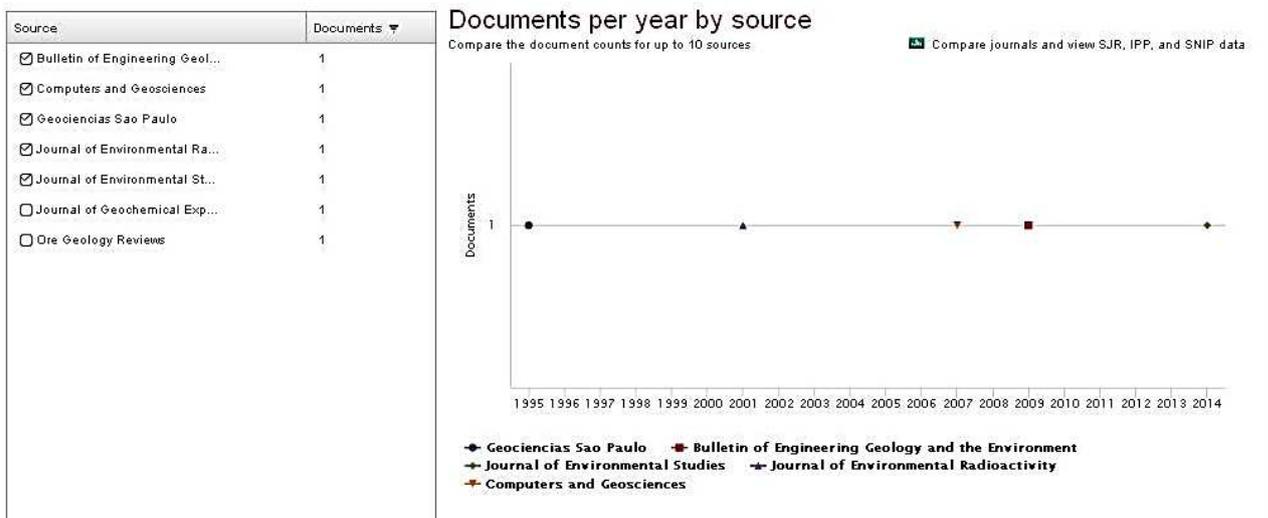


Figura 26: Documentos selecionados por local de publicação, por ano. Fonte: Scopus. 2016

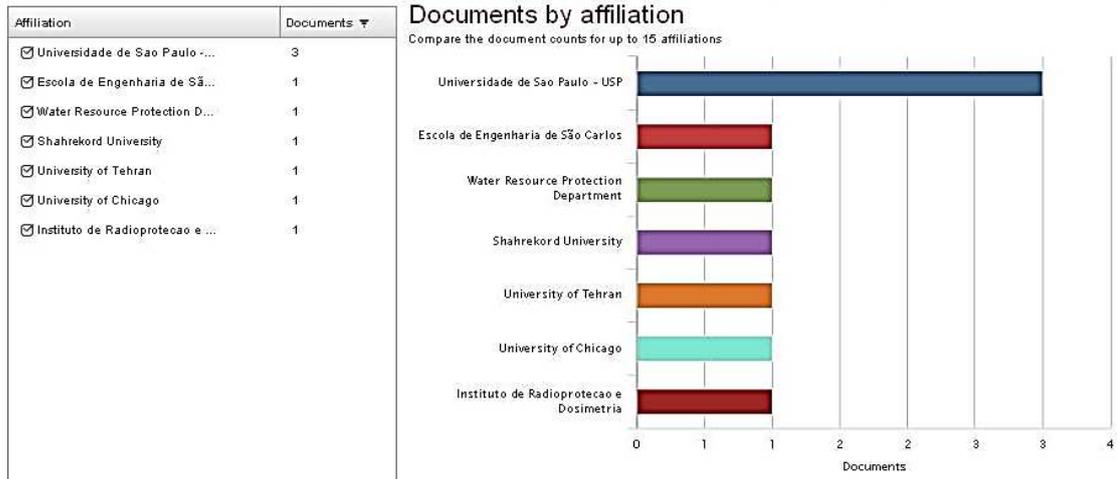


Figura 27: Documentos selecionados segundo a filiação dos autores. Fonte: Scopus. 2016

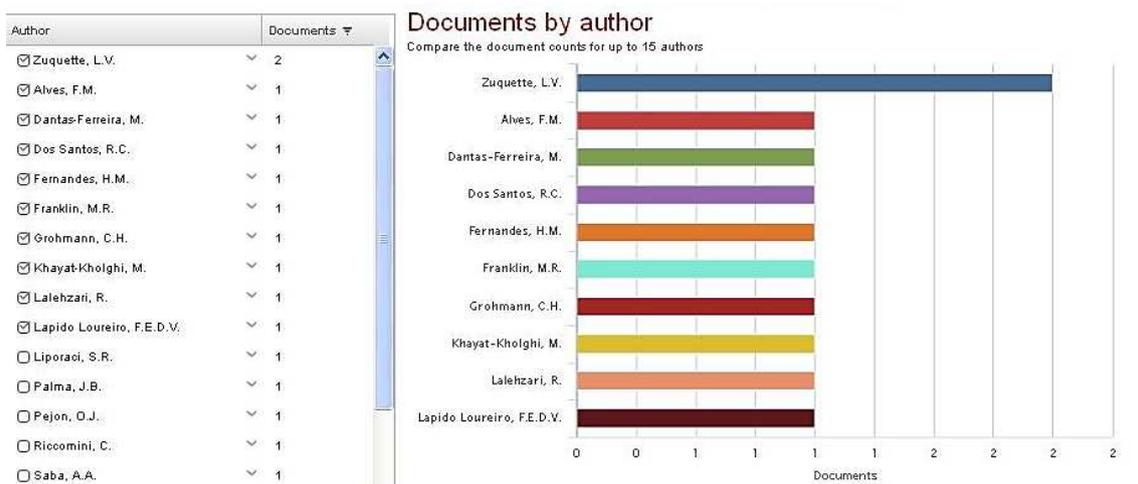


Figura 28: Documentos selecionados segundo os autores. Fonte: Scopus. 2016

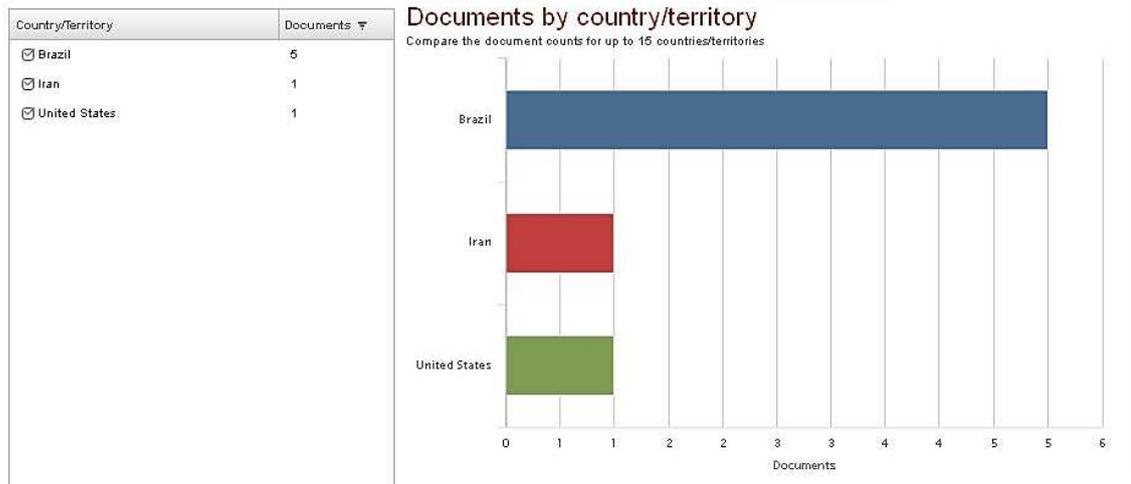


Figura 29: Documentos selecionados segundo critério de país de produção. Fonte: Scopus. 2016

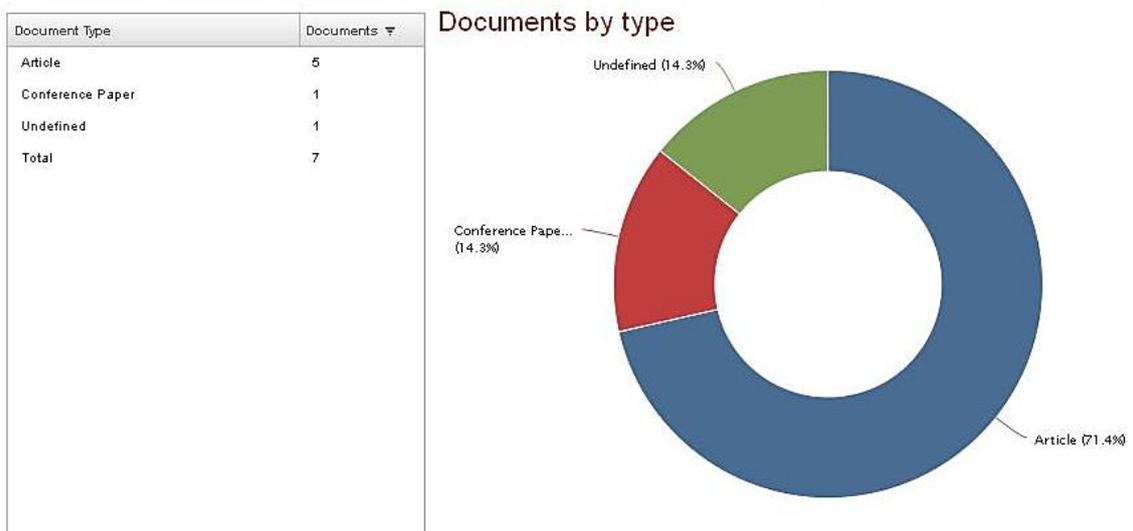


Figura 30: Documentos selecionados segundo o tipo de publicação. Fonte: Scopus. 2016

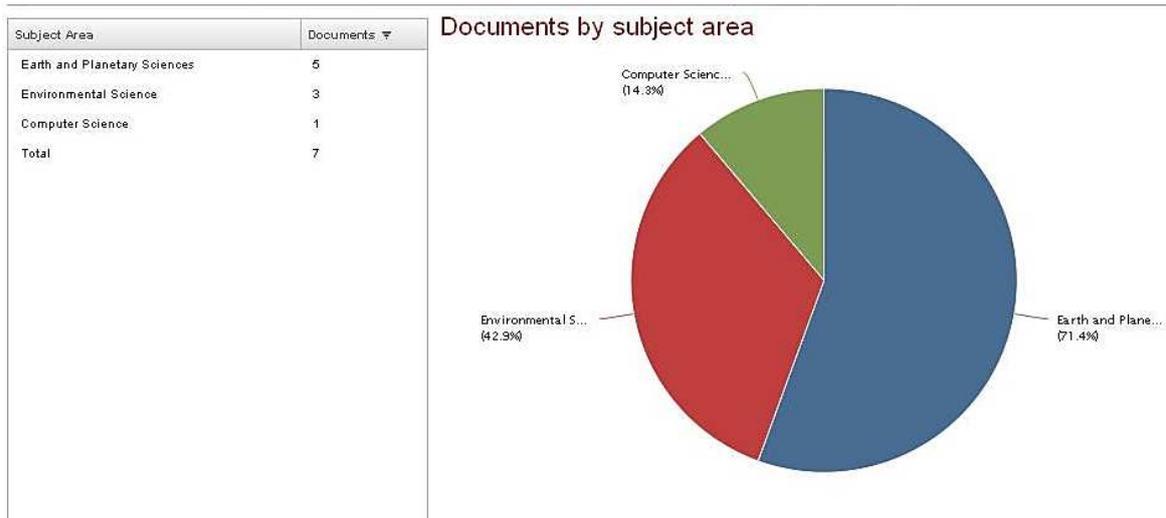


Figura 31: Documentos selecionados por área de pesquisa. Fonte: Scopus, 2016.

Equação de busca 3: (TITLE-ABS-KEY (**poços de caldas**) AND TITLE-ABS-KEY (**environment**)) OR (TITLE-ABS-KEY (**sustainability**)) 33 resultados.

Nesta outra equação procurou-se em TITLE-ABS-KEY que restringe a busca apenas para títulos, resumos e palavras-chave de pesquisa. A busca pelo tema: **poços de caldas**; e (AND) **Meio Ambiente ou Sustentabilidade** (Environment OR sustainability) nesta busca achamos 33 resultados. – Figuras de 32 a 37:

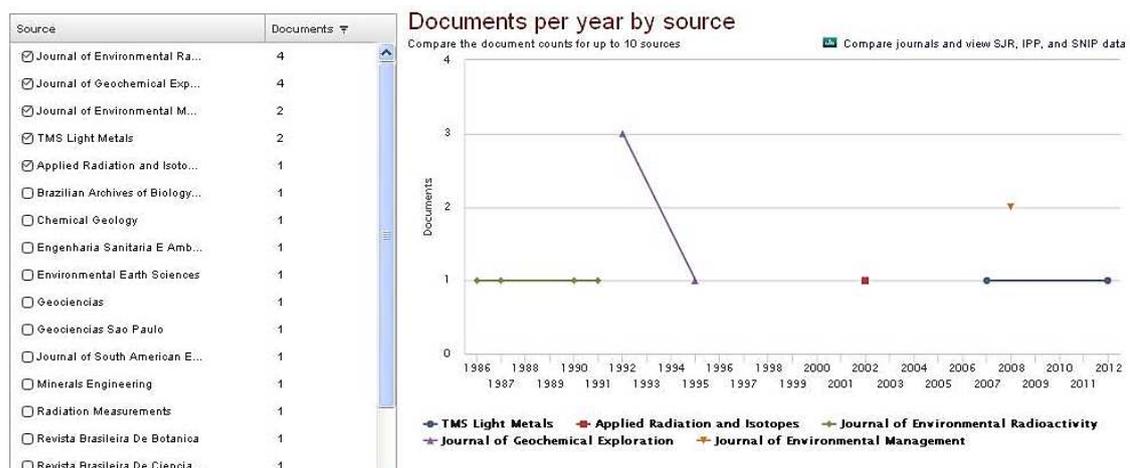


Figura 32: Documentos selecionados segundo o ano e local de publicação. Fonte: Scopus, 2016

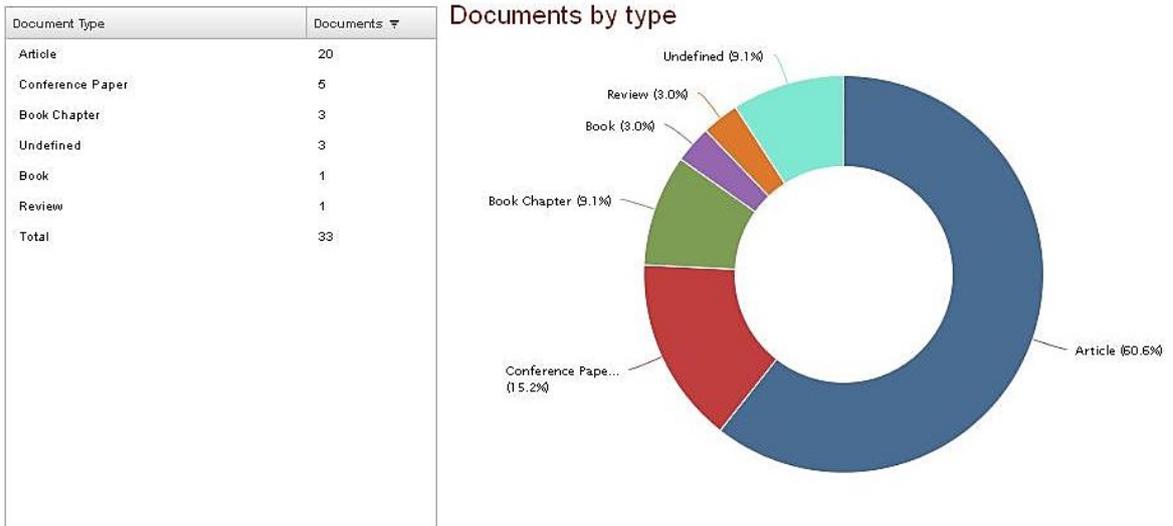


Figura 33: Documentos selecionados segundo o tipo de publicação. Fonte: Scopus 2016.

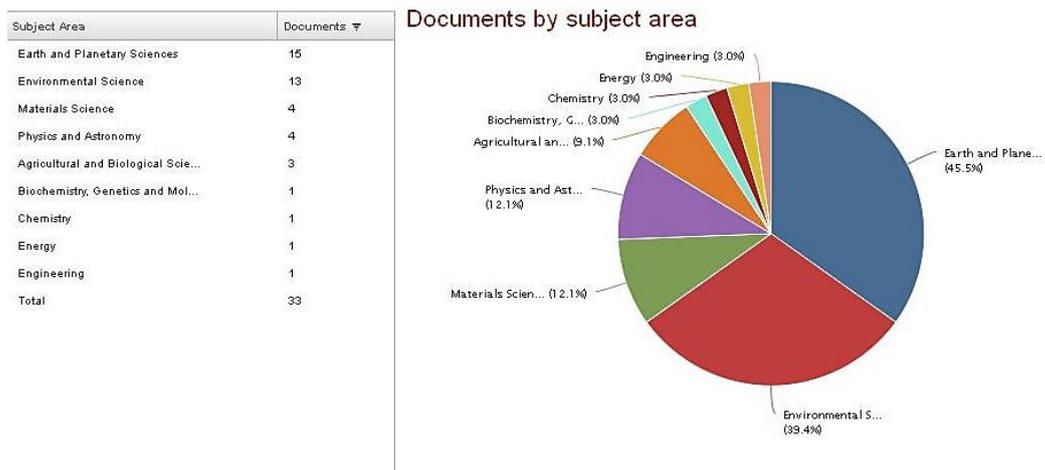


Figura 34: Documentos selecionados segundo a área de pesquisa. Fonte: Scopus 2016.

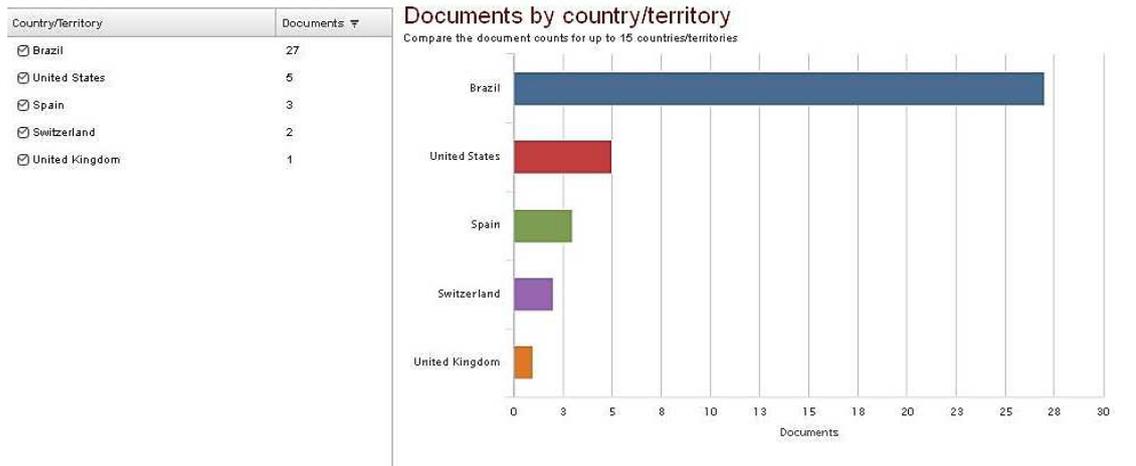


Figura 35: Documentos selecionados por país de publicação. Fonte: Scopus 2016

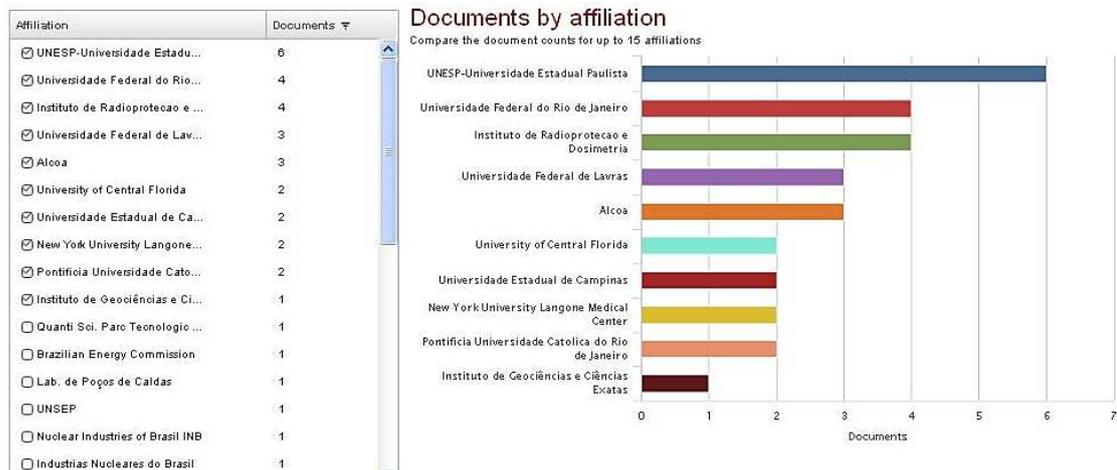


Figura 36: : Documentos selecionados por filiação dos autores. Fonte: Scopus. 2016

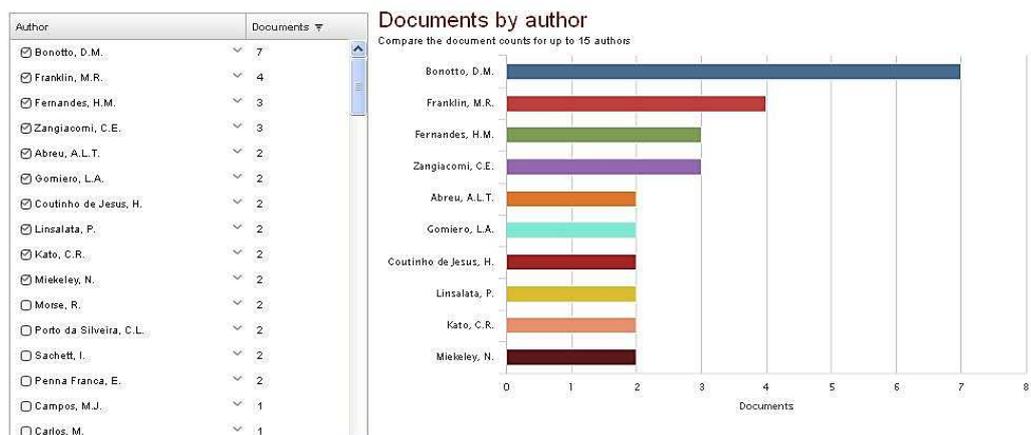


Figura 37: Documentos selecionados por autor da publicação. Fonte: Scopus. 2016

Equação de busca 4: (TITLE-ABS-KEY (**poços de caldas**) AND TITLE-ABS-KEY (**geodiversity**)) OR (TITLE-ABS-KEY (**geoconservation**) OR (TITLE-ABS-KEY (**geoheritage**)). **Não consta pesquisa desta natureza;** este resultado justifica a pesquisa e sua importância;

4.4. Etapa 3: Bibliografia Fundamental

A bibliografia fundamental é a fonte de pesquisa. Ocorre nesta literatura a prospecção dos geossítios da lista potencial e de onde a maioria das informações, referências e mapas foram extraídos para composição desta pesquisa.

- ELLERT R. Contribuição à Geologia do Maciço Alcalino de Poços de Caldas. Tese (Doutorado) Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras. Universidade de São Paulo. 1959
- ELLERT, R.; BJÖRNBERG, A.J.C.; COUTINHO J.M.V. 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. 1958.

Contribuição à Geologia do Maciço Alcalino de Poços de Caldas, é um trabalho de doutoramento de Reinholt Ellert (1959) que apresenta uma compreensão detalhada da geologia do maciço alcalino de Poços de Caldas. O levantamento geológico, contou com mais de 2.000 afloramentos que foram transcritos em mapeamento na escala de 1:50.000.

- FRAYHA, R. (1962). **Urânio e Tório no Planalto de Poços de Caldas**. DNPM.

Arquivo de relatório do DNPM. Constam desta obra locais, sessões radiométricas e perfis geológicos de cada jazida de urânio e tório do Planalto, além de um mapa regional.

- TOLBERT, G. E. **The uraniferous zirconium deposits of the Poços de Caldas Plateau**, Brazil. U.S. Geol.Surv. Bull. 1185-C, 28 p. 1966.

Gene E. Tolbert (1956) foi um dos geólogos que colaborou nas pesquisas de jazidas uraníferas de Poços de Caldas para avaliar o potencial uranífero, uma pesquisa preparada pelo U.S Atomic Energy em cooperação com a Comissão de Energia Nuclear Brasileira. Os resultados são apresentados nesta publicação, em que o autor discute as características gerais

das jazidas, apresentando detalhes sobre 25 locais favoráveis, com avaliações sobre possibilidade e dados sobre teores de Zr e U associados a intrusões circulares; são apresentados mapas de anomalias e recomendações sobre as áreas.

- WEDOW, JR. H. **The Morro do Ferro thorium and rare-earth ore deposit, Poços de Caldas district, Brazil.** U.S. Geol.Surv. Bull., 1185-D, 34p. 1967.

Helmuth Wedon Jr estudou os elementos terras-raras e tório nas rochas do Morro do Ferro em Poços de Caldas. Segundo esta pesquisa, estes elementos estão associados a um “stockwork” de magnetita cortando as rochas alcalinas. Este depósito foi descoberto em 1953 por uma pesquisa de terreno em áreas com alto índice de radioatividade durante levantamentos aéreos no planalto de Poços de Caldas, levantamento aerocintilométrico promovido pelo DNPM. Em 1955 começou a exploração econômica propriamente dita, depois de um trabalho realizado por furos de sondagem e prospecção geológica da área. Este trabalho contém 33 páginas e um detalhamento importante sobre as ocorrências e depósitos minerais.

- GORSKY V. A. & GORSKY E. Contribuição a mineralogia e petrografia do Planalto de Poços de Caldas. Com. Nac. Energ. Nucl. Rio de Janeiro, Bol. 13. 93 p. 1974.

Contribuição à Mineralogia e Petrografia do Planalto de Poços de Caldas é um documento de noventa e três páginas que trata do conceito de prospecção mineral radioativa e estudos geológicos através do trabalho científico de V. A. Gorsky e E. Gorsky, durante o período de 1960-1973. No trabalho encomendado pela Comissão Nacional de Energia Nuclear ao casal Gorsky, em 1974, é publicado o Boletim nº 13 que contém 71 análises mineralógica-petrográficas que representa um material condensado que revela a importância relativa deste material, mostrando zonas, setores e lugares referentes a localização das amostras descritas. Em relação à geologia, diferencia-se sob o efeito da adição de estudos sobre caldacito e áreas complexas de alteração hidrotermal e mineralização uranífera nas áreas Agostinho, Taquari e Cercado.

- ULBRICH, H.H.G.J. **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. 1984

Este trabalho refere-se aos nefelina sienitos do distrito (143 km²), descritas pelo autor como rochas monótonas do ponto de vista mineralógico e que devem sua diversidade a

variações na textura e nos teores de minerais acessórios. Esta característica permitiu o mapeamento faciológico detalhado das rochas faneríticas, diferenciando-se no distrito mais de 54 fácies de nefelina sienitos diferentes, distribuídos em mais de 43 corpos ígneos distintos. A manifestação mais importante é o conjunto faciológico dos chamados "nefelina sienitos da Pedreira", aflorando como faixa central contínua por mais de 80 Km. A obra destaca-se pela capacidade técnica de elaboração da descrição petrográfica e pelo relatório bibliográfico.

- **CETEC. Avaliação hidrogeológica e hidroquímica dos arredores de Poços de Caldas.** Fundação Centro tecnológico de Minas Gerais. Belo Horizonte, 1987.

Este relatório foi encomendado pelo Serviço Termal da Prefeitura Municipal de Poços de Caldas e executado durante os anos de 1986/87 pela Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais, que elaborou a proposta-projeto de avaliação hidrogeológica e hidrogeoquímica dos arredores da cidade de Poços de Caldas, com ênfase nos aspectos de qualidade das águas e às possibilidades de contaminação dos recursos hídricos subterrâneos. Do ponto de vista hidrogeológico, é o trabalho que contém o maior detalhamento sobre as águas de Poços de Caldas, com 137 páginas.

- **GARDA, G. M; A alteração hidrotermal no contexto da evolução geológica do maciço alcalino de Poços de caldas.** Dissertação. Universidade de São Paulo. 1990.

A autora descreve em sua pesquisa as alterações hidrotermais que estão associadas as mineralizações de U, Zr e Mo do Planalto de Poços de Caldas, predominantemente localizadas na região centro-sul na chamada *estrutura circular centro-leste*; quase um quarto do total da área do maciço considerado incomum se comparado com outros maciços. A alteração hidrotermal é responsável por transformar os nefelinas sienito em illita e pela reconstituição textural do feldspato potássico que se apresenta em aspecto pulverulento com inclusões de óxidos de Fe.

- **HIRATA. UNESP. 2009. Caracterização geotécnica com base na compartimentação fisiográfica.** Aplicação em Poços de Caldas

O estudo apresenta uma comparação entre os terrenos alcalinos e cristalinos de uma área inserida dentro do município de Poços de Caldas (MG), para que a expansão urbana seja feita de forma adequada ao meio físico. A área escolhida tem 52km², compreendendo parte da zona rural e urbana em terrenos com contrastes geológicos e geomorfológicos marcantes. Atualmente, a cidade tem pouco mais de 130 mil habitantes e o Plano Diretor data do ano de 1993, revelando a necessidade de estudos voltados a atender não só os residentes, mas

também os turistas com infraestrutura adequada. Nos últimos 40 anos houve um incremento populacional de aproximadamente 200% devido ao fato de a cidade ter se tornado um polo com oportunidades de emprego em empresas de mineração e de turismo. Dessa maneira, o trabalho adota o método proposto por Vedovello (2000), baseado na Compartimentação Fisiográfica de Terrenos (UBCs) com abordagem integrada (Land Systems) elaborada a partir de produtos de sensoriamento remoto (fotos aéreas). Realizada a compartimentação, foram efetuadas campanhas de campo para que os limites das unidades propostas fossem checados. Para isso, foram observados perfis de alteração de solo, assim como suas espessuras e materiais presentes. Suas associações com a topografia deram um diagnóstico de seus comportamentos ante a solicitação humana. Os resultados principais desse trabalho são uma Carta Geológico-Geotécnica e uma tabela de classificação entre as unidades definidas. Assim sendo, foram apresentadas as potencialidades e limitações para os usos e ocupação dos terrenos.

- **BONOTTO, D.M. The Poços de Caldas Hot Spot: a big blast for Nuclear Energy in Brazil.** 2010. Livro publicado pela Nova Science Publisher, Inc. New York.

Importante publicação que descreve o programa nuclear brasileiro, o fenômeno da radioatividade na região do Maciço Alcalino de Poços de Caldas, MG, com considerações sobre o modelo de evolução do maciço, a descrição das principais características geológicas e os depósitos minerais de urânio, tório e terras-raras, considerando os aspectos da radioatividade natural e ocorrência dos processos hidrotermais e intempéricos na formação dos depósitos.

- **DORANTI-TIRITAN, C. UNESP. 2013. Evolução geomórfica e modelagem termocinemática 3D na região do Planalto de Poços de Caldas. Tese de Doutorado. Universidade Estadual Paulista, Rio Claro. SP.**

A região do Planalto Sul de Minas no sudeste do Brasil é caracterizada principalmente pelos seus planaltos elevados sustentados por rochas cristalinas do Pré-Cambriano e Cambro-Ordoviciano cortados por intrusivas alcalinas do final do período Cretáceo. Nessa região a maior particularidade está na intrusão alcalina de Poços de Caldas (MAPC), que deu origem ao planalto de mesmo nome, e que vem sendo estudada há muito tempo por vários campos das ciências especialmente geológicos e geomorfológicos. A idade da intrusão é de 80 a 50Ma o que permite definir um limite temporal para os processos formadores da drenagem e das formas de relevo na região. Assim, o objetivo principal foi quantificar os processos

formadores da paisagem a partir de métodos quantitativos com a termocronologia de baixa temperatura, análise Morfométrica da rede de drenagem e a modelagem termocinemática 3D, a fim de obter dados sobre as taxas de soerguimento e erosão e sua correlação com os diferentes gradientes geotérmicos da região. Os resultados mostram que apesar da intrusão alcalina ter aquecido consideravelmente a região ela, não afetou profundamente o grau geotérmico da ZCN, o que explica as idades mais antigas. Enquanto isso a região do embasamento metamórfico a leste do MAPC (região do planalto São Pedro de Caldas), pode ter sido mais afetada pela intrusão, pois tanto seu grau geotérmico quanto seu relevo continua sendo um pouco mais elevado do que na região ZCN, explicando suas idades mais recentes. Assim conclui-se que nessa região as áreas com menores altitudes e mais frias irão preservar idades mais antigas do que as regiões mais elevadas com alto grau geotérmico.

Muitas outras obras descrevem aspectos geológicos e modelos de evolução do maciço (BUSHEE, 1971; ALMEIDA, 1977; EISENBUD et al., 1979; ULBRICH, 1984; FRAEKEL et al., 1985; MOTOKI, 1988; GARDA, 1990; SCHORSCHER e SHEA, 1992; Alves, 2003), outros descrevem os depósitos minerais e alterações hidrotermais (Brown, além dos trabalhos mais recentes que abordam a descrição do relevo (BJÖRNBERG, A.J.C.; COUTINHO J.M.V., 1958, SARDINHA et al, 2015). Sobre os aspectos da radioatividade, os trabalhos de Bonotto destacam-se pela abordagem e variedade dos aspectos metodológicos e dos dados analisados. Vários destes estão mencionados no referencial teórico apresentado na pesquisa, mas a produção é extensa e continuam-se a produzir dados sobre a região.

4.5. Etapa 4: Coleção de Cartas e Mapas

Os mapas representam o Maciço de Poços de Caldas. Eles têm em comum a busca pela representação espacial do dique anelar, outros em escala menor apresentam imagens do satélite LANDSAT em representatividades específicas. Alguns mapas utilizados nesta pesquisa são em escala local que são o caso das cartas topográficas e carta estatística do IBGE. Grande parte desta coleção de mapas está em artigos científicos.

Este conjunto de mapas (I à XXX) são imprescindíveis para o Inventário uma vez que eles permitem correlacionar nomes e jazidas à locais potenciais da geologia do ponto de vista educativo e geoturístico. Embora não seja uma coleção apenas de mapas geológicos; com

estes mapeamentos foi possível fazer um tratamento de visualização gráfica da realidade e são mapas bases para situações como a do Inventário.

No Mapa do Patrimônio Geológico do Maciço Alcalino de Poços de Caldas são empregadas técnicas digitais destas fontes. Por este motivo uma coleção de mapas aqui, serve entre outras ações, para correlacionar os eventos e mapear as áreas potenciais.

II

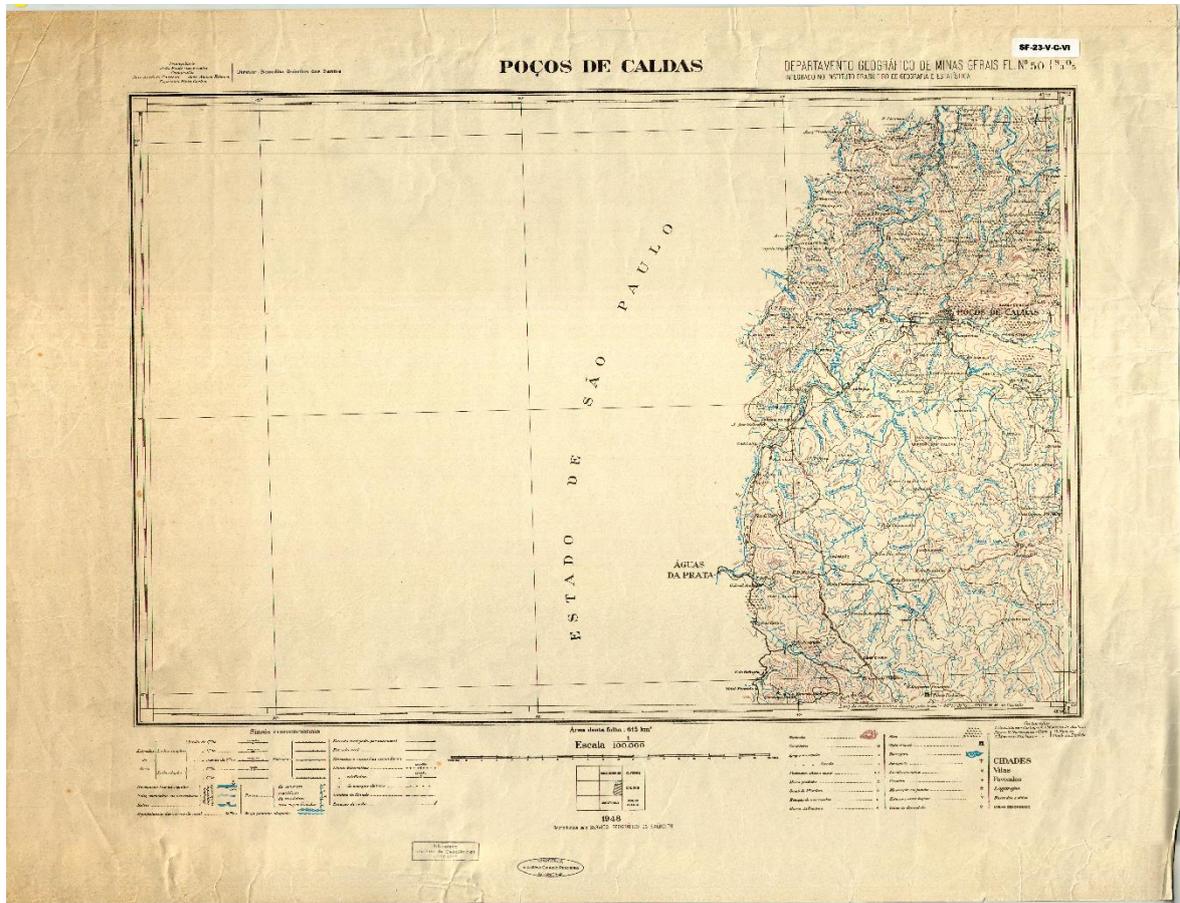


Figura 39: Poços de Caldas - Carta: 1:30.000; Departamento Geográfico de Minas Gerais; Cartográfica. 1948

V

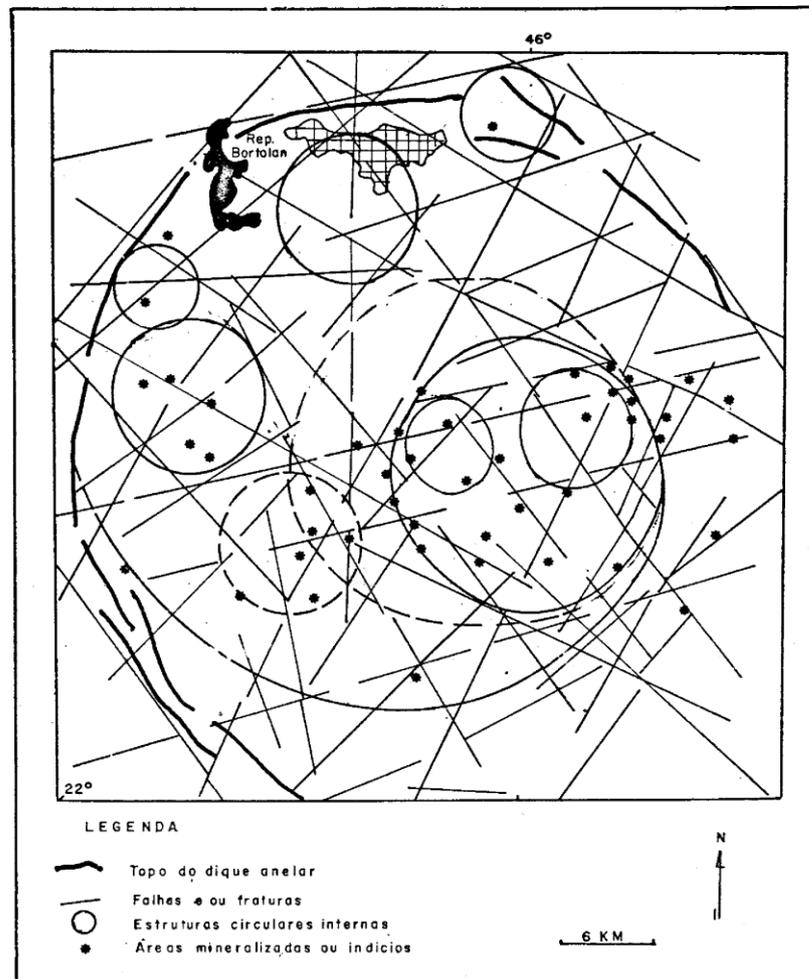


Fig. V.1 - Esboço estrutural do Maciço de Poços de Caldas, baseado em interpretações automáticas e visuais de imagens LANDSAT. Notar que a distribuição das áreas mineralizadas está fortemente condicionada às estruturas circulares internas.

Figura 42: Esboço estrutural/áreas mineralizadas condicionada às estruturas circulares internas/ Esboço Geológico PARADELLA, W. R. & ALMEIDA, F. R..Prospecção mineral radioativa. 1966/1967

VI

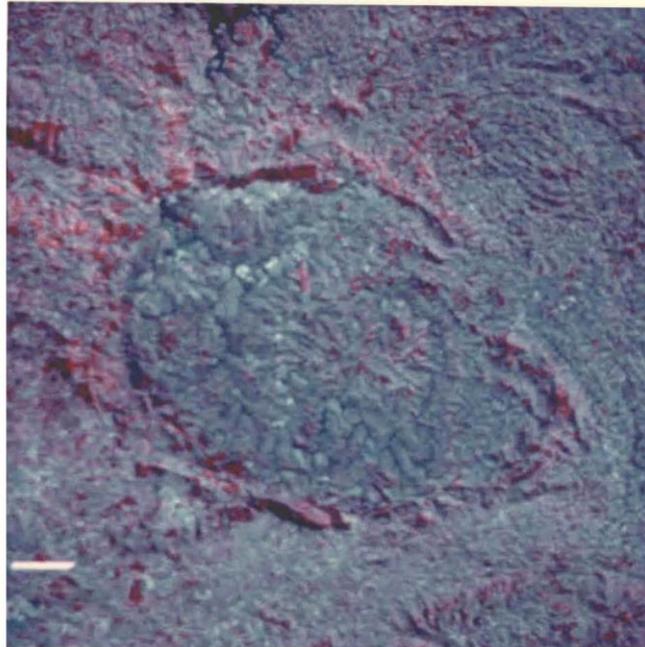


Figura 43: Composição Colorida (canal 5 e 7 LANDSAT). Imagem LANDSAT; 1:1.000.000. PARADELLA, W. R. & ALMEIDA, F. R. Prospecção mineral radioativa. 1966/1967

VIII

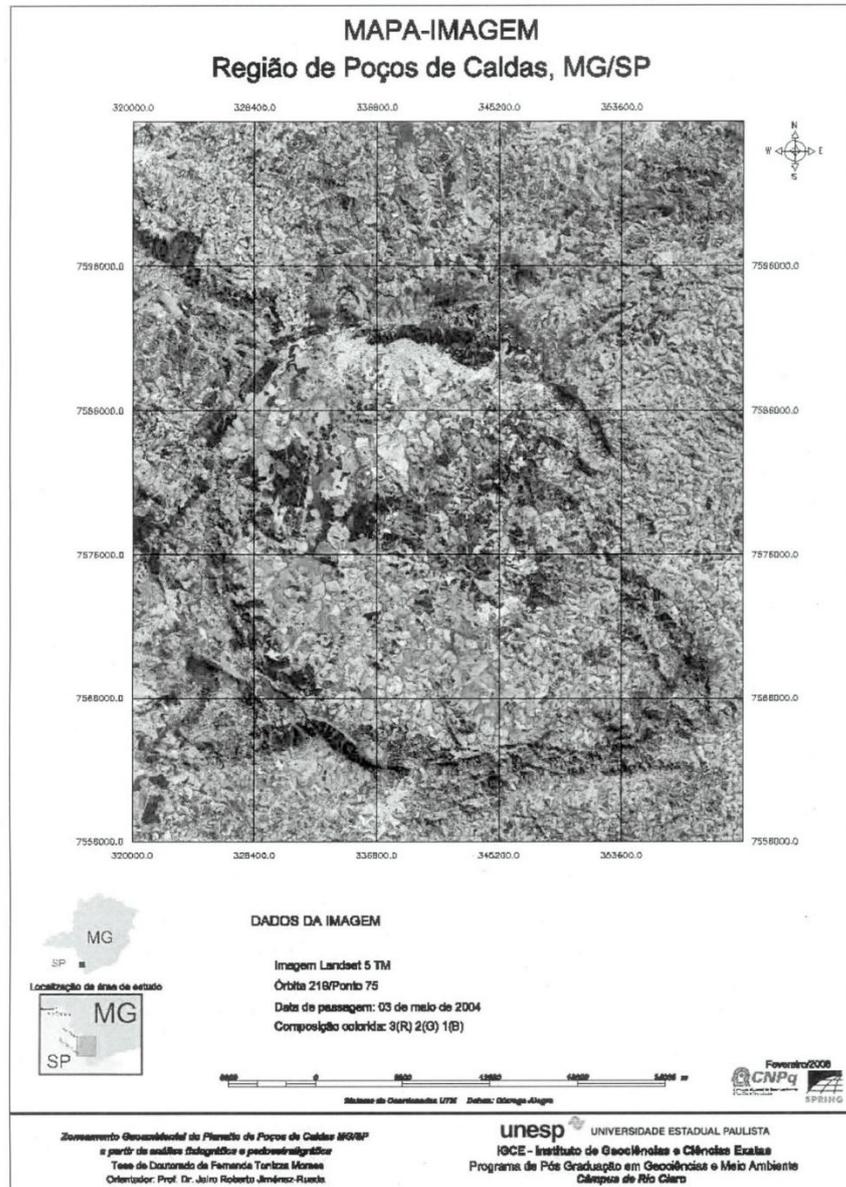


Figura 45: Região do Planalto de Poços de Caldas, LANDSAT STM (p.18); Imagem LANDSAT. MORAES E JIMENEZ-RUEDA. UNESP Científico 2007

X

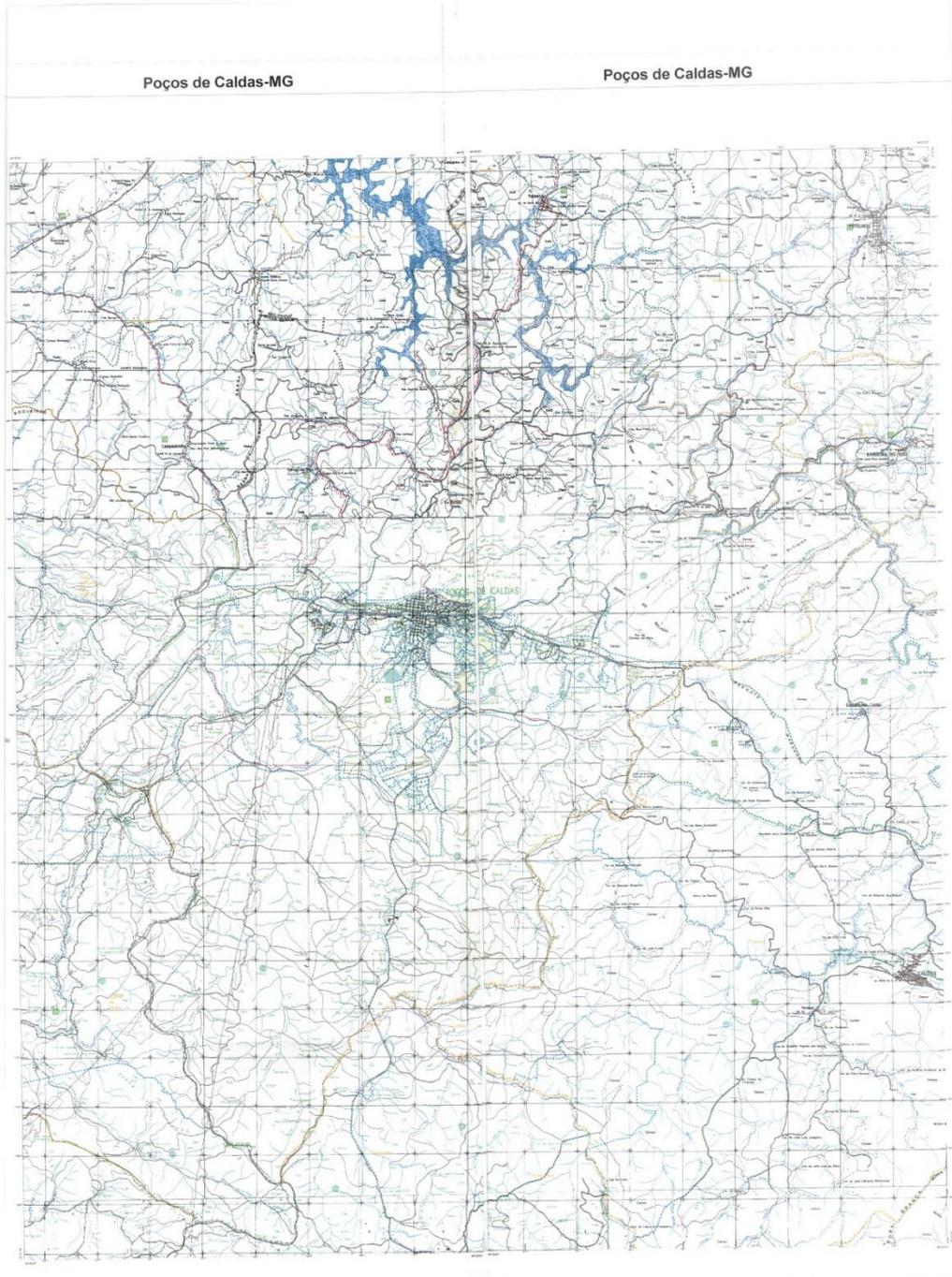


Figura 47: Mapa Estatístico de Poços de Caldas Carta Estatística 1:50.000 Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) Infográfico – Cartográfico 2010

XI

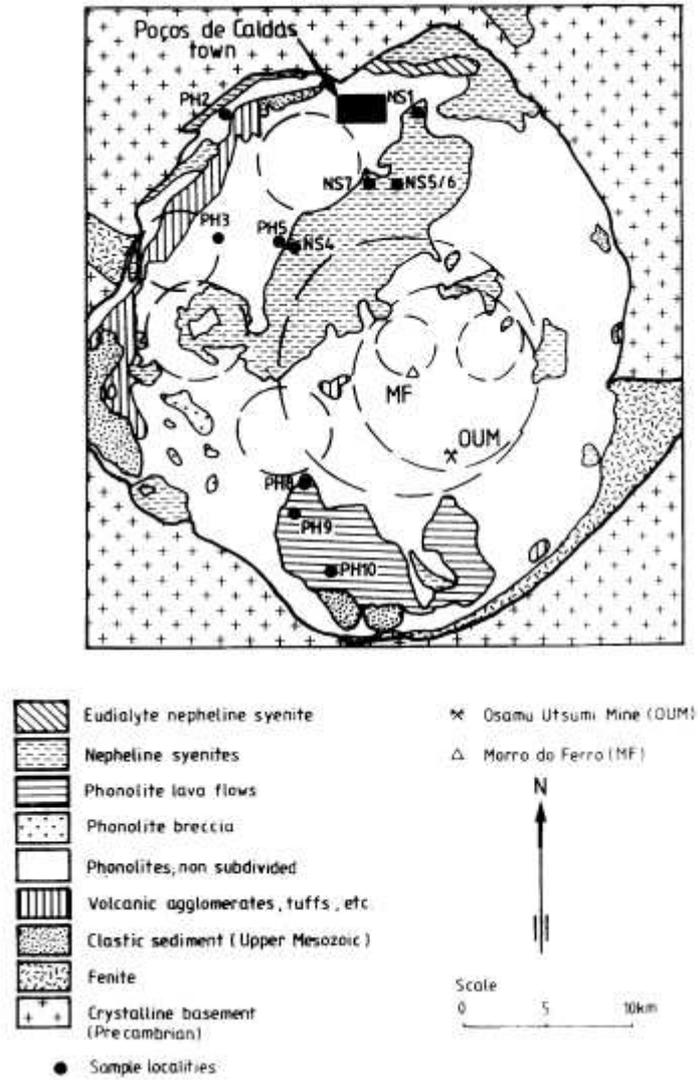


Figura 48: Mapa Geológico proposto por SCHORSCHER e SHEA, 1992

XII

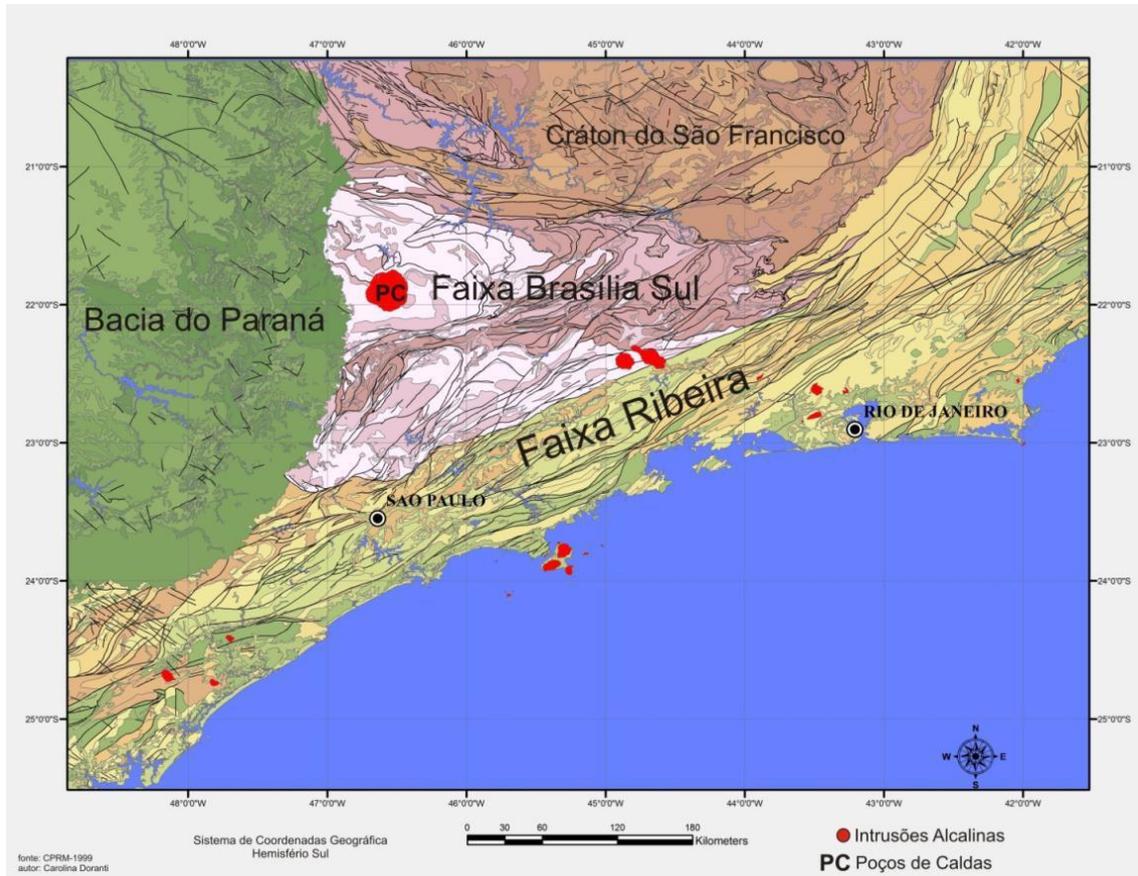


Figura 49: Mapa geológico regional (CPRM, 1999)

Mapa Geológico Simplificado. DORANTI-TIRITAN e HACKSPACHER. Científico 2013

XIII

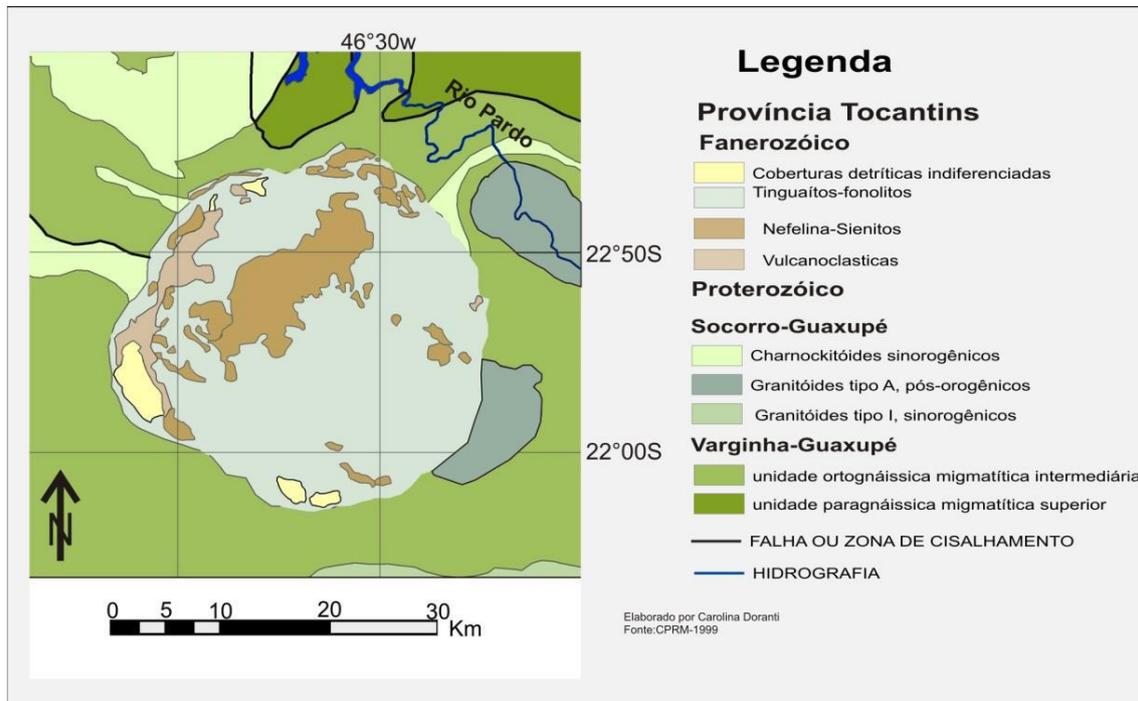


Figura 50: Mapa geológico do Maciço (modificado de ULBRICH, 1984; CPRM, 1999) (p.42). Mapa Geológico Simplificado. DORANTI-TIRITAN e HACKSPACHER. Científico, 2013.

XIV

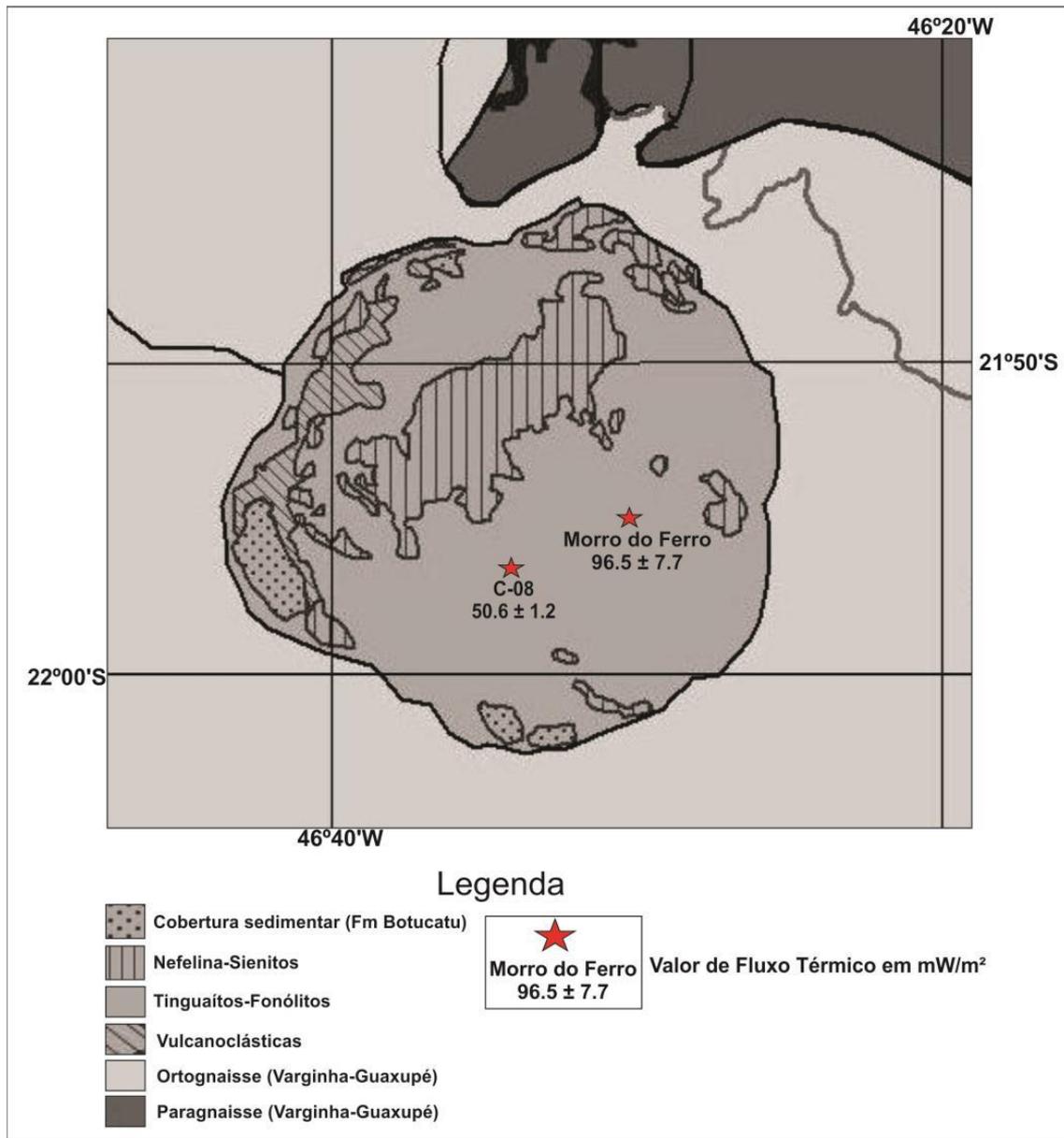


Figura 51: Mapa de valores de fluxos térmicos (Araújo - Mapa simplificado ULBRICH, 1982) (p.50). Mapa DORANTI-TIRITAN e HACKSPACHER. Científico 2013

XV

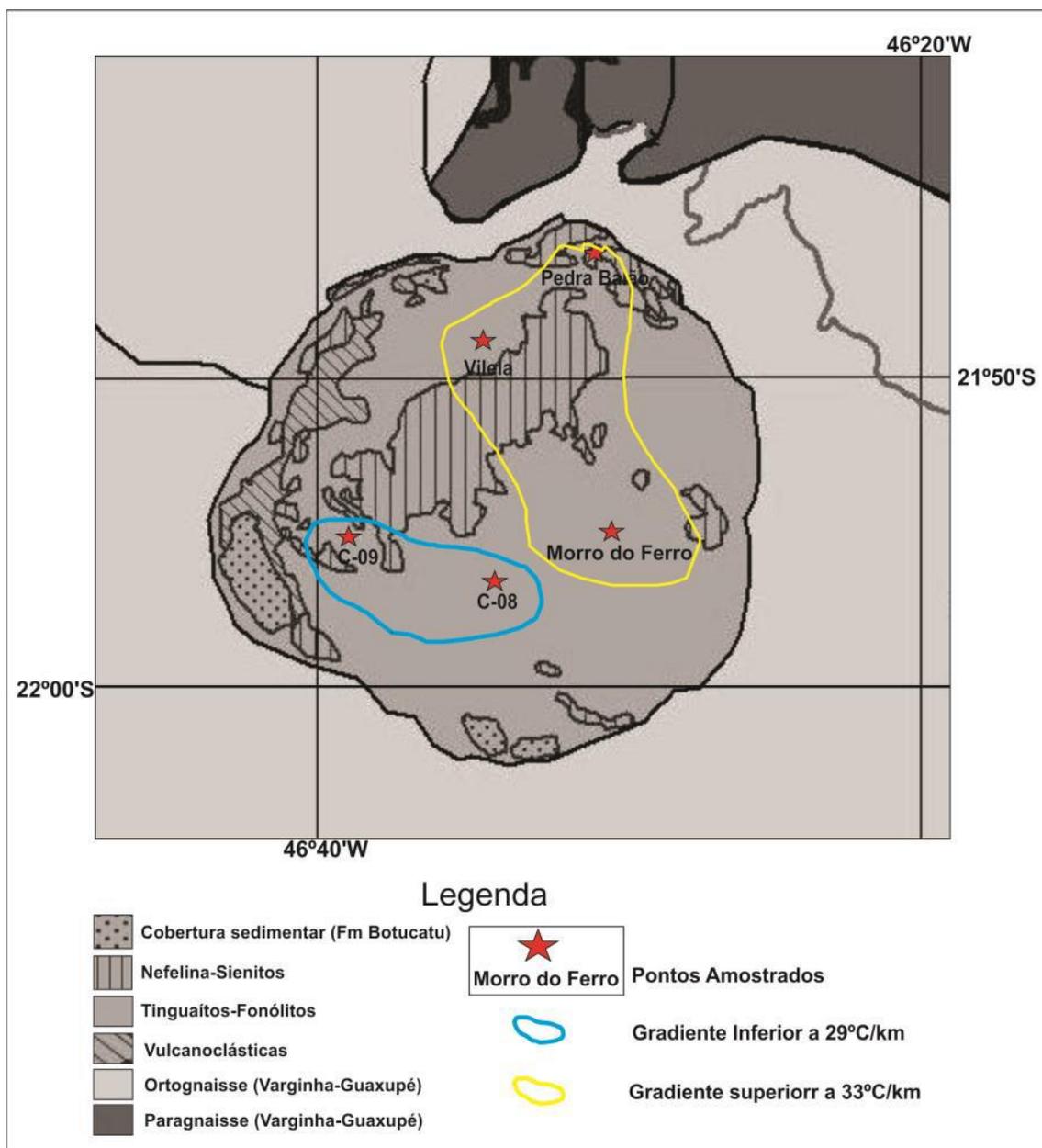


Figura 52: Mapa de gradiente geotérmico (p.52) Mapa. DORANTI-TIRITAN e HACKSPACHER. Científico 2013

XVI

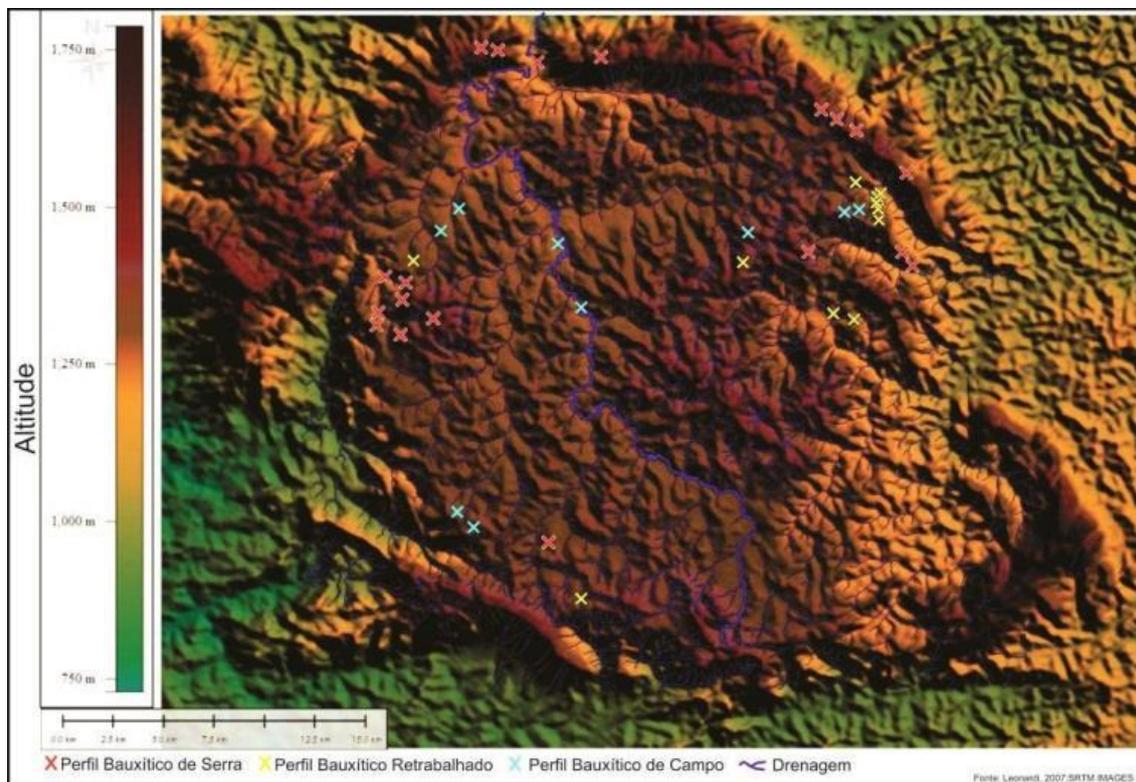


Figura 53: Mapa de distribuição dos perfis bauxítico (p.59) Mapa DORANTI-TIRITAN e HACKSPACHER. Científico. 2013

XVII

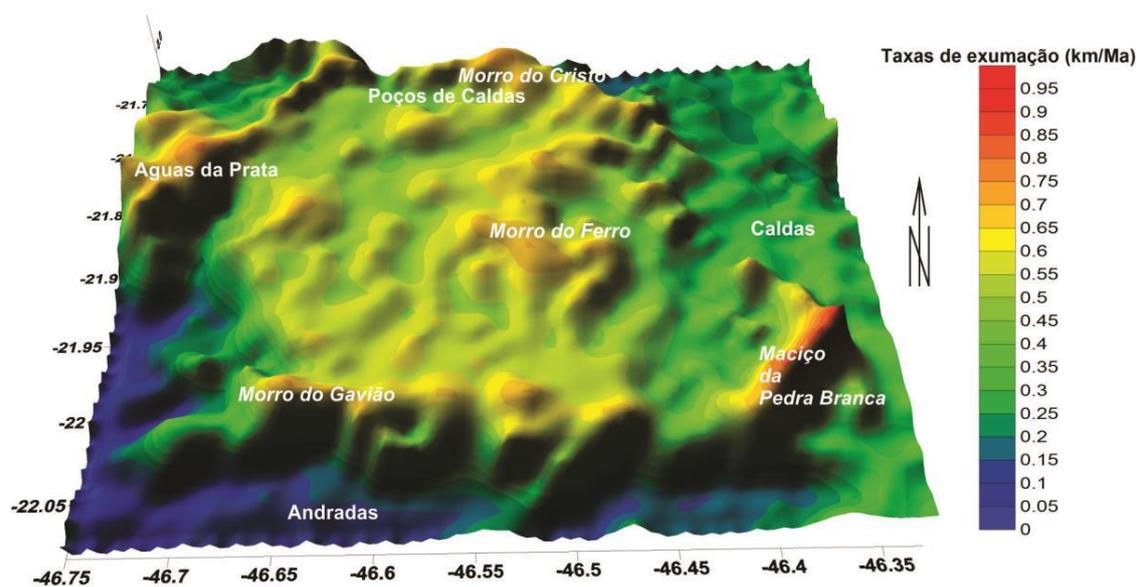


Figura 54: Modelagem 3D: Maciço Alcalino (p.120-124). Modelo Digital. DORANTI-TIRITAN e HACKSPACHER. Científico 2013

XIX

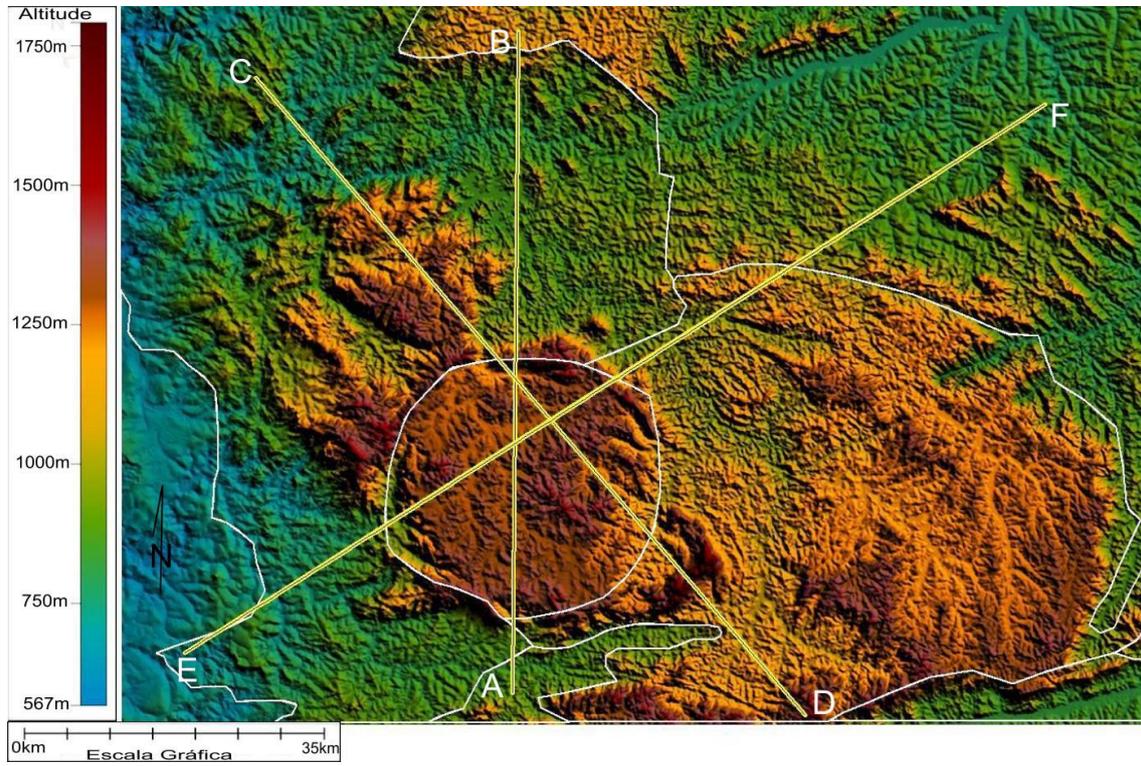


Figura 55: Mapa topográfico (p.142). Mapa DORANTI-TIRITAN e HACKSPACHER. Científico 2013

XX

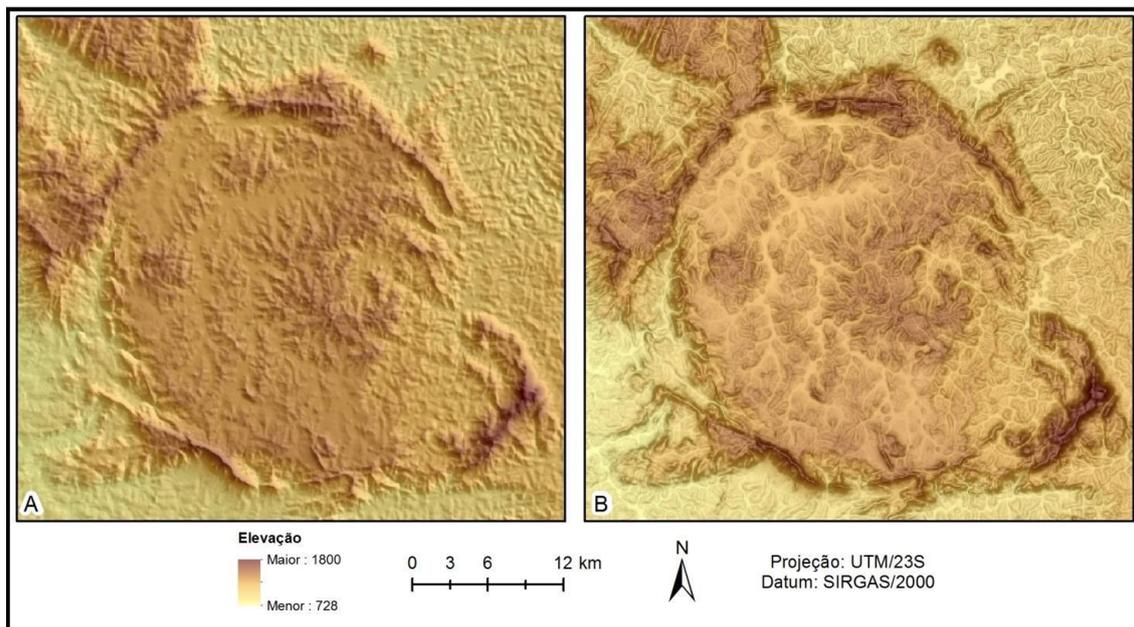


Figura 56: a) modelo digital de elevação (escala de cores) + relevo sombreado azimute 50° b) modelo digital de elevação (escala de cores) + declividade (escala de cor branco e preto). Modelo Digital TINÓS, T. M, et al. UNESP. Científico. 2014;

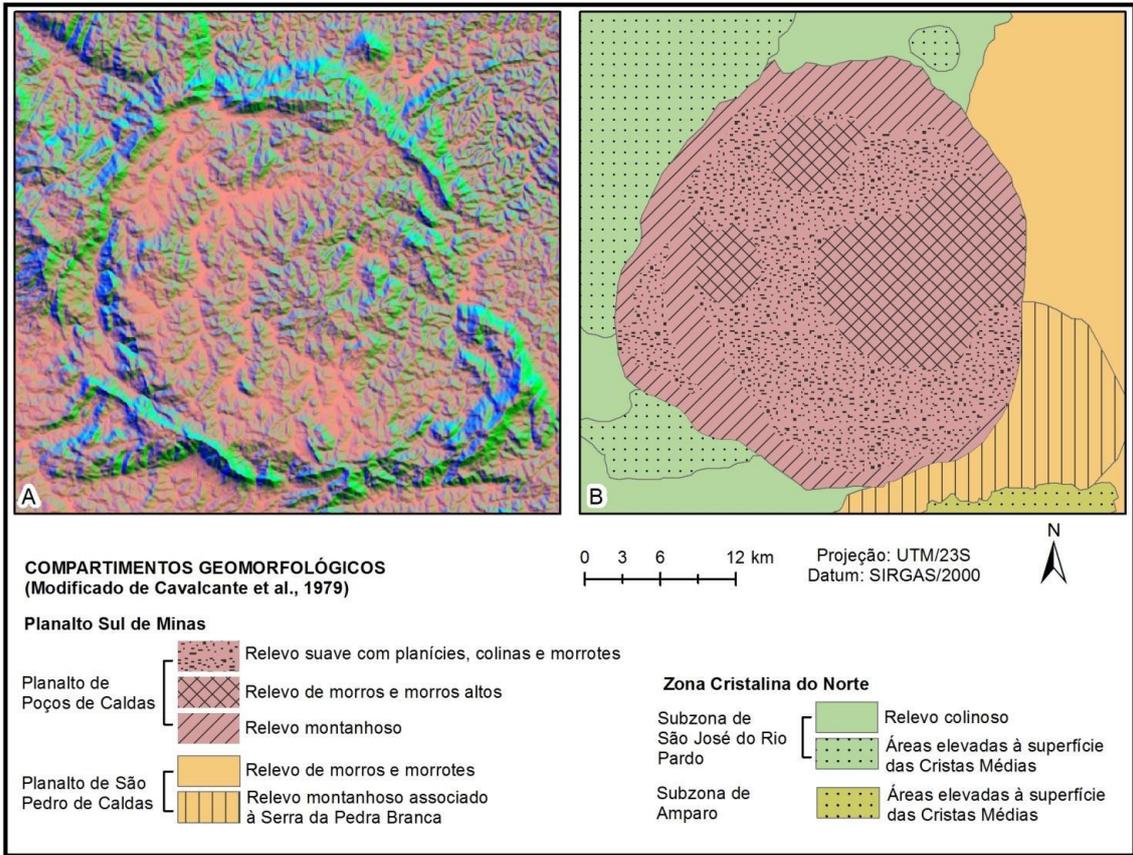


Figura 57: mapa de compartimentos delimitados Modelo Digital TINÓs, T. M., et al. UNESP. Científico. 2014

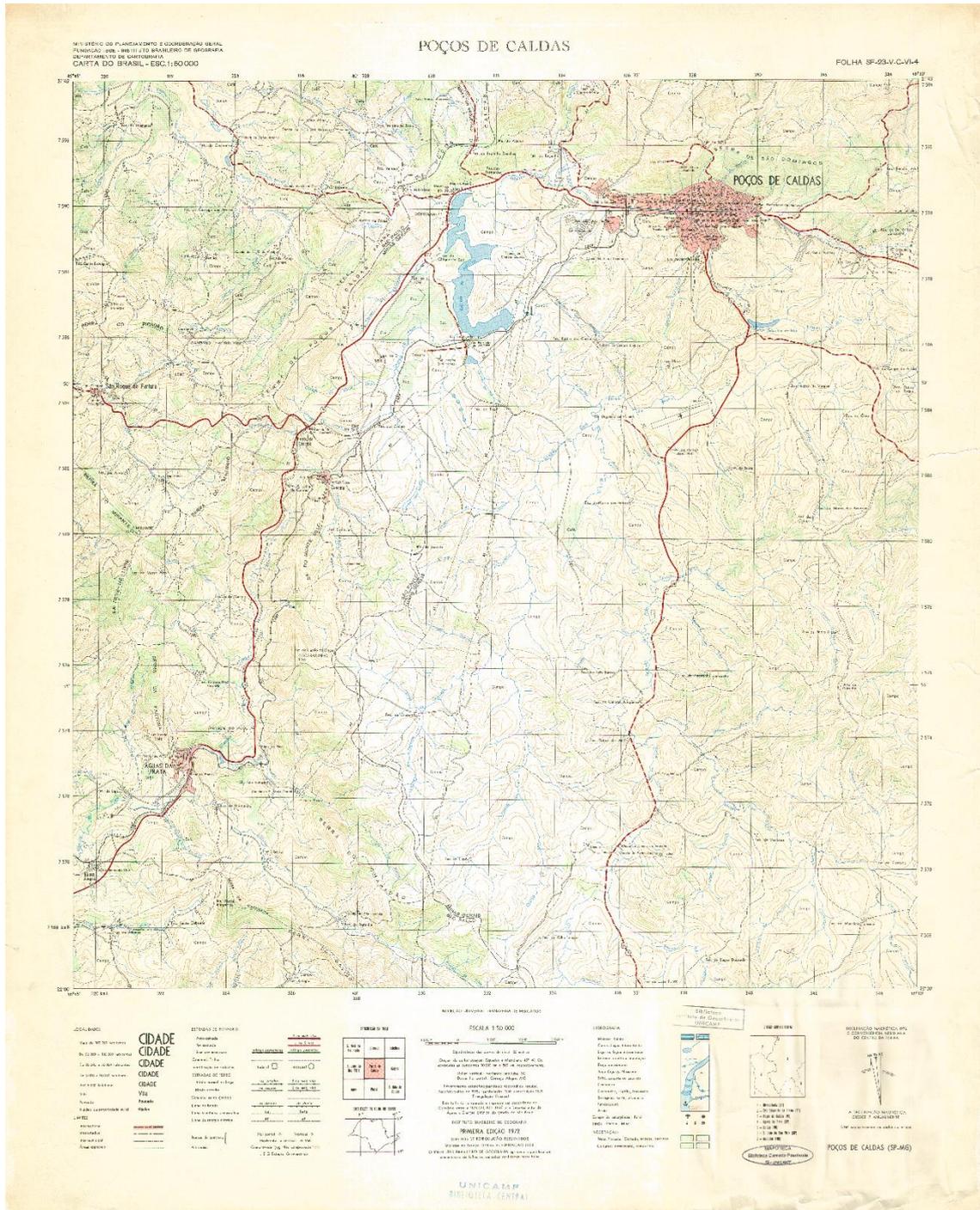


Figura 58: Poços de Caldas. Carta Topográfica; 1:50:000. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) Departamento de Cartografia Cartográfica. 1972

XVIII

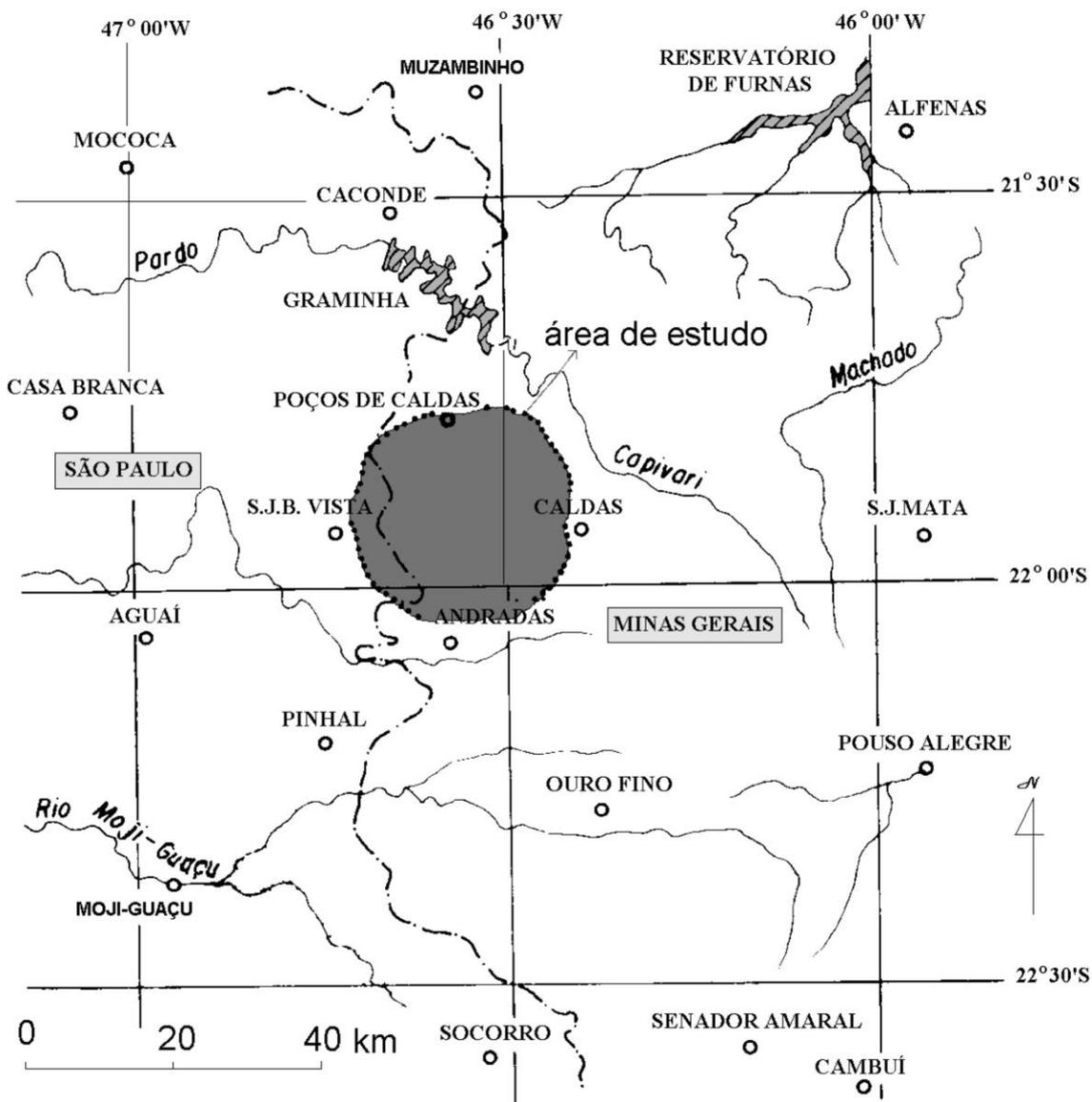


Figura 59: Mapa de localização (modificado de ETCHEBEHERE et al.) (1992) Mapa MOREIRA et al. UFRGS. Científico 2007.

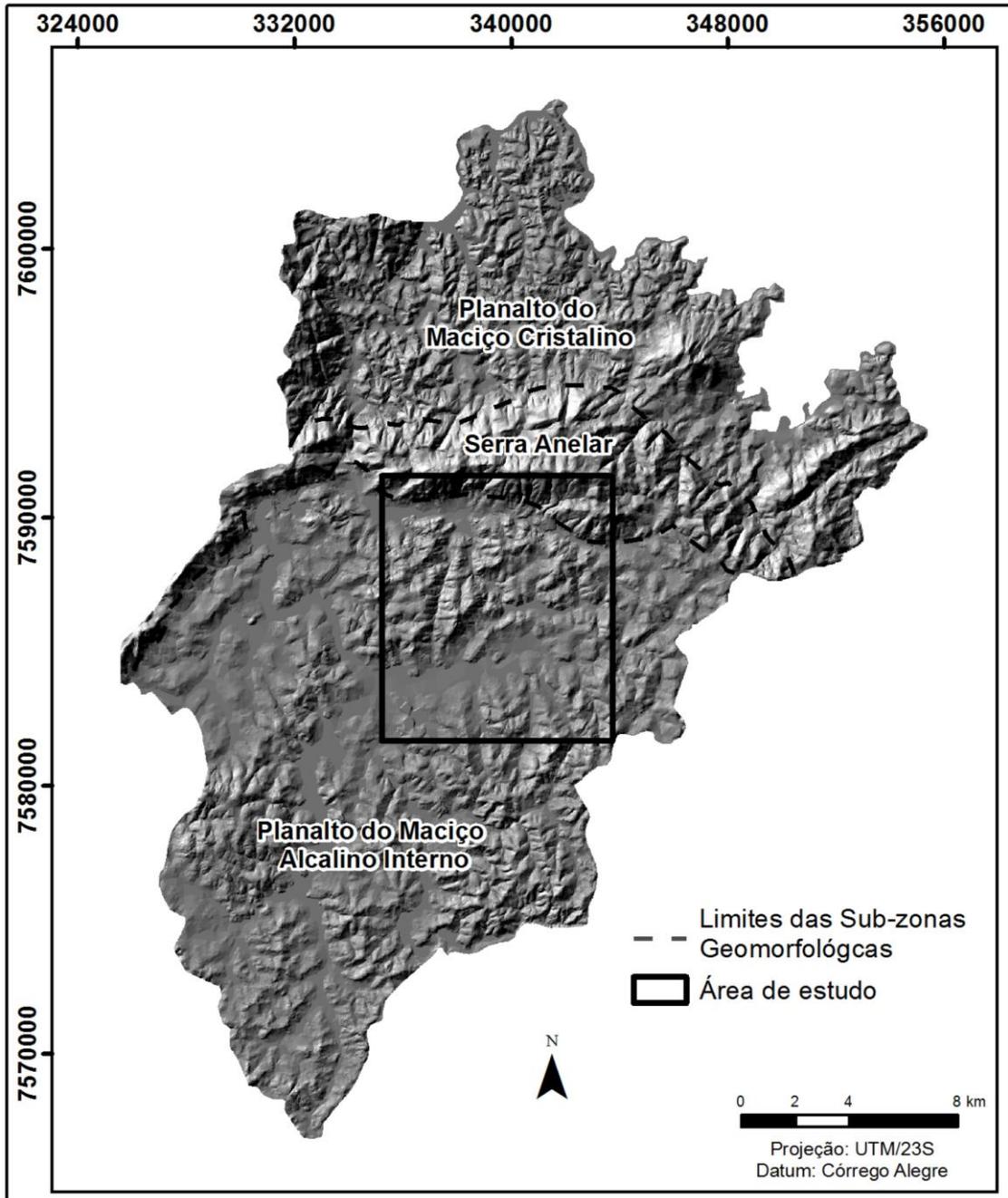


Figura 60: Mapa de subzonas geomorfológicas. Mapa. TINÓS, T. M., et al. UNESP; Científico. 2014

XXX

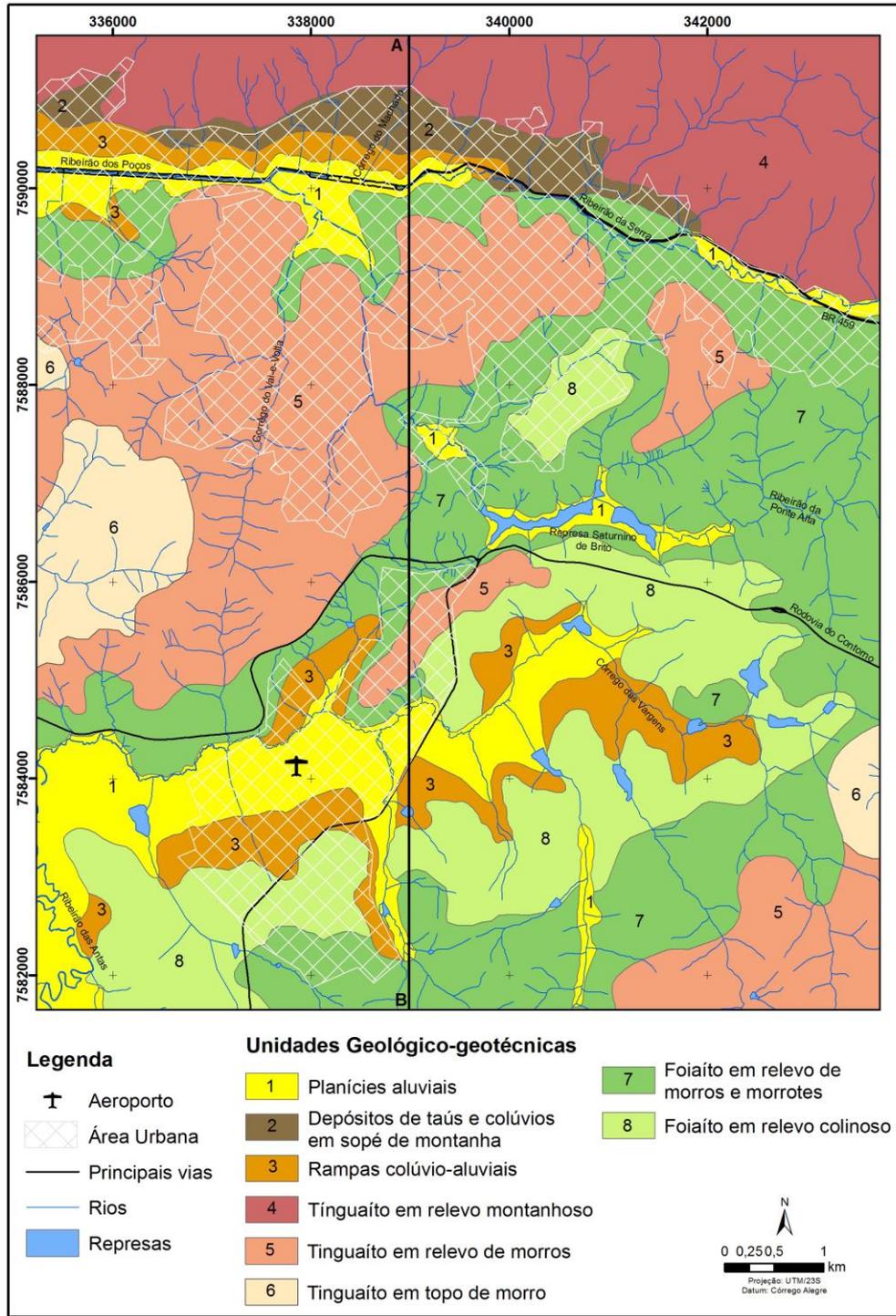


Figura 61: Mapa de unidades geológicas e geotécnicas Mapa. TINÓS, T. M, et al. UNESP Científico. 2014

O atlas completo adotado para esta pesquisa do Maciço alcalino de Poços de Caldas é apresentado no Anexo 2.

4.6. Etapa 5: Seleção preliminar dos geossítios

A literatura é matéria prima para um processo de seleção de localidades dos potenciais geossítios que contabilizam 465 no total (Anexo 5). A recorrência bibliográfica, relevância temática e representatividade científica, educativa e turística foram os critérios adotados para pré-selecionar 115 localidades a partir desta lista geral. Os 115 locais são apresentados na Tabela 3):

Tabela 3: Tabela de seleção preliminar dos Geossítios e Sítios de Geodiversidade – extraído da bibliografia fundamental

	Nome	Área/Procedência	Tipo		Nome	Área/Procedência	Tipo
1	Fenito Cinza-esverdeado "Akerito"	Cascata - São Roque	Citação	12	Fonolito	Centro	-
2	Sedimentos Clásticos	Águas da Prata	-	13	Pseudoleucita Tinguaito	Oeste/Cascata	-
3	Brechas e Tufos	Vale do Quartel	-	14	Pseudoleucita Tinguaito	Oeste/Morro do Serrote	-
4	Brechas e Tufos	Águas da Prata	-	15	Dique de Tinguaito com Pseudoleucita	Oeste/Serra do Quartel	-
5	Brechas e Tufos	Cascata	-	16	Pseudoleucita Tinguaito	Norte/Cachoeira do Ozório	-
6	Brechas e Tufos	Bortolan	-	17	Pseudoleucita Tinguaito	Leste/Taquarí	-
7	Ankaratritos (efusiva e hipabissais)	Vale do Quartel	-	18	Faixa de Fonolito	Oeste/Cascata	-
8	Ankaratritos (efusiva e hipabissais)	Águas da Prata	-	19	Foiaito	Morro do Serrote	-
9	Ankaratritos (efusiva e hipabissais)	Andradas	-	20	Foiaito	Aeroporto	-
10	Ankaratritos (efusiva e hipabissais)	Cascata	-	21	Foiaito Traquitóide	Vale do Quartel	-
11	Dique de Magnetita em Tinguaito - Th	Centro/Morro do Ferro	-	22	Lujaurito e Chibinito	Norte/Pedra Balão	Afloramento

	Nome	Área/Procedência	Tipo		Nome	Área/Procedência	Tipo
23	Jazida Morro do Ferro	Centro	Sondagem	34	Bomba vulcânica e “lapilli”	Norte	Afloramento
24	Anomalia da área denominada Cercado	Centro/Sul	Sondagem	35	Rochas alteradas, areníticas, argilosas-bauxíticas, lateríticas e tufácias.	Norte	Amostras
25	Anomalia do Taquari	Leste/Taquarí	Sondagem	36	Rocha feldspática aplossienítica (anortoclasito)	Centro/Agostinho	Galeria
26	Jazida do Serrote	Oeste/Serrote	Sondagem	37	Rocha álcali-sienítica (traquítica)	Centro/Cascata	Afloramento
27	Campo Rio Verdinho	Leste	Sondagem	38	Diabásio	-	Afloramento
28	Foiáito	Centro	Afloramento	39	Olivina basalto	Centro/Taquarí	Sondagem (30,5 m)
29	Eudialita nefelina sienito (chibinito)	Norte	Afloramento	40	Argila de veio, clorita montmorillorítica	Centro/Agostinho	Sondagem (54 m)
30	Psedoleucita tinguaiço	Norte	Afloramento	41	Cataclasito alterado	Centro/Agostinho	Galeria
32	Tinguaiço-fonolito alterado	Centro/Agostinho	Afloramento	42	Rocha supergênica crustiforme ferruginosa (“canga”)	Centro	Afloramento
32	Rochas álcali e feldspatóides-sieníticos	Oeste/Pedreira Bortolan	-	43	Caldacito	Centro	Afloramento
33	Drusa de cristais	Oeste/Pedreira Bortolan	-	44	Tufo vulcânico cristalino básico	Norte	Afloramento

	Nome	Área/Procedência	Tipo		Nome	Área/Procedência	Tipo
45	Caldacito alterado (rochas zirconíferas)	Centro	Afloramento	54	Corpos Lujauríticos Ocidental e Oriental	(Anel Norte)	Afloramento
46	Zircão e baddeleyita no Caldacito	Centro	Afloramento	55	Nefelina Sienitos Cinzas	Anel Norte	Afloramento
47	Rocha argilosa zirconífera	Leste (zona de contato)	Afloramento	56	Pseudoleucita nefelina sienitos (Anel Norte)	-	Afloramento
48	Tinguaíto hidrotermalmente alterado	Centro/Agostinho	Sondagem (21 m.)	57	Nefelina Sienitos Híbridos	(interior do Maciço)	Afloramento
49	Rocha fonolítica hidrotermalmente alterada	Centro/Agostinho	Afloramento	58	Nefelina Sienito com Biotita	(Morro do Serrote)	Afloramento
50	Relação molibdênio e jordista	Centro/Agostinho	Sondagem	59	Nefelina Sienito Ocidentais com Eudialita	(Anel Norte)	Afloramento
51	Mineralização pirita-fluorita manganífera numa rocha feldspática	Leste/Taquarí	Sondagem	60	Rochas Sedimentares epiclásticas	Serra do Mirante	Afloramento
52	Brecha mineralizada	Centro	Sondagem (86,5 m.)	61	Brechas interludicas de conduto	(Mina O. Utsumi)	Afloramento
53	Mineralização uranífera	Centro/Cercado	Sondagem	62	Agmatitos e pórfiros xenolíticos da "faixa brechoide do Anel Norte"	(Estrada para o Cristo)	Afloramento

	Nome	Área/Procedência	Tipo		Nome	Área/Procedência	Tipo
63	brechas e aglomerados; tufitos de laplli e tufitos	Faixa Piroclástica do Vale do Quartel	-	72	lamprofilita de lujuarito - ponto de vista cristalográfico	Pedra Balão	-
64	Ankaratritos (tipo raro de rocha vulcânica)	Faixa Piroclástica do Vale do Quartel	-	73	Zr, Hf e Nb de eudialita (chibinito)	Pedra Balão)	-
65	Rocha Fenitizada	Estrada São Roque da Fartura	-	74	“akerito” (quartzo sienito com augita, biotita e barqueviquita) em rochas do embasamento	periferia ocidental do Maciço	-
66	Nefelina Sienito Híbrido	Pedreira da Prefeitura	-	75	mineralogia de chibinito	Pedra Balão -	-
67	Geologia do Morro do Serrote	Morro do Serrote	-	76	olivina (faialita) em nefelina sienito de Quirinos	(zona de Cascata)	-
68	Setor C-03 (Fluxo Térmico)	Agostinho	-	77	opala em rochas fortemente alteradas (principalmente tufitos)	-	-
69	Setor C-09 (Fluxo Térmico)	Campo do Cercado	-	78	Mineralogia de geodos	Pedreira Bortolan	-
70	Morro do Ferro (Fluxo Térmico)	-	-	79	melanita em nefelina sienitos	Cascata	-
71	Silicatos de Zr e Metais raros: "Giannettita" e "pennaita" (em lujauritos)	Anel Norte	-	80	"Rocha Potássica"	-	-

	Nome	Área/Procedência	Tipo		Nome	Área/Procedência	Tipo
81	"Lamprofilita" Nefelina Sienito	Serrote	-	90	Relevo de montanhas. Afloramento de tinguaiços in situ	Usina Antas I	Afloramento
82	Pseudoleucita	?	-	91	Relevo de morros. Afloramento de gnaisses in situ	Faz. Do Engenho	Afloramento
83	Fonolito alterado	Zona de alteração hidrotermal	Afloramento	92	Relevo de morros. Perfil de alteração. Gnaisse alterado de coloração rosa esbranquiçado	Faz. Cachoeirinha.	Afloramento
84	Brecha de fonolito com veios de quartzo	Zona de alteração hidrotermal	Afloramento	93	Relevo de morrotes. Afloramento de blocos de tinguaiços homogêneo de coloração cinza.	Represa Saturnino de Brito	Afloramento
85	Nefelina sienito alterado (sem eudialita)	Zona de alteração hidrotermal	Afloramento	94	Relevo de montanhas. tinguaiços inconsolidados com núcleos de rocha sã.	Serra de São Domingos.	Afloramento
86	Brecha de fragmentação em fonolito alterado	Zona de alteração hidrotermal	Afloramento	95	Relevo de montanhas. tinguaiços inconsolidados com núcleos de rocha sã.	Serra de São Domingos.	Afloramento
87	fonólito	Cristo/ Poços de Caldas	Afloramento	96	Relevo montanhoso. Superficialmente ocorrem blocos de tinguaiço com matriz argilosa	Usina Antas I	Afloramento
88	granito migmatítico	Caldas - MG	Afloramento	97	Cachoeira Véu das Noivas	Área urbana de Poços de Caldas	Patrimônio Histórico, Cultural ou Ambiental
89	Sienito- falha NE-SW	Estrada Pico do Gavião	Afloramento	98	Cascata das Antas	Área urbana de Poços de Caldas	Patrimônio Histórico, Cultural ou Ambiental

	Nome	Área/Procedência	Tipo		Nome	Área/Procedência	Tipo
99	Recanto Japonês	Área urbana de Poços de Caldas	Patrimônio Histórico, Cultural ou Ambiental	107	Thermas Antônio Carlos	Área urbana de Poços de Caldas	Patrimônio Histórico, Cultural ou Ambiental
100	Represa Bortolan	Área urbana de Poços de Caldas	Patrimônio Histórico, Cultural ou Ambiental	108	Balneário Dr. Mário Mourão	Área urbana de Poços de Caldas	Patrimônio Histórico, Cultural ou Ambiental
101	Represa Saturnino de Brito	Área urbana de Poços de Caldas	Patrimônio Histórico, Cultural ou Ambiental	109	Colégio Municipal Dr. José Vargas de Souza	Área urbana de Poços de Caldas	Patrimônio Histórico, Cultural ou Ambiental
102	Fonte dos Amores	Parque Municipal da Serra de São Domingos	Patrimônio Histórico, Cultural ou Ambiental	110	Antiga Estação Ferroviária	Área urbana de Poços de Caldas	Patrimônio Histórico, Cultural ou Ambiental
103	Fonte dos Macacos /Balneário Dr. Mário Mourão	Área urbana de Poços de Caldas	Patrimônio Histórico, Cultural ou Ambiental	111	Igreja de São Sebastião	Área urbana de Poços de Caldas	Patrimônio Histórico, Cultural ou Ambiental
104	Fonte Pedro Botelho/ Fonte do Leãozinho	Área urbana de Poços de Caldas	Patrimônio Histórico, Cultural ou Ambiental	112	Capela de Santa Cruz	Área urbana de Poços de Caldas	Patrimônio Histórico, Cultural ou Ambiental
105	Monjolinho	(Praça Tiradentes)	Patrimônio Histórico, Cultural ou Ambiental	113	Igreja São Benedito	Área urbana de Poços de Caldas	Patrimônio Histórico, Cultural ou Ambiental
106	Parque Municipal da Serra de São Domingos	Área Norte	Patrimônio Histórico, Cultural ou Ambiental	114	Igreja de São Domingos	Área urbana de Poços de Caldas	Patrimônio Histórico, Cultural ou Ambiental

115	Pedra Balão	Parque Municipal da Serra de São Domingos	Patrimônio Histórico, Cultural ou Ambiental				
-----	-------------	---	---	--	--	--	--

4.7. Etapa 6: Localização das amostras (ex-situ) da Coleção Resk Frayha de rocha, minerais e minérios (acervo permanente do Museu Histórico e Geográfico de Poços de Caldas) no mapa geológico.

Como refinamento de critérios para seleção dos geossítios e sítios do Patrimônio Geológico é admitido, o seguinte critério: o mapa mostrado na figura 65 aponta a disposição cartográfica das amostras de rochas e minerais da coleção Resk Frayha do acervo permanente do Museu Histórico e Geográfico de Poços de Caldas. Esta coleção contém 134 amostra e serviu de base cadastral para complementar a organização dos geossítios potenciais.

Geologia e Topografia do Mapa:

A base geológica utilizada para a elaboração do esboço geológico (Figura 62) com a distribuição das amostras ex-situ do Maciço Alcalino de Poços de Caldas é a de ELLERT, R.; BJÖRNBERG, A.J.C.; COUTINHO J.M.V. (1958). O Mapa Geológico do Maciço Alcalino de Poços de Caldas foi elaborado na escala 1:50.000, pelo Departamento de Geologia e Paleontologia –F.F.C.L. Instituto de Geociências da USP em 1958. Apresenta a litologia representada pelo embasamento cristalino, rochas de origem vulcânica como sedimentos clásticos, tufos, brechas e aglomerados; rochas efusivas e hipabissais como ankaratritos, lavas fonolíticas, tinguaito e fonolito, pseudoleucita tinguaito, analcita tinguaito, brecha de tinguaito; rochas plutônicas (foiaíto, foiaíto traquitóide, Lujaurito e chibinito). O relevo é representado por cotas topográficas em áreas específicas (geomorfossítios) do mapa.

Respresentação da Legenda:

A legenda (Figura 63) foi elaborada para representar os números (1,2,3...) que apontam no mapa os locais onde foram cartografadas as amostras que pertencem à coleção do museu. O símbolo cartográfico  são para locais com potencial para o Patrimônio Geológico. A rede hidrográfica está representada por linhas azuis, com seus respectivos nomes. As rodovias e vias de acesso estão representadas em vermelho e as setas indicam o sentido do trânsito. A estrada de ferro está representada por linhas pontilhadas.

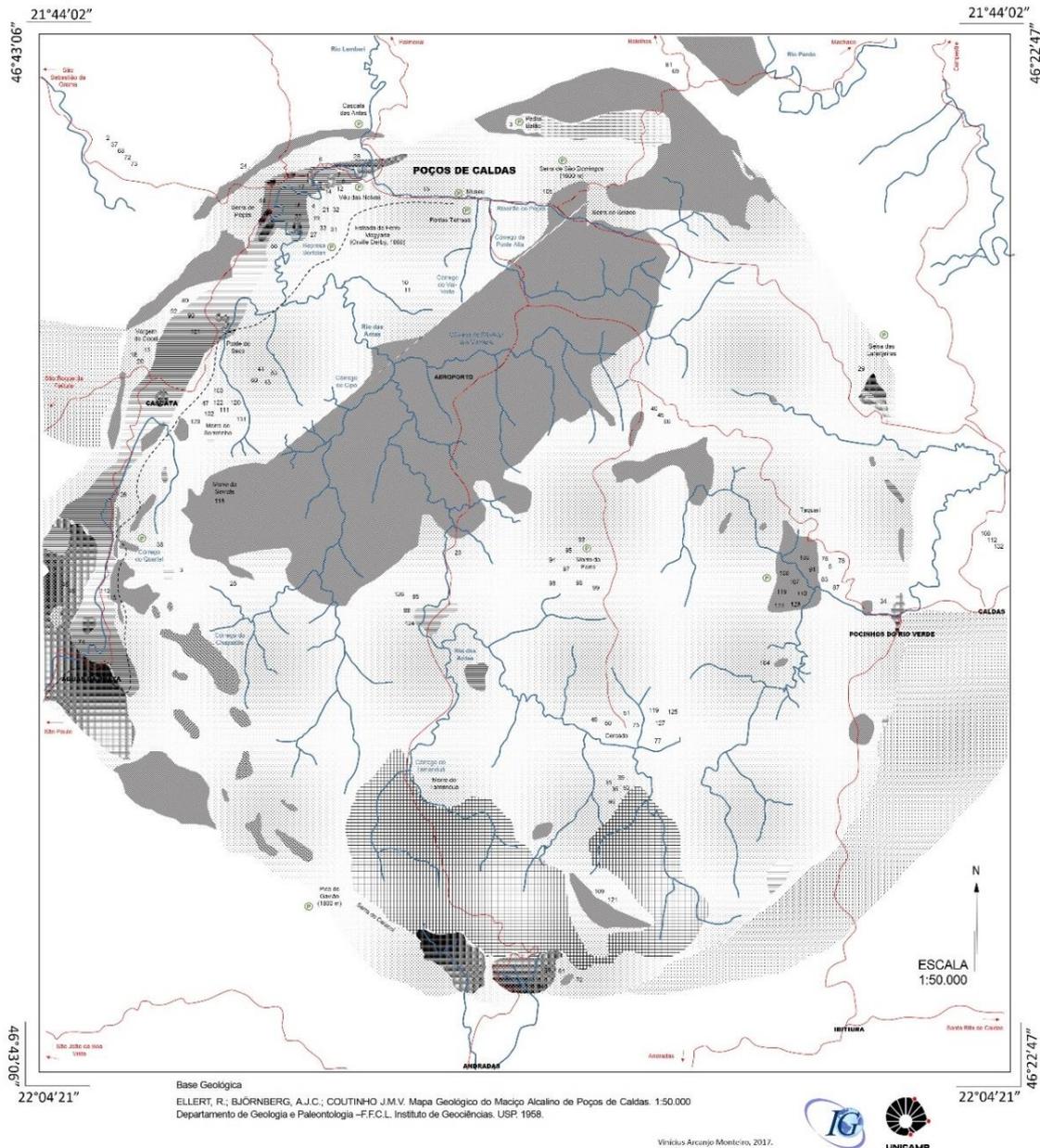


Figura 62: Esboço geológico para as amostras (ex-situ) da Coleção de Rochas e Minerais “Resk Frayha” do Museu Histórico e Geográfico de Poços de Caldas. (Fonte: ELLERT, R.; BJÖRNBERG, A.J.C.; COUTINHO J.M.V. 1958).

LEGENDA

	Lujaurito e Chibinito
	Nefelina-sienito e Foiaito
	Tinguaito e Fonolito
	Brecha de Tinguaito
	Lava Fonolítica
	Aglomerado vulcânico, Brechas, Tufos e Lavas Ankaratríticas
	Diabásio
	Sedimentos Clásticos
	Fenito
	Embasamento cristalino

Figura 63: Legenda Geológica do Mapa de Amostras da Coleção Resk Frayha

4.8 Etapa 7: Conversa com personalidades locais

A entrevista com Roberto Tereziano e Don Duane Willams (Anexo 3) apontam a experiência vivida e histórico como significante da realidade vivida enquanto a época da mineração em Poços de Caldas tinha o apogeu.

Roberto Tereziano trouxe uma bagagem cultural-histórica imprescindível para a pesquisa, tanto pelo conhecimento histórico. “Guardião” da memória, Roberto aproximou personagens à realidade vivida. Muito embora, ele não seja do ramo da geologia, forneceu relatos principalmente em nome do Sr. Resk Frayha que é tido como um grande nome da geologia poçosaldense.

Don Duane Willams confirmou esta experiência com Resk Frayha. Abordou principalmente assuntos referentes à recuperação de áreas degradadas e experiência na transformação de áreas em objetos educativos, como foi o caso do CEPA, um centro de educação ambiental fomentado pela empresa Alcoa.

4.9 Etapa 8: Trabalho de Campo

Os procedimentos de campo com o objetivo de avaliar as condições de acesso e infraestrutura e possível degradação foram realizados em 25 pontos. Esse reconhecimento baseou-se na Carta Topográfica IBGE - Poços de Caldas (Folha SF-23-V-C-VI-4) e no Mapa Geológico do Maciço Alcalino de Poços de Caldas (Ellert et. Al, 1959).

CAPÍTULO 5

SÍTIOS POTENCIAIS DO PATRIMÔNIO GEOLÓGICO

Os sítios potenciais do patrimônio geológico do MAPC foram selecionados a partir das amostras que compõem a Coleção “Resk Frayha” do acervo permanente do Museu Histórico e Geográfico de Poços de Caldas

Os dados foram coletados a partir da análise das amostras que fazem parte do acervo do Museu Histórico e Geográfico de Poços de Caldas, que guarda a coleção Resk Frayha. A presente coleção, composta de 134 amostras de minerais, rochas e minérios da região foi considerada como fonte de pesquisa para a seleção dos potenciais geossítios. A partir da localização das amostras identificadas na coleção, buscamos verificar se as localidades poderiam ser consideradas importantes para os estudos preliminares do inventário do patrimônio geológico. Esses dados foram comparados aos dados preliminares levantados da bibliografia e posteriormente analisados para a seleção dos pontos de interesse geológico. A seguir são apresentados os geossítios potenciais.

Geossítio potencial 1: Sedimentos clásticos de Águas da Prata

Os sedimentos da Bacia do Paraná no município de Águas da Prata representam rochas sedimentares anteriores ao magmatismo alcalino de Poços de Caldas, principalmente nas localizados na porção W, S, N e E do complexo. São, em sua maioria, representados por quartzo-arenitos finos cinza-esbranquiçados a arenitos litificados arcoseanos finos a microconglomeráticos, com estratificações cruzadas de grande porte ou plano-paralelas de tamanho decimétrico. Nas partes basais dos arenitos podem ser encontrados siltitos finos e laminados, intercalados a estes. Diabásios também podem ocorrer intercalados aos arenitos (Alves, 2003). Os afloramentos de arenitos são encontrados em cotas topográficas mais baixas até 870 m de altitude, a N e SE da Águas da Prata. Podem ocorrer acompanhando o contato com as encaixantes (Figura 66) entre rochas piroclásticas, lavas e tinguaitos. As áreas com maiores afloramentos são em Águas da Prata, onde formam pacotes de mais de 100 m de espessura. De acordo com Ellert, Björnberg e Coutinho (1959) constituem-se, na base, folhelhos com intercalação de camadas arenosas e no topo de arenitos com estratificação cruzada. Estes estão geralmente silicificados e recristalizados, o que não se dá com os folhelhos, onde não se notam sinais de recristalização, mesmo quando cortados por diques de rochas alcalinas. As intrusões de diabásio, que aparecem em diques e pequenos silts irregulares e afloram, principalmente, ao norte (N) de Águas de Prata. A textura e composição mineral permite analogia com demais intrusões básicas do mesozóico (Ellert, 1959). Podem ser encontrados ainda como fragmentos de dimensões métricas, nas brechas de conduto vulcânico, como descreveu Alves (2003). Na borda NW do Complexo, a Lavra de Areia é formada de arenitos intemperizados, com mega-estratificações cruzadas e estratificações plano-paralelas, em parte cobertos por lavas e rochas vulcanoclásticas fonolíticas e cortados por brechas de conduto vulcânico e diques fonolíticos alterados. Na borda E, os arenitos estão presentes no alto da uma das serras. Na porção sul do maciço ocorrer arenitos capeados por lavas, tufos e lapilli-tufos fonolíticos, e que se encontram em cota topográfica superior em relação às rochas do embasamento pré-cambriano (Alves, 2003). Segundo o mesmo autor, os arenitos parecem ter sido retrabalhados e redepositados como intercalações lenticulares nas rochas vulcanoclásticas fonolíticas, por chuvas e correntes de água associadas aos períodos de erupção vulcânica.

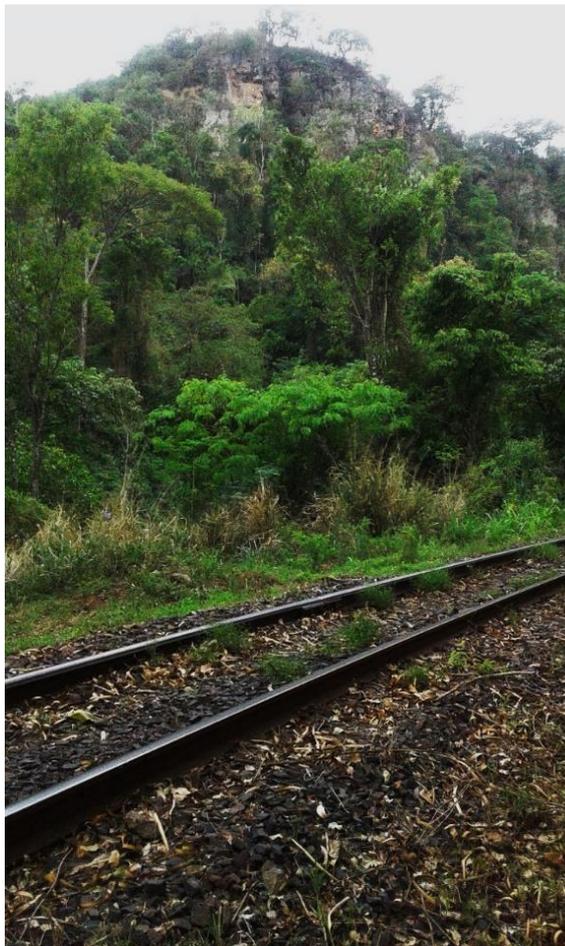


Figura 64: Detalhe do Corpo Sedimentar em Águas da Prata.

Geossítio potencial 2: Morro do Serrote – Cascata (SP)

O Morro do Serrote localiza-se na latitude 21° 53' 5" Sul e longitude 46° 38' 45" Oeste (Figura 65).

Na área do Morro do Serrote, localizam-se três corpos de nefelina sienitos; adicionalmente, definindo um arco incompleto ao redor do Morro do Serrote, encontram-se todos os afloramentos dos nefelina sienitos porfíricos do Serrote.

Os corpos de nefelina sienito apresentam, segundo Ulbrich (1984), aspecto manchado (feldspatos cinzentos e esbranquiçados aflorando como a mais importante fácies fanerítico do Planalto, que aparece carregado de enclaves de tinguáito perto dos contatos. A fácies, com algumas variações na granulação, estende-se desde a Pedreira da Prefeitura até o Morro do Serrote, passando pelo Aeroporto. O autor aponta, no entanto, dúvidas se se trata de um único corpo de grande dimensão ou vários corpos. As amostras do mineral caldasito, presente na coleção Resk Frayha, é um minério de zircônio uranífero, constituído de uma mistura de zircão ($ZrSiO^*$) e baddeleyíta

(ZrO_2 , com um teor médio de 60% em ZrO_2 e 0,3% em U^*Og , ocorrendo em massas botrídais, sendo frequente a estrutura cavernosa devido a decomposição e desintegração de silicatos (zeólitas, feldspatos e nefelina) que foram envolvidos pela massa zirconífera na formação do caldasito.

Segundo Brown (1974) a ocorrência dos depósitos zirconíferos pode ser classificada como primária ou ventilar e detrítica (eluvial e aluvial ou favas). Depósitos venulares só aqueles em que as rochas alcalinas (fonólito, tinguaito e foiaito) estão venulados pelas massas de caldasito. Esses veios e vênulas têm dimensões, formas e posições variáveis, não sendo constituídos unicamente de caldasito, devido a alteração hidrotermal sofrida pela nefelina e feldspato alcalino dos foiaitos e tinguaitos. A ocorrência dos depósitos zirconíferos contendo urânio é dividida, conforme a sua localização geográfica, em três áreas principais: Pocinhos, Cascata e Centro-sul. Os depósitos mais importantes dessas áreas são: Morro do Taquari, Dona Rita, Espingarda, Serrote, Campo de Brígidas, Três Barras, Mourões e Cachoeirinha, na região oeste do MAPC.

A Tabela 4 apresenta os principais minerais e minérios descritos como presentes nessas rochas que fazem parte da coleção Resk Frayha.

Tabela 4: Amostras ex-situ em Cascata

Nome da Amostra	Procedência	nº na coleção
Total 16		
Cristais de pseudoleucita	Mina do Serrote - Cascata SP	47
Caldasito mamelonado	Mina do Serrote - Cascata SP	102
Caldacito muito uranífero	Mina do Serrote - Cascata SP	103
Caldacito uranífero (1% U3 O8)	Mina do Serrote - Cascata SP	111
Caldacito com autunita (3% H3 O8)	Mina do Serrote - Cascata SP	120
Caldacito Mamelonado	Mina do Serrote - Cascata SP	122
Foiaito impregnado de caldacito	Mina do Serrote - Cascata SP	129
Badeleíta e Zirconita em caldacito	Mina do Serrote - Cascata SP	131
Piroxênio acicular no foiaito	Marco 70 - Divisa MG-SP	18
Foiaito com cristais de eudialita	Marco 70 - Divisa MG-SP	20
Eudialita no Foiaito	Marco 70 - Divisa MG-SP	13
Favas pretas de zircônio	Serrote - Cascata SP	116
Veio de fluorita no foiaito	Cascata SP	
Pseudo-leucita no tinguaiço	Estrada do Brígidas - Cascata SP	3
Fonolito castanho com analcita	Estrada Cascata-Chapadão	25
Ankaratrito com calcita	Estrada Nova Cascata - Águas da Prata SP	26

As mineralizações zirconíferas presentes na área de estudo foram descritas primeiramente por Derby (1887), porém descrições mais completas sobre as mineralizações de urânio e zircônio (caldasito) foram apresentadas por Frayha (1962) e Kaefer *et al.* (1979).

As principais referências para a descrição das rochas e minerais dessa localidade são o trabalho de Ulbrich (1984), intitulado “A petrografia, a estrutura e o quimismo de nefelina sienitos do Maciço Alcalino de Poços de Caldas MG-SP” e o trabalho de Brown (1972) intitulado: “O aproveitamento do zircônio e do urânio do minério complexo $ZrSiO_4$ e ZrO_2 , (caldasito) da região de Poços de Caldas, estado de Minas Gerais, Brasil”. Franco (1945) escreveu o trabalho intitulado “Minerais de zircônio na região de Poços de Caldas, Minas Gerais” e Gonçalves e Lakschevz Junior (1973) produziram o trabalho intitulado “Estudo das características minerais do caldasito”. Guimarães (1953) escreveu a obra “Algumas rochas alcalinas de Poços de Caldas relacionadas com as jazidas de caldasito uranífero”.



Figura 65: Morro do Serrote. Fonte: <https://www.mindat.org/loc-232275.html>

Geossítio potencial 3: Pedreira Bortolan

A represa Bortolan localiza-se na latitude 21°47'22''Sul e longitude 46°38'20'' Oeste.

As rochas piroclásticas afloram, inicialmente, a sul, a uma cota de 900 metros, no Vale do Quartel, mas estende-se para o extremo N, na altura da Represa Bortolan, na cota topográfica de 1350 m. Deve-se considerar a diferença, de 450 m, uma espessura integrada mínima (não necessariamente sequenciada ou contínua) de depósitos piroclásticos nesta faixa (Ulbrich, 1984). Brechas e tufisitos brechóides são encontrados na parte N da "faixa piroclástica do Vale do Quartel", as quais foram mapeadas como tufisitos e brechas tufisísticas intratelúricas (Ulbrich, 1984). Segundo o autor, as rochas afloram em ambos os lados do rio das Antas, pouco mais a N do extremo setentrional da Represa Bortolan. Encontram-se como afloramentos de rochas elásticas, que se diferenciam dos arenitos pelo aspecto conglomerático e marcada cor verde. São rochas maciças e duras, com quantidades subordinadas de clastos maiores milimétricos a centimétricos, arredondados até angulosos, tabulares a equidimensionais. Notável nessas rochas é a presença de placas subidiomórficas milimétricas de biotita, que aparecem na forma de "livrinhos", com espessuras por vezes milimétricas. A matriz dessas brechas é elástica, com aspecto de arenito fino-médio, cor típica esverdeada, com seleção regular.

A Pedreira Bortolan, localizada na borda oeste do maciço, representa as rochas classificadas como fonolitos, tingauítos e nefelina sienitos. Os duas primeiras são rochas

efusivas e hipoabissais, segundo Ellert (1959) e constituem a litologia predominante. O autor utilizou o termo fonolito para as rochas com textura afanítica e porfirítica. O termo tinguaíto foi usado para rochas com textura granular. Os nefelina-sienitos são rochas plutônicas e aparecem na região como corpos discretos, individualizados e intrudidos em rochas ígneas previamente consolidadas, com tamanhos pequenos, inferiores a 1 km². O corpo de nefelina-sienito da pedreira, ao contrário, é extenso cobrindo uma área de cerca de 80km². Na estrada de rodagem (Figura 66) é possível visualizar a rocha pseudoleucita tinguaíto (Ellert, 1959) de cor cinza clara e tinguaíto do dique anelar. Na Pedreira Bortolan (Estrada para o Campestrinho) afloram brechas e tufos da sessão piroclástica. Amostras dessa região são mostradas nas figuras 66,67 e 68.



Figura 66: Detalhes da Rocha no Bortolan. (Arquivo da pesquisa)

Tabela 5: Amostras ex-situ do Bortolan

Nome da Amostra	Procedência	n° na coleção
Total: 17 amostras		
Brecha Vulcânica	Estrada do Bortolan - Poços de Caldas MG	6
Brecha Vulcânica	Represa Bortolan - Poços de Caldas MG	7
Segregação de zeólito no tinguaiço	Pedreira Bortolan - Poços de Caldas MG	8
Segregação de foiaíto	Pedreira Bortolan - Poços de Caldas MG	4
Cristais de feldspato e nefelina no tinguaiço	Represa Bortolan - Poços de Caldas MG	14
Segregação de feldspato e pirita no tinguaiço	Bortolan - Poços de Caldas MG	16
Segregação de feldspato e piroxênio no tinguaiço	Bortolan - Poços de Caldas MG	17
Natrolita e Acmita no Tinguaiço	Pedreira Bortolan - Poços de Caldas MG	19
Astrofilita e feldspato no tinguaiço	Pedreira Bortolan - Poços de Caldas MG	21
Astrofilita no tinguaiço	Pedreira Bortolan - Poços de Caldas MG	22
Segregação de zeólitos no tinguaiço (villialmita-NaF)	Pedreira Bortolan - Poços de Caldas MG	27
Fluorita e Zeólito no Tinguaiço	Pedreira Bortolan - Poços de Caldas MG	31
Feldspato e Piroxênio alterados	Pedreira Bortolan - Poços de Caldas MG	32
Mica com analcita no tinguaiço	Pedreira Bortolan - Poços de Caldas MG	33
Concreção de bauxita	Pedreira Bortolan - Poços de Caldas MG	44
Geodo de Nefelina, Natalina, e Feldspato Tinguaiço	Pedreira Bortolan - Poços de Caldas MG	
Brecha Vulcânica	Represa Bortolan - Poços de Caldas MG	12



Figura 67: Brecha Vulcânica. Procedência: Bortolan



Figura 68: Tinguaito. Procedência: Bortolan



Figura 69: Brecha Vulcânica da Represa Bortolan. Amostra da Coleção Resk Frayha.

Publicações associadas a este geossítio:

Schorscher, H.D.; Shea, M.E., 1992. The regional geology of the Poços de Caldas alkaline complex: mineralogy and geochemistry of selected nepheline syenites and phonolites. In: N.A. Chapman, I.G.

McKinley, M.E. Shea; J.A.T. Smellie (Editors), The Poços de Caldas Project: Natural Analogues of Processes in a Radioactive Waste Repository. *J. Geochem. Explor.*, 45: 25–51.

Geossítio Potencial 4: Vale do Quartel

O Ribeirão do Quartel localiza-se na latitude Sul 21° 55' 18'' e longitude Oeste 46° 41' 54''.

Representa a faixa piroclástica relacionada ao vulcanismo inicial, segundo o modelo de evolução geológica de caldeira ressurgente do Maciço Alcalino de Poços de Caldas, proposto por Ulbrich (1984). As texturas e estruturas dos blocos (vesículas, amígdalas, presença de fenocristais) são de tamanho centimétrico e a existência de derrames (Ellert, 1959) demonstram que estas manifestações iniciais são, em parte, o resultado de vulcanismo subaéreo. Estes materiais estão relacionados à formação da estrutura circular principal do maciço, quando do colapso da câmara subvulcânica. Brechas e aglomerados com fragmentos de gnaisse, arenito e diabásio ocorrem, tufitos, lavas aglomeráticas, brechas de tinguaito e fragmentos de lavas ankaratríticas também aparecem na região (Garda, 1990). Ulbrich (1984) descreve as rochas dessa localidade como piroclásticas supracrustais. As rochas deste tipo encontram-se distribuídas pelo Planalto inteiro, como afloramentos isolados e restritos, sem maior continuidade. Uma notável faixa de rochas piroclásticas ("faixa piroclástica do Vale do Quartel"), que com forma de arco acompanha os afloramentos do Anel ocidental, desde as proximidades da Represa Bortolan, a N, até o final do Vale da Fonte Platina, a S (pouco a NE de Águas da Prata). A faixa apresenta-se com uma extensão de uns 20 km e largura que varia de 1-2 até 4 km, quase inteiramente constituída por rochas piroclásticas, a faixa se relaciona, a N e a S, com arenitos ao longo do Vale do Quartel. Na faixa do Vale do Quartel, as rochas piroclásticas estão aparentemente distribuídas segundo uma zonalidade grosseira, tanto lateral como longitudinalmente. As rochas mais grosseiras (brechas e aglomerados) concentram-se sobretudo ao longo dos afloramentos centrais do Vale do Quartel, desde aproximadamente o Ponto de Cascata a N, até as proximidades dos afloramentos de arenitos, a S. Para N do Ponto de Cascata, a faixa alarga-se, alcançando a sua maior extensão lateral (uns 4 km); os afloramentos, embora raros e de péssima qualidade, parecem indicar predomínio de rochas mais finas (tufitos de lapilli, tufitos).

As rochas piroclásticas encontradas na faixa do Vale do Quartel (Figura 71) são de três tipos: brechas e aglomerados, tufitos, de lapilli, e tufitos. Os fragmentos de rochas vulcânicas observados no Vale do Quartel, por outra parte são encontrados nesta área, são de quatro tipos: a) rochas vulcânicas afaníticas, maciças, de cores pretas a cinzentas; b) rochas vulcânicas afaníticas, cinza-escuro a cinza-arroxeadado; c) rochas vulcânicas porfiríticas

("ankaratritos") de feldspatos alcalinos esbranquiçados e piroxênios pretos e d) poucos e raros fragmentos angulosos, decimétricos a centimétricos, de nefelina sienito porfirítico.

As características geológicas e texturais-mineralógicas indicam que essas rochas (Faixa piroclástica do Quartel e Bortolan) são brechas e "tufitos" formados por fragmentos retrabalhados do embasamento cristalino, colocados por fenômenos de fluidização que seriam também, em parte, os responsáveis pela cristalização (sincrônica ou posterior) de piroxênio, carbonato e fluorita (Ulbrich, 1984).

Tabela 6: Amostras ex-situ do Ribeirão do Quartel

Nome da Amostra	Procedência	n° na coleção
Total: 5 amostras		
Pseudo-Leucita na rocha potássica	Sítio do Almeida - Águas da Prata (Serra) SP	46
Cristais de pseudo-leucita	Sítio do Almeida - Águas da Prata (Serra) SP	48
Ocre Uranífera	Fonte Vilela - Águas da Prata SP	74
Badeleíta mamelonada (85% ZrO ₂)	Ribeirão do Quartel - Águas da Prata SP	113
Favas de Badeleíta	Ribeirão do Quartel - Águas da Prata SP	115



Figura 70: Vista Parcial da Serra do Quartel (Arquivo da pesquisa)



Figura 71: Aglomerado Vulcânico. Procedência: Vale do Quartel



Figura 72: Detalhes da Rocha. (Arquivo da pesquisa).



Figura 73: Aglomerado Vulcânico do Vale do Quartel

Geossítio Potencial 5: Pedreira da Prefeitura

A Pedreira da Prefeitura se localiza na latitude Sul 21° 47' 7'' e longitude 43° 31' 55'' Oeste.

Faz parte dos corpos de nefelina-sienitos do interior do maciço, está localizada na Serra do Selado (Anel Norte), tendo sido desativada no ano de 1992. As ocorrências do nefelina-sienito da Pedreira junto com as rochas geologicamente associadas constitui-se na expressão mais importante do Planalto. Os afloramentos representam quase 2/3 de todas as exposições do distrito (Ulbrich, 1984).

A rocha em exposição (Figura 74) caracterizada por seu aspecto manchado (feldspatos cinzentos e esbranquiçados) aflora como a mais importante fácies fanerítico do Planalto; aparece carregado de enclaves de "tinguaíto", perto dos contatos (Figura 76). Ulbrich (1984) aponta que ocorrem com algumas variações na granulação dos nefelina-sienitos que se estende desde a Pedreira da Prefeitura até aproximadamente o Morro do Serrote, passando pelo Aeroporto.



Figura 74: Pedreira da Prefeitura. (Arquivo da pesquisa)

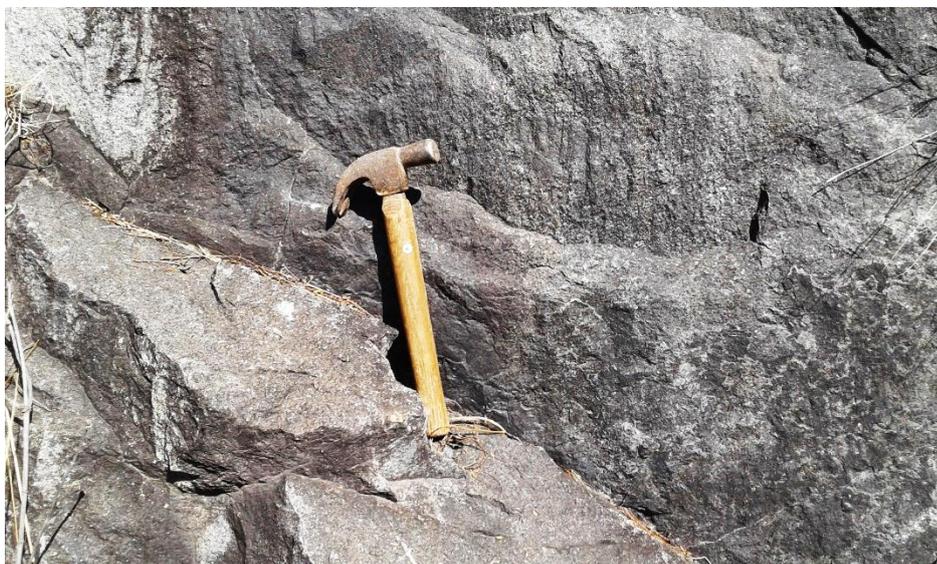


Figura 75: Detalhe da rocha na Pedreira da prefeitura (arquivo da pesquisa)



Figura 76: Zona de Contato Tinguaito e Nefelina sienito. Procedência: Pedreira da Prefeitura.



Figura 77: Nódulo de Tinguaito no Foiaito – Pedreira da Prefeitura. Amostra da Coleção Resk Frayha.

Geossítio potencial 6: Morro do Ferro

O Morro do Ferro localiza-se nas coordenadas 21° 58' 07'' e oeste 46° 30' 41''

No Morro do Ferro foi identificada em 1953 uma acentuada anomalia radiométrica, no levantamento aerocintilométrico promovido pelo DNPM, com presença de tório e secundariamente ao urânio e terras raras (Tolbert, 1955). A jazida do Morro do Ferro e a maioria das mineralizações do maciço parecem estar condicionadas à estrutura circular da região centro-leste do planalto, com 12 km de diâmetro, e às duas menores existentes em seu interior (Paradella & Almeida Filho 1976 apud Bonotto, 1994). O Morro do Ferro está localizado a aproximadamente 15 km do centro da cidade, na direção sul (Figura 78).

Estudos de Wedon Jr. (1967) mostraram que as rochas sieníticas-fonolíticas são cortadas por uma rede de veios de magnetita que formam um *stockwork*³ com *trend* para norte.

É provável que a magnetita represente um estágio extremamente tardio na intrusão. Durante a intrusão do *stockwork*, as rochas estavam basatante brechadas e alteradas. As rochas alcalinas cortadas pelo *stockwork*, e, até certo ponto, os veios da magnetita, foram enriquecidos por soluções mineralizadoras que contêm principalmente os elementos terras-raras e tório. O depósito Morro do Ferro é desenvolvido em laterita devido ao intemperismo tropical profunda de rochas de sieníticas-fonolíticas, localmente enriquecido como tório e os elementos da terra-rara (Figura 80). O intenso intemperismo da rocha matriz, sob condições semitropicais, atingiu profundidades maiores que 100 m. O material intemperizado no corpo mineralizado difere da zona intempérica desenvolvida sobre as rochas matrizes fonolíticas alteradas hidrotermalmente ("rochas potássicas") e situada nas adjacências. Baseando-se em evidências mineralógicas, geoquímicas e de balanço de massa, Waber (1991) sugeriu que a rocha matriz original foi do tipo carbonatítico. Os depósitos, ricos em tório e terras-raras, ocorrem numa zona lenticular no sudeste do Morro do Ferro, com comprimento de cerca de 500 metros e largura máxima de 130 metros. A rocha encaixante do "stockwork" de magnetita está completamente alterada por hidrotermalismo e intemperismo, e o produto da alteração é um material argiloso

³ Ocorrência de minério estruturada em malha ou rede concentrada de filonetes ou finos veios de minério, planares, regulares ou irregulares, cortando a rocha hospedeira (CPRM, glossário geológico).

formado por caulinita, illita e gibbsita. Tório e terras raras ocorrem disseminados, possivelmente sob a forma de impregnação coloidal (Figura 81).

Os teores mais elevados são encontrados nas adjacências dos principais veios, onde o material argiloso está impregnado por limonita, e nas porções superiores do depósito, diminuindo abaixo do nível do lençol freático (GARDA, 1990).

Tabela 7: Amostras ex-situ do Morro do Ferro

Nome da Amostra	Procedência	n° na coleção
Total: 7 amostras		
Magnetita	Morro do Ferro - Poços de Caldas MG	93
Magnetita Limonitizada torífera	Morro do Ferro - Poços de Caldas MG	94
Minério de Tório e Terras Raras 22% T.R	Galeria do Morro do Ferro - Poços de Caldas MG	95
Argila torífera	Galeria do Morro do Ferro - Poços de Caldas MG	96
Canga Torífera 2%ThO ₂	Morro do Ferro - Poços de Caldas MG	97
Minério de Tório e Terras Raras	Galeria do Morro do Ferro - Poços de Caldas MG	98
Minério de Tório e Terras Raras	Galeria do Morro do Ferro - Poços de Caldas MG	99

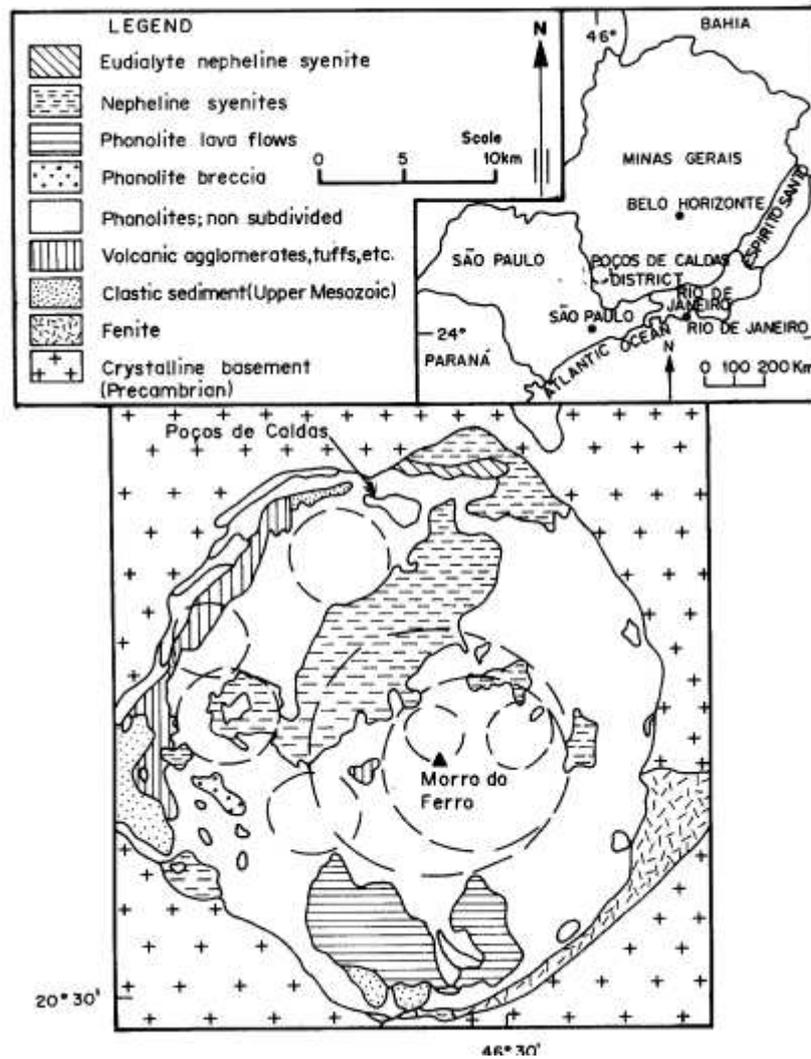


Figura 78: Localização do Morro do Ferro no Maciço Alcalino de Poços de Caldas (retirado de Schorscher e Shea (1992)).



Figura 79: Imagem aérea do Morro do Ferro. Google Earth, 2017.

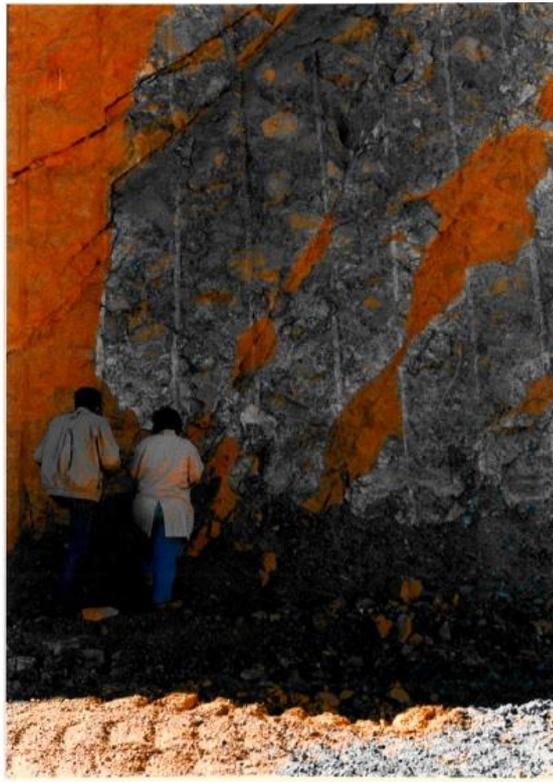


Figura 80: Dique de Magnetita em Morro do Ferro. Retirado de Garda, 1990.

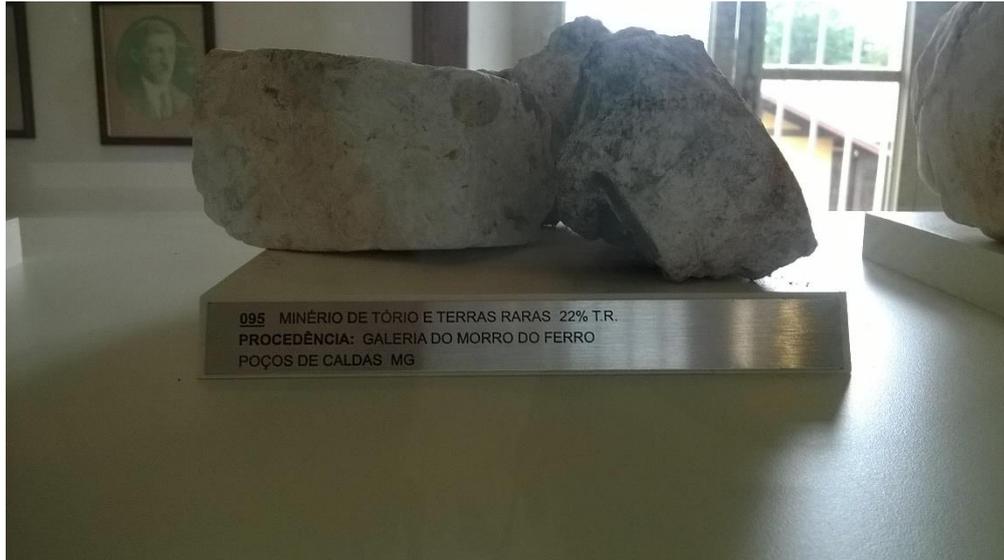


Figura 81: Amostra de minério de Tório e terras-raras do Morro do Ferro. Amostra da Coleção Resk Frayha.

Publicações associadas:

Wedow, JR. H. 1967. The Morro do Ferro thorium and rare-earth ore deposit, Poços de Caldas District, Brazil. U.S.Geol.Surv.Bull., 1185-D, 34p.

Schorscher, H.D. e Shea M.E. 1992. The regional geology of the Poços de Caldas alkaline complex: mineralogy and geochemistry of selected nepheline syenites and phonolites. The Poços De Caldas Project: Natural Analogues of Processes in a Radioactive Waste Repository. Elsevier. p. 25–51.

Bonotto, D.M; Fujimori, K. e Moreira-Nordemann, L.M. 2007. Determination of weathering rate of the Morro do Ferro Th-REEs deposit, Brazil using U-isotope method. Applied Radiation and Isotopes. Volume 65, Issue 5: 474-481.

Geossítio potencial 7: Campo do Agostinho

Este local situa-se na parte central do complexo alcalino de Poços de Caldas, onde foi encontrado pela primeira vez, em 1965, a mineralização uranífera chamada Tipo Agostinho, descrita por Maciel, et al. (1973). Esta se caracteriza pela presença simultânea da pirita, fluorita e minerais de molibdênio, urânio e tório (Fujimori, 1974).

Fujimori (1974) executou o levantamento de todos os elementos radioativos naturais e seus comportamentos geoquímicos, decaimentos e equilíbrio radioativos para caracterizar os minerais radioativos do Campo Agostinho. O autor descreveu a presença de fluorita, zircões, pirita, molibnita, rutilo, anatasio, niobífero, e em pequenas proporções (abaixo de 0,1%) uranotorianita, coffinita, pirocloro, monazita, xenotímio e apatita.

Hidrotermalismo – representados na região por fonolitos e nefelina sienitos e também brechas e rochas piroclásticas que estão hidrotermalmente alterados; a cor do solo nestas áreas é bastante característica, de tonalidade bege esbranquiçado (Figura 82). A alteração hidrotermal de maior vulto é acompanhada por brechamento, local ou mais extenso, desenvolvido em área de rochas aparentemente muito fraturadas; a alteração hidrotermal acompanhada de mineralizações mais importantes parece estar restrita a regiões com presença de brechas e aglomerados de conduto (Campo do Cercado, Agostinho, Taquari), segundo Garda (1990). O Campo do Agostinho se caracteriza por mineralização de U, Mo e Zr (Putzer, 1976). Enquanto a do Morro do Taquari, além da mineralização de U, Mo e Zr (Castro e Souza, 1962), nota-se também a concentração de pequenas jazidas de caldacito e zircão ambas uraníferas (Ulbrich, 1984). A alteração hidrotermal ocorre na região da estrutura circular centro-leste (principalmente presença de feldspatos potássicos e illita, com alguma caulinita) é, testemunha do processo inicial de alteração intempérica (com avanço significativo da caulinitização, aparecimento de minerais oxidados, e distribuição da textura original da rocha), exemplo do Morro do Ferro) e em outras áreas afetadas pela alteração hidrotermal (Garda, 1990).

Tabela 8: Amostras ex-situ do Campo do Agostinho

Nome da Amostra	Procedência	nº na coleção
Fluorita	Campo do Agostinho (Galeria) Poços de Caldas MG	85
Minério de Urânio com Molibdênio	Campo do Agostinho - Poços de Caldas MG	88
Minério de Urânio e Molibdênio	Campo do Agostinho - Poços de Caldas MG	124
Minério de Urânio e Molibdênio	Campo do Agostinho - Poços de Caldas MG	126



Figura 82: Amostra de minério de urânio e molibdênio do Campo do Agostinho. Amostra da Coleção Resk Frayha

Publicações associadas:

Fujimori, K. 1974. Minerais radioativos do Campo Agostinho, Poços de Caldas (MG), Brasil. 1974; 169 p; Tese (livre Doc.). Universidade de São Paulo.

Matsuda, H.T.1976. Sobre o minério uranífero do morro do agostinho, poços de caldas, minas gerais, brasil. determinação do urânio e apresentação de um esquema para o aproveitamento do uranio e do molibdênio das suas lixivias. por troca iônica. Dissertação de Mestrado. Instituto de Energia Atômica. São Paulo. 81 p.

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. 265 p.

Geossítio Potencial 8: Mina Osamu Utsumi - Campo do Cercado

Localização: 21° 56' 48" Sul e 46° 29' 57" Oeste no município de Caldas, MG.

Encontram-se nessa localidade as rochas piroclásticas da mina Osamu Utsumi (Figura 83). As rochas piroclásticas da mina de urânio e molibdênio Osamu Utsumi, situada na parte centro oriental do complexo alcalino, foram pesquisadas por Ulbrich (1984) e Oliveira J.I. (1986). Estas rochas foram consideradas como constituintes de um conduto vulcânico, intrusivo em rochas fonolítica e foiaítica da área, com base na sua forma tridimensional e relação de contato subvertical com as rochas encaixantes, estabelecidas durante a exploração. A observação geológica efetuada pelos autores concorda com os referidos trabalhos, apresentando como novidade da presença de alguns xenólitos decamétricos de fonolito. Estas dimensões são aparentemente inaceitáveis, entretanto, são conhecidos xenólitos muito maiores que estão presentes em condutos vulcânicos (Aramaki, 1969; Motoki 1979). As rochas piroclásticas desta mina apresentam feições litológicas características de conduto vulcânico, que são pouco conhecidas no Brasil: 1) variação litológica, desde aglomerado até tufito; 2) arredondamento da maior parte dos fragmentos acidentais; 3) ocorrência de tufos soldados e também de fluxo secundário (“brecha de fusão”); 4) xenólitos de grandes dimensões. Os aspectos acima citados se assemelham à textura de rochas conglomeráticas, podendo levar a confundir com rochas piroclásticas de transporte posterior em ambiente superficial ou de deposição subaquática.



Figura 83: Mina Osamu Utsumi. Fonte: <https://www.mindat.org/loc-30595.html>



Figura 84: Amostra de rocha de alteração hidrotermal. Procedência Estrada INB - Nuclebrás

Tabela 9: Amostras ex-situ Campo do Cercado

Nome da Amostra	Procedência	n° na coleção
Cristal de pseudo-leucita limonitizado	Campo C-09 - Caldas MG	49
Cristal de pseudo-leucita limonitizado	Campo C-09 - Caldas MG	50
Cristais de pseudo-leucita	C-09 Cercado - Caldas MG	51
Druza de Fluorita	Galeria C-09 - Cercado - Caldas MG	75
Pirofanita (Ti+Mn)	Teste de Sondagem (-462 m) Cercado - Caldas MG	77
Uraninita e Pechblenda	Galeria C-09 - Cercado - Caldas MG	127
Nódulo de Pechblenda na rocha	C-09 corpo E - Caldas MG	119
Nódulo de Pechblenda com induto de autunita	C-09 corpo E - Caldas MG	125
Psilomelana	Campo do Cercado - Andradas MG	35
Psilomelana com polianita	Campo do Cercado - Andradas MG	36
Bonecas de bauxita	Campo do Cercado - Andradas MG	39
Ocre manganésífera radioativa	Campo do Cercado - Andradas MG	92
Veios ferro magnésíferos	Cercado - Andradas MG	86

Os depósitos de urânio na mina Osamu Utsumi são produto de subsequentes processos hidrotermais e supérgenos (Waber et al, 1992). Um hidrotermalismo forte, relacionado à formação das brechas, resultou na alteração potássica e pititização dos fonolitos e dos sienitos, com uma mineralização de baixo grau de pitchblenda disseminada. A alteração potássica transformou todos os feldspatos em feldspato potássio puro, nefelina em ilita, caolinita e clinopiroxenos. A inclusão fluída ocorreu por volta de 210° C. Uraninita, pitchblenda e brannerita são os principais minerais de U, e a monazita é o principal mineral na mineralização de alto grau das brechas. Diques ultramáficos (datados de 76 Ma) com afiliação carbonática colocam um limite de idade mais jovem para o evento hidrotermal. Como resultado dos processos intempéricos supérgenos abaixo da cobertura de solo laterítico, 20 a 40 m de espessura, e numa área de saprolito de 15 a 60 m de espessura, as pirritas foram oxidadas em profundidades variáveis de 80 a 140 m abaixo da superfície, resultando em uma frente redox marcada por uma mudança de cor contrastante de castanho avermelhado (oxidação) a cinza azulado (redução). Na vizinhança imediata da frente redox, a dissolução do feldspato potássico torna-se aparente e a caulinita começa a aumentar. A mudança de cor marcada na frente redox é causada pela presença de óxidos férricos hidratados que, com o tempo, evoluem a partir de hidróxidos de Fe amorfos para goethita e hematita. No lado oxidado, os minerais alunita-jarrosita são freqüentes. A porosidade aumenta em 5 a 8% (quase dobra) na frente redox. Gibbsita está presente quando o feldspato potássico é removido no contato saprolito-laterita. O urânio é parcialmente retido na zona oxidada por adsorção em fases mal cristalinas e devido à incorporação em minerais refratários hidrotermais (Weber et al, 1992).



Figura 85: Psilomelana. Campo do Cercado. Coleção Resk Frayha

Publicações associadas:

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. 265 p.

Cathles, L.M. and Shea, M.E. (1992) Near-field high-temperature transport: evidence from the genesis of the Osamu Utsumi uranium mine, Poços de Caldas alkaline complex, Brazil. *Journal of Geochemical Exploration*, 45(1-3): 565-603.

Waber, N., Schorscher, H.D., and Peters, T. (1992) Hydrothermal and supergene uranium mineralization at the Osamu Utsumi mine, Poços de Caldas, Minas Gerais, Brazil. *Journal of Geochemical Exploration*, 45(1-3), 53-112.

Breit, G.N. and Hall, S.M. (2011) Deposit model for volcanogenic uranium deposits. U.S. Geological Survey Open-File Report 2011-1255, 5 p.

Geossítio potencial 9: Morro do Taquari

Os corpos de nefelina sienito se agrupam preferencialmente na metade N do distrito de Poços de Caldas. O corpo maior é denominado corpo da Pedreira que ocupa mais de 80Km². Outros corpos menores são encontrados, não ultrapassando 5Km², apresentando-se como maciços isolados, estando os contatos em poucas áreas, como no Morro do Serrote e no Morro do Taquari, os quais caracterizam a estrutura circular do centro-leste (Ulbrich, 1984). Esta região é caracterizada pela complexidade geológica e pelas manifestações mais importantes de mineralização hidrotermal do maciço. No interior dessa estrutura se desenvolve um sistema de drenagem radial, com córregos que para E são canalizados para o rio Taquari. As rochas descritas por Ulbrich, (1984) para esta região são tufitos finos laminados, brechas de fragmentação, brechas de conduto. Apresentam intensa alteração hidrotermal afetando em maior ou menor grau todos os tipos de rochas. As jazidas associadas a esta região são as de Mo-U-Zr (Morro do Cercado e Agostinho), Zr-Mo-U (Taquari), diques de magnetita do Morro do Ferro. No Morro do Taquari também estão presentes estruturas circulares secundárias ligadas a fenômenos subvulcânicos explosivos tardios. Grande parte dos fonolitos alterados estão diaclasados, com aspecto de brechas de fragmentação.

Vários nefelina-sienito com eudialita ocorrem em todo o maciço (Morro do Taquari e adjacências, e bordas ocidental e meridional). A granulação é média a grossa e a textura pode ser hipidiomórfica-granular ou foiaitica. São rochas leuco- a hololeucocráticas. O piroxênio apresenta hábito prismático ou acicular; quando tardio, é fibroso. Alguns apresentam arfvedsonita no interior. A eudialita e vários outros "silicatos de metais raros" são claramente visíveis, mas raramente ultrapassam 5% (GARDA, 1990).

A presença de Mo no Maciço de Poços de Caldas foi assinalada nos testemunhos de sondagens efetuadas pelo DNPM no Morro do Taquari, por volta de 1960, que se manifesta sob a forma de vênulas e veios de material untuoso intercalados na rocha brechada e mineralizada hidrotermalmente (Castro & Souza, 1962 apud Garda, 1990). Um levantamento da distribuição em área desta ocorrência no Morro do Taquari evidenciou a existência de uma extensa mineralização de Mo na porção centro-sul do maciço. Por sua consistência branda e fácil lixiviação, o minério só pode ser identificado em testemunhos de sondagem, após atravessar-se a camada de solo e cerca de 10 m da rocha subjacente (GARDA, 1990).

Nome da Amostra	Procedência	n° na coleção
Foiaito	Estrada do Taquarí - Caldas MG	5
Veio de fluorita	Mina do Taquarí - Caldas MG	76
Cristais de Zirconita no Caldasito	Taquari - Caldas MG	78
Fluorita alterada no Foiaito	Mina do Taquarí - Caldas MG	83
Veio de Fluorita no Molibdênio	Taquari - Caldas MG	87
Limonita Manganésifera com urânio	Taquari - Caldas MG	91
Conglomerado de favas de zircônio	Mina do Taquarí - Caldas MG	100
Caldacito muito uranífero (1,4% U3 O8)	Mina do Taquarí - Caldas MG	106
Caldacito com cristais de zirconita	Taquari - Poços de Caldas MG	107
Veios de Caldacito em Foiaito	Mina do Taquarí - Caldas MG	110
favas cinzentas de zircônio	Taquarí - Caldas MG	118
Minério radioativo de Zr e Mn (0,60% U3 O8)	Taquarí - Caldas MG	123
Fava de Zircônio com cristalização de leucita	Taquari	128

Publicações associadas:

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. 265 p.

Geossítio potencial 10: Pedra Balão

A Pedra Balão está localizada na Latitude: 21° 45' 9'' Sul e Longitude: 46° 33' 21'', a 1391 metros de altitude. A Pedra Balão se caracteriza por ser um grande bloco suspenso de nefelina sienito fanerítico grosso (tinguaíto) com estrutura traquítica orientada. A estrutura é definida pela disposição sub-horizontal das placas de feldspato envoltas por agulhas aciculares de piroxênio. A presença de eudialita rósea em aglomerados também está presente. A rocha apresenta feição porosa, cheia de vazios, provavelmente originadas por dissolução dos minerais menores resistentes ao intemperismo. Um xenólito de rocha fonolítica afanítica foi encontrado dentro dessa rocha (Alves, 2003).

Os tinguaítos são originados pela intrusão de magma alcalino-sódico em fendas radiais e concêntricas que aparecem após o colapso da estrutura da caldeira vulcânica, há cerca de 80 Ma. Os tinguaítos aparecem preferencialmente na parte periférica do maciço, formando os diques anelares (Ulbrich, 1984).

Os nefelina sienitos da Pedra Balão apresentam grandes variações dos conteúdos de Na_2O e K_2O , onde os teores variam de 4% a 13% para K_2O e de 5% a 9% para Na_2O (Alves, 2003).

A formação dos nefelina sienitos da Pedra Balão devem marcar o período de transição entre o magmatismo nefelina sienítico miasquíticos para agpaítico (Alves, 2003).

Frayha (1972) descreveu a rocha da Pedra Balão como lujaurito “sui generis”. A rocha (Figura 86 e 87) apresenta textura tipicamente ‘gnáissica’, mas é composta pelos mesmos minerais dos fonolitos, tinguaíto e foiaítos, sendo, portanto, uma rocha alcalina. A origem deste corpo geológico pode ser devida ao fenômeno de metassomatismo, causado por magma alcalino com muita sílica e temperatura elevada, tenha transformado os minerais do gnaise, substituindo-se por outros oriundos de sua composição sem destruir, entretanto, a textura da rocha primitiva



Figura 86: Pedra Balão. (Arquivo da pesquisa):



Figura 87: Amostra de Lujaurito da Pedra Balão (amostra de trabalho de campo)

Geossítio potencial 11: Depósitos de Bauxita

As ocorrências de bauxita na área de estudo estão relacionadas às intrusões alcalinas que formam maciços e planaltos elevados. Segundo Leonardi (2007), a bauxita ocorre em dois tipos de compartimentos topográficos: na borda do maciço alcalino, com relevo ondulado e vertentes íngremes e outro, na parte interna do maciço, com morfologia suavemente ondulada. Cada qual apresentando um perfil característico de alteração (BIGARELLA *et al*, 1996). Na maior parte dos depósitos a camada bauxítica é envolvida por um horizonte de couraça, muito ferruginoso, contendo ainda zonas mais aluminosas, sendo frequente na parte superficial dos perfis, a presença de um nível nodular.

Como descrito por Leonardi (2007), os perfis lateríticos foram identificados pela primeira vez no Planalto de Poços de Caldas, em 1919, por J.C. Branner, que já mencionava a existência de bauxita nas redondezas de Poços de Caldas/MG e, em 1934, as jazidas bauxíticas foram reveladas quando entregues à exploração das lavras de zircônio. Os depósitos de bauxita se localizam, em sua maioria, no norte do Planalto, numa área praticamente contínua no dique anelar, e no interior do Planalto estão distribuídos numa região de argilas residuais. São provenientes dos vários tipos de rochas alcalinas e apresentam em comum uma estrutura concêntrica (Figuras 88, 89 e 90), que representa as fases de decomposição que sofreu a rocha a partir das partes mais externas em direção do núcleo. Em bauxitas provenientes de

fonolito ou tinguaito é muito frequente a preservação de diáclases reliquiais (MONIZ, 1964, apud LEONARDI, 2007). A bauxita nessa região se formou diretamente das rochas alcalinas, sem fases de argila intermediária. Essa hipótese pode ser comprovada posteriormente, segundo Parisi (1988), devido às áreas de exploração, que deixaram várias minas descobertas, mostrando o contato direto da bauxita com a rocha mãe.

Ainda podem ser encontradas bauxitas originárias a partir de outros processos, como a bauxita de origem hidrotermal, formada pouco depois da intrusão do Maciço através de processos de percolação de fluídos hidrotermais que alteram a rocha mãe para a rocha potássica, aumentando a quantidade de poros na mesma e facilitando a percolação de água para a remoção da sílica e outros elementos. E ainda a bauxita de origem supérgena: alta precipitação e alta temperatura combinadas em regiões tropicais criam condições de intenso intemperismo. Alguns elementos do solo são lixiviados (como a sílica) e outros elementos insolúveis permanecem como um depósito residual, como o Alumínio (LEONARDI, 2007).

O principal mineral encontrado na borda e no interior do Planalto é a gibbsita, acompanhado de hidróxido de alumínio amorfo (cliarquita), predominando na fração argila, proveniente de rochas alcalinas (MONIZ, 1964). A bauxita de Poços, em síntese, é composta por um alto teor de alumínio, baixo teor de sílica e pequena concentração de titânio e ferro.

As amostras de bauxita descritas na coleção do Resk Frayha estão localizadas em três pontos principais: Campo do Saco, Morro das Árvores e Campo do Cocal.

Nome da Amostra	Procedência	n° na coleção
Bauxita cripto Cristalina (gibbsita)	campo do Saco - Poços de Caldas MG	41
Concreção de bauxita	Campo do Saco - Poços de Caldas MG	43
Hidrargila	Campo do Saco - Poços de Caldas MG	53
Bauxita Vermicular	Campo do Saco - Poços de Caldas MG	60



Figura 88: Bauxita Cripto Cristalina. Campo do sacco. Coleção Resk Frayha

Nome da Amostra	Procedência	nº na coleção
Bauxita Cripto Cristalina	Morro das Árvores - Poços de Caldas MG	40
Concreção de bauxita	Morro das Árvores - Poços de Caldas MG	45
Bauxita com envoltório de gibsite	Morro das Árvores - Poços de Caldas MG	66



Figura 89: Amostra de bauxita. Morro das Árvores. Coleção Resk Frayha

Nome da Amostra	Procedência	nº na coleção
Hematita Rubra	Campo do Cocal - Poços de Caldas MG	89
Hematita Rubra com maganês	Campo do Cocal - Poços de Caldas MG	90
Conglomerado de favas de zircônio	Campo do Cocal - Poços de Caldas MG	101
Concreção de bauxita	Campo do Cocal - Poços de Caldas MG	52



Figura 90: Concreção de Bauxita do Campo do Cocal. Coleção Resk Frayha



Figura 91: Perfil Bauxítico Retrabalhado - base do Morro do Serrote (Fonte: LEONARDI, 2007 p.75).

Nas minas de Poços de Caldas (MG) exploradas desde 1941 para indústria química (sulfato de alumínio prtratamento de água), inicia depois a produção de alumínio em São Paulo em 1955 com minério de bauxita, enviado por via ferroviária, com capacidade de atual de 1,0 Mt /ano. A Companhia Geral de Minas do grupo Alcoa, com unidades de mineração no município de Poços de Caldas começou a ser construída em 1965, sendo a primeira unidade da Alcoa no País. Na ocasião, recebeu o nome de Alcominas. As atividades tiveram início em 1970 e, 10 anos depois, passou a se chamar Alcoa Alumínio S.A (QUARESMA, 2009).

Além das amostras que foram descritas, constam da coleção do museu várias outras não agrupadas, ou seja, com procedência diversificadas e que não compõem um único sítio. Estas amostras são apresentadas na tabela 10 e representam outros potenciais geossítios, os quais não estão aqui descritos.

Tabela 10: Amostras do museu não agrupáveis.

Amostras não agrupadas

Nome da Amostra	Procedência	n° na coleção
Quartzo Róseo	Ponte Alta - Caldas MG	42
Nome da Amostra	Procedência	n°
Rocha Potássica com zircônio	Alto Dr. Bernardo - Caldas MG	104
Nome da Amostra	Procedência	n°
Caldacito (0,5% U3 O8)	Mina Espingarda - Caldas MG	130
Nome da Amostra	Procedência	n°
Quartzo Róseo	Jazida Bela Cruz - Andradas MG	71
Nome da Amostra	Procedência	n°
Feldspato (ortoclásio)	Sítio Dino Burgue - Andradas MG	79
Nome da Amostra	Procedência	n°
Foiáito	Vila Cruz	15
Nome da Amostra	Procedência	n°
Fonolito com textura fluidal	Estrada Poços-Andradas (Km 30)	23
Nome da Amostra	Procedência	n°
Fonolito pardo	Estrada Alto da Serra de Poços	24
Nome da Amostra	Procedência	n°
Arenito zonado	Areião do Osório	28
Nome da Amostra	Procedência	n°
Bauxita com núcleo de Tinguaió	Capão da Onça - Poços de Caldas MG	38
Nome da Amostra	Procedência	n°
Concreção de bauxita	Campo do Marçal - Poços de Caldas MG	54
Nome da Amostra	Procedência	n°

Conglomerado Bauxítico	Fazenda Chiqueirão - Poços de Caldas MG	56
Nome da Amostra	Procedência	nº
Caldacito uranífero (0,60% U ₃ O ₈)	Santa Rosália - Poços de Caldas MG	105
Nome da Amostra	Procedência	nº
Fonolito com textura esferolítica	Fazenda Guapa - Poços de Caldas MG	10
Fonolito com textura esferolítica e axiolitos	Fazenda Guapa - Poços de Caldas MG	11
Nome da Amostra	Procedência	nº
Nódulo de tinguaió no foiaito	Pedreira da Prefeitura - Poços de Caldas MG	
Nome da Amostra	Procedência	nº
Rocha Potássica	Barreira - Poços de Caldas MG	58
Nome da Amostra	Procedência	nº
Cristais de Magnetita	Campo do Gigante - Poços de Caldas MG	59
Nome da Amostra	Procedência	nº
Hidrargila	Campo dos Quirinos - Poços de Caldas MG	62
Nome da Amostra	Procedência	nº
Bauxita com envoltório de gibsita	Alto da Serra de Poços	64
Nome da Amostra	Procedência	nº
Bauxita de Foiaito	Sítio do Sueco Barreira - Poços de Caldas MG	65
Nome da Amostra	Procedência	nº
Bauxita de Tinguaió	Campo do Sérgio - Poços de Caldas MG	67
Bauxita branca	Campo do Sérgio - Poços de Caldas MG	61
Nome da Amostra	Procedência	nº
Arenito com pintas de linonita	Serra das Laranjeiras - Caldas MG	29
Nome da Amostra	Procedência	nº
Fonolito de griffon de água sulfurosa	Balneário - Caldas MG	34
Nome da Amostra	Procedência	nº

Bauxita de Tinguaiço	Capão da Onça - Caldas MG	63
Nome da Amostra	Procedência	nº
Lujaurito com eudialita	Pedra Balão - Poços de Caldas	3

Outros sítios potenciais do patrimônio geológico do MAPC foram selecionados a partir da literatura e de trabalhos de campo e denominados sítios de geodiversidade

Sítio de Geodiversidade 12: Fonte dos Amores

A Fonte dos Amores (Figura 92) é um dos principais pontos turísticos de Poços de Caldas, localizada na Latitude: 21° 46' 43'' Sul e Longitude: 46° 34' 14'', a 1294 metros de altitude. Conhecida pela presença de água mineral em abundância, forma um conjunto turístico e um dos principais atrativos da cidade. O local é ponto de partida para a trilha que tem destino ao Cristo Redentor, a 1600 metros de altitude, outro local turístico importante. Além do valor turístico deste sítio, nesta localidade encontra-se um dique anelar de tinguaiço semelhante às demais ocorrências do maciço (Ellert, 1959). O termo tinguaiço descreve um erigina fonolito fanerítico, de granulação fina ou fina-média (Ulbrich, 1984).

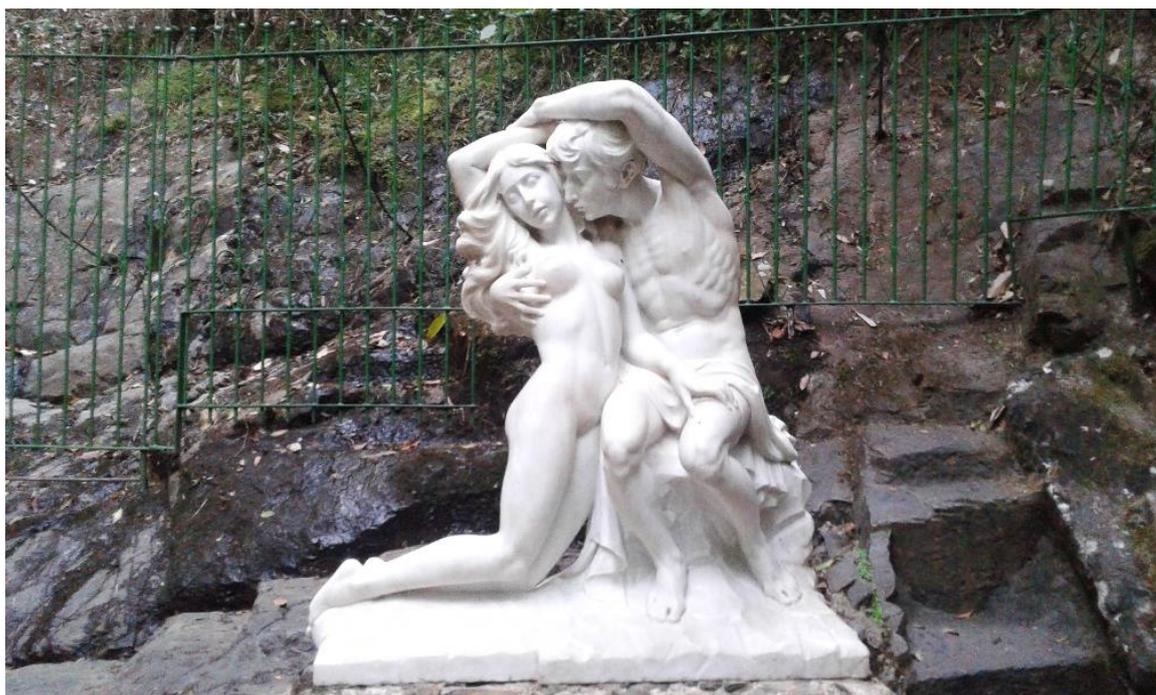


Figura 92: Monumento/Escultura da Fonte dos Amores. (Arquivo da pesquisa)



Figura 93: Detalhe do Tinguaito da Fonte dos Amores. (Arquivo da pesquisa)

Sítio de Geodiversidade 13: Cachoeira Véu das Noivas

Localiza-se na Latitude: 21° 46' 34''; Longitude: 46° 36' 41'' e, altitude de 1224 metros. É um símbolo turístico de Poços de Caldas. Situada no Ribeirão das Antas, a Cachoeira está localizada dentro do Complexo Turístico Véu das Noivas, a paisagem é composta por mata ciliar e rocha do tipo litológico sedimento clástico (quartzito). De acordo com ALVES (2003) são arenitos finos com estratificação cruzada plano-paralelas em posição levemente inclinado para o interior do maciço.



Figura 94: Cachoeira Véu das Noivas. (Arquivo da pesquisa)



Figura 95: Detalhe da Rocha. (Arquivo da pesquisa)



Figura 96: Amostra de Quartzito da Cachoeira Veu das Noivas. Amostra de Trabalho de Campo.

Sítio de Geodiversidade 14: Cascata das Antas

A Cascata das Antas está localizada na Latitude: 21° 45' 51'' e Longitude: 46° 36'18'' com altitude: 1098 metros. Rica em recursos hídricos, Poços de Caldas resolve associar os atrativos naturais da Cascata das Antas ao potencial hidrelétrico. Em 1898, inaugura sua primeira usina hidrelétrica, denominada Empresa Força e Luz (Figura 88), passando a ser uma das primeiras cidades do país a gerar a própria energia elétrica (MEGALE, 1999). O ponto turístico é formado por três quedas d'água, sendo que a principal (Figura 87) possui 10 metros de altura por 15 metros de largura (POÇOS DE CALDAS, 2001). No espaço há vários pontos de visualização da paisagem que está associada à formação rochosa de brechas de tinguaito e “marmitamentos”.



Figura 97: Cascata das Antas. (Arquivo da pesquisa)



Figura 98: Usina antiga. (Arquivo da pesquisa)

Sítio de Geodiversidade 15: Monjolinho

A fonte está localizada na Latitude: 21° 47' 37'' e Longitude: 46° 33' 23'' a 1267 metros. A Fonte de água radioativa (fonte do Monjolinho, figura 91 e 92) é bastante procurada pela população poçoscaldense e turistas. A paisagem nas proximidades é constituída de um bosque com vista parcial para a cidade.



Figura 99: Fonte do Monjolinho. (Arquivo da pesquisa)



Figura 100: Detalhes da Área. (Arquivo da pesquisa)

Sítio de Geodiversidade 16: Fonte dos Macacos/Balneário Mário Mourão

A Fonte de Água Sulfurosa está localizada à Latitude: 21° 47' 21'' e Longitude: 46° 33' 51'' na altitude: 1200 metros. O Sistema de captação (de 1862) e distribuição das águas termais sulfurosas do Fontanário dos Macacos foi captado a uma profundidade de 6 m abaixo do nível do balneário Mário Mourão, localizado tanto a sua surgência quanto a do Fontanário Pedro Botelho no ponto de cruzamento ou interconexão do sistema de fraturas com direções N14°E, N50°E e EW. Surgência Natural, sem bombeamento. A classificação da água segundo DNPM: Hipertermais, alcalinas, bicarbonatadas sódicas e sulfurosas, discretamente radioativa (Carvalho, 2013).

Sítio de Geodiversidade 17: Fonte Pedro Botelho/ Thermas Antônio Carlos

A Fonte de Água Sulfurosa localiza-se na Latitude: 21° 47' 12'' e Longitude: 46° 34' 7'' na altitude de 1200 metros. Na área de captação (Figura 102) das fontes que abastece a Thermas Antônio Carlos (Figura 101) foram encontrados “a cerca de 1m abaixo da surgência natural (5 m abaixo do nível atual da rua) três pontos de onde minava a água denominados de: Pedro Botelho, Mariquinhas e Chiquinha, que foram misturadas em um reservatório, passando a se chamar Fontanário Pedro Botelho” (COSTA et al., 1998 apud CARVALHO, 2013). Localização da fratura N14°E, N50°E e EW. As águas das respectivas fontes (Pedro Botelho, Mariquinha e Chiquinha) passam por um sistema de canalização e são encaminhadas naturalmente para o reservatório, onde são misturadas. Esse reservatório que é” totalmente vedado está adjacente às fontes, abaixo do nível do terreno natural, que recebe as águas captadas através de dois tubos dispostos em T: um, em posição superior; e outro em nível inferior, 2,85 metros abaixo do primeiro” (CRUZ & PIMENTEL, 1987 apud CARVALHO, 2013). Um sistema de bombeamento leva as águas para o Fontanário Pedro Botelho, Palace Hotel e Thermas Antônio Carlos. O bombeamento é na ordem de 30 mil litros de água por hora. O cálculo da vazão é realizado de forma rústica, pois não há equipamentos adequados para este fim, em nenhum dos Fontanários. Durante o dia, essas bombas estão ligadas permanentemente, mas são desligadas no período noturno. A necessidade desse bombeamento é devido “ao fato das respectivas fontes estarem situadas em uma área topograficamente baixa e os pontos a serem abastecidos pelas águas dessas fontes estarem situados em uma área topograficamente mais elevada” (FRANGIPANI, 1991). Classificação DNPM: Hipertermais, alcalinas, bicarbonatadas sódicas e sulfurosas, discretamente radioativa.



Figura 101: Vitral da Thermas Antônio Carlos. (Arquivo da pesquisa)



Figura 102: Detalhes da Canalização das Fontes. (Arquivo da pesquisa)

Sítio de Geodiversidade 18: Serra do Mirante de São Roque da Fartura

As serras que envolvem o planalto de Poços de Caldas alcançam 1637m no morro do Cristo Redentor, enquanto que o interior nivela em 1300m e segundo Almeida (1964) o relevo do planalto vem evoluindo a partir de uma superfície de erosão que nivela seus mais altos cimos em altitudes compreendidas entre 1550 a 1600m sendo que essa superfície não teria sido limitada à área eruptiva, estendendo-se à região gnáissica a noroeste dela, nivelando as serras do Mirante, da Forquilha e do Boqueirão, sobre as quais perde altura para oeste.

No bordo noroeste (NW) na latitude 21° 50' 36'' e longitude 46° 42' 50'' a 1489 metros ocorre gnaise de cor rósea foi transformado em fenito, de cor cinza esverdeado. Do gnaise para o fenito, ao longo da estrada de rodagem Cascata – São Roque da Fartura pode ser observado a seguinte sequência: 1. A mudança de cor rósea dos feldspatos no gnaise para cor cinza esverdeado, em zonas irregulares; 2. Diminuição do teor de quartzo da rocha; 3. Aumento do tamanho dos minerais, principalmente dos feldspatos; 4. Aparecimento de anfibólios sódicos. (ELLERT, 1959).

Essas rochas encontram-se distribuídas de maneira bastante irregular dentro do MAPC. Segundo Ulbrich (1984), são encontradas apenas nas regiões mais elevadas da Serra do Mirante, localizada a norte da cidade de Águas da Prata sendo que no interior do MAPC, essas rochas são encontradas na encosta interna do Anel Norte, e em alguns pontos a S e SW da região. Estruturalmente, as rochas do embasamento são invadidas pelas rochas alcalinas, sendo possível observar em alguns casos, diques e corpos menores de fonólitos cortando os arenitos. Localmente, são encontradas pequenas zonas irregulares de brechas onde os clastos predominantes, angulosos e centimétricos, são de arenito (ULBRICH, 1984). Evidências geológicas obtidas através do levantamento geológico realizado por Oliveira et al. (1983) constataram a presença de três pequenas ocorrências de rochas sedimentares clásticas, associadas a vulcânicas alcalinas (traquitos), em contato direto com o embasamento cristalino sendo geneticamente associadas ao evento tectônico gerador do maciço alcalino de Poços de Caldas.



Figura 103: Vista Parcial da Serra do Mirante



Figura 104: a) e b) Detalhe da rocha

Sítio de geodiversidade 19: Parque municipal da Serra de São Domingos

O Parque Municipal da Serra de São Domingos está localizado na Borda Norte do Maciço na Latitude: 21° 46; 36 e Longitude: 46; 34; 11 e, na Altitude de 1577 metros. O parque possui uma área delimitada pela Lei 4197 de 19/05/1988 de 253 ha. A serra está localizada em área contígua à mancha urbana de Poços de Caldas, sendo considerado o maior patrimônio ecológico da cidade. A área delimitada como Parque (Unidade de Conservação) abriga um preservado fragmento florestal, caracterizado como Floresta Estacional Semidecidual, do Bioma da Mata Atlântica. A mata é importante refúgio da fauna da região, considerando que seu entorno imediato é ocupado por pastagens, minerações e área urbana. A Serra de São Domingos integra a paisagem urbana da Estância Hidromineral de Poços de Caldas e foi tombada em 1989, pela Constituição do Estado, como Patrimônio Paisagístico e Monumento Natural de Minas Gerais. No alto da Serra de São Domingos, a 1600 metros de altitude, está o monumento do Cristo Redentor. O monumento é constituído com uma base de gnaiss e é construído com concreto (idealizada e concretizada por José Raphael Santos Neto, inaugurada em 1958). A vista da cidade do alto do Cristo é uma das mais belas paisagens de Poços de Caldas. Além do Cristo, a serra também é utilizada para prática de esportes. Possui trilhas pra caminhadas, pista de Paraglider e trilha para prática de Down Hill.

O acesso até o alto da serra se faz através da estrada asfaltada (no qual não são permitidas as subidas de ônibus), a pé pelas trilhas ou pelo teleférico, outro grande atrativo da cidade que liga o centro da cidade ao alto da serra.

Observações: O peso total do monumento Cristo Redentor é de, aproximadamente, 500 toneladas, sendo que a imagem do Cristo possui 160 peças, num total de 16 metros de altura.

Elemento de Geodiversidade 20: Museu Histórico e Geográfico de Poços de Caldas

O prédio onde está localizado o museu foi construído no final do século XIX para residência de Martinico Prado Júnior, o edifício da Vila Junqueira possui grande valor arquitetônico. O edifício torna-se a residência dos Junqueira. (...) nos anos 40 se transforma em hospedaria, nos 60 em escola. O Museu Histórico e Geográfico de Poços de Caldas foi inaugurado em 1972 em comemoração ao centenário da cidade (...) em 1996 ele foi transferido para a Vila Junqueira, prédio atual. (POÇOS DE CALDAS, 2007).

O acervo compreende:

- Quadros a óleo ou aquarelas: mostrando personagens e aspectos antigos da cidade, pintados pelos principais artistas poços-caldenses como Bruno Felisberti, De Luisi, Benedito Luisi, Aldo Stoppa, Pantaleão Stanziola, Edilson Barbosa, Nackle Curi, Gonçalves Barbosa e outros;
- Coleção e porcelanas inglesas e francesas do início do século XX;
- Moedas e papéis moeda do Brasil Império e República até nossos dias;
- Acervo fotográfico construído por mais de 4000 fotografias de personagens e visitas da cidade, desde 1880;
- Hemeroteca composta por jornais de Poços de Caldas, desde 1898 até os dias atuais;
- Vestimentas antigas, peças de toalete: chapéus e leques, assim como objetos de prata usados nas residências (talheres, fruteiras, poncheiras e outros);
- Armas Brancas (punhais, espadas) e de fogo (espingardas), e outras;
- Objetos de uso caseiro e artesanato folclórico.

-

Exposição Permanente: Rochas e Minérios do Planalto de Poços de Caldas

A seguir são apresentados os valores potenciais de cada geossítio e sítios da geodiversidade que compreende os dados de localização e acesso, tipo do local (área, área complexa, ponto ou seção), uso potencial e vulnerabilidade.

1- Sedimentos clásticos de Águas da Prata
Latitude: 21°56'9.19"S Longitude: 46°42'35.64"O Altitude: 913 metros Localização: Águas da Prata (SP)
Tipo: Área
Acesso: SP 342
Outros tipos de interesse: Didático (nível universitário)
Uso potencial: Científico, Turístico e Didático Vulnerabilidade: Natural (baixa)

2- Morro do Serrote
Latitude: 21°53'25.35"S Longitude: 46°38'36.49"O Altitude: 1464 metros Localização: Poços de Caldas (MG)
Tipo: Ponto
Acesso: Estrada de terra
Outros tipos de interesse: Didático (nível universitário)
Uso potencial: Científico Vulnerabilidade: Natural (baixa)

3- Pedreira Bortolan
Latitude: 21°47'12.64"S Longitude: 46°38'13.84"O Altitude: 1245 metros Localização: Poços de Caldas (MG)
Tipo: Ponto
Acesso: Estrada Divinolândia
Outros tipos de interesse: Didático (nível universitário)
Uso potencial: Científico Vulnerabilidade: Natural (baixa)

4- Vale do Quartel
Latitude: 21°54'52.70"S Longitude: 46°41'55.84"O Altitude: 936 metros Localização: Águas da Prata (SP)
Tipo: Seção
Acesso: SP 342
Outros tipos de interesse: Didático (nível universitário)
Uso potencial: Científico Vulnerabilidade: Natural (baixa)

5- Pedreira da Prefeitura
Latitude: 21°47'7.41"S Longitude: 46°31'58.03"O Altitude: 1382 metros Localização: Poços de Caldas (MG)
Tipo: Área
Acesso: Estrada do Selado
Outros tipos de interesse: Didático (nível universitário)
Uso potencial: Científico, Turístico e Didático Vulnerabilidade: Alta

6- Morro do Ferro
Latitude: 21°57'2.49"S Longitude: 46°30'17.54"O Altitude: 1361 metros Localização: Poços de Caldas (MG)
Tipo: Área
Acesso: BR 146
Outros tipos de interesse: Didático (nível universitário)
Uso potencial: Científico Vulnerabilidade: Alta

7- Campo do Agostinho
Latitude: 21°55'9.67"S Longitude: 46°32'25.20"O Altitude: 1381 metros Localização: Poços de Caldas (MG)
Tipo: Ponto
Acesso: BR 146
Outros tipos de interesse: Didático (nível universitário)
Uso potencial: Científico Vulnerabilidade: Natural (baixa)

8- Mina Osamu Utsumi – Campo do Cercado
Latitude: 21°58'12.70"S Longitude: 46°29'53.30"O Altitude: 1316 metros Localização: Poços de Caldas (MG)
Tipo: Área
Acesso: BR 146
Outros tipos de interesse: Didático (nível universitário)
Uso potencial: Científico Vulnerabilidade: Alta

9- Morro do Taquari
Latitude: 21°53'53.45"S Longitude: 46°26'58.71"O Altitude: 1245 metros Localização: Pocinhos do Rio Verde
Tipo: Área
Acesso: Estrada para o Taquari
Outros tipos de interesse: Didático (nível universitário)
Uso potencial: Científico Vulnerabilidade: Exploração (alta)

10- Pedra Balão
Latitude: 21° 45' 9'' Longitude: 46° 33' 21'' Altitude: 1391 metros Localização: Poços de Caldas (MG)
Tipo: Área
Acesso: Estrada para o Cristo
Outros tipos de interesse: Didático (nível universitário), Estético
Uso potencial: Científico, Turístico e Didático Vulnerabilidade: Natural (baixa)

11- Depósitos de Bauxita (Campo do Cocal; Campo do Saco; Morro das Árvores)
Latitude: Longitude: Altitude: Localização: Poços de Caldas (MG)
Tipo: Área
Acesso:
Outros tipos de interesse: Didático (nível universitário)
Uso potencial: Científico Vulnerabilidade: Natural (baixa)

12- Fonte dos Amores
Latitude: 21°46'45.37"S Longitude: 46°34'13.21"O Altitude: 1315 metros Localização: Poços de Caldas (MG)
Tipo: Ponto
Acesso: Rua Piauí, s/n°
Outros tipos de interesse: Didático (nível universitário)
Uso potencial: Científico, Turístico e Didático Vulnerabilidade: Natural (baixa)

13- Cachoeira Véu das Noivas
Latitude: 21°46'38.94"S Longitude: 46°36'42.32"O Altitude: 1206 metros Localização: Poços de Caldas (MG)
Tipo: Área
Acesso: Av. João Pinheiro
Outros tipos de interesse: Didático (nível universitário)
Uso potencial: Científico, Turístico e Didático Vulnerabilidade: Natural (baixa)

14- Cascata das Antas
Latitude: 21°45'53.79"S Longitude: 46°36'20.66"O Altitude: 1100 metros Localização: Poços de Caldas (MG)
Tipo: Área
Acesso: Av. Silvio Monteiro dos Santos
Outros tipos de interesse: Didático (nível universitário)
Uso potencial: Científico, Turístico e Didático Vulnerabilidade: Natural (baixa)

15- Monjolinho
Latitude: 21°47'36.17"S Longitude: 46°33'23.24"O Altitude: 1258 metros Localização: Poços de Caldas (MG)
Tipo: Ponto
Acesso: Av. Antônio Carlos
Outros tipos de interesse: Didático (nível universitário)
Uso potencial: Científico, Turístico e Didático Vulnerabilidade: Natural (baixa)

16- Fonte dos Macacos
Latitude: 21°47'24.47"S Longitude: 46°33'53.11"O Altitude: 1200 metros Localização: Poços de Caldas (MG)
Tipo: Ponto
Acesso: Rua Barros Cobra
Outros tipos de interesse: Didático (nível universitário)
Uso potencial: Científico, Turístico e Didático Vulnerabilidade: Natural (baixa)

17- Fonte Pedro Botelho
Latitude: 21°47'15.17"S Longitude: 46°34'7.87"O Altitude: 1201 metros Localização: Poços de Caldas (MG)
Tipo: Ponto
Acesso: Rua Juqueiras
Outros tipos de interesse: Didático (nível universitário)
Uso potencial: Científico, Turístico e Didático Vulnerabilidade: Natural (baixa)

18- Serra do Mirante de São Roque da Fartura
Latitude: 21°51'17.79"S Longitude: 46°42'0.76"O Altitude: 1450 metros Localização: São Roque da Fartura (SP)
Tipo: Ponto
Acesso: Estrada de São Roque
Outros tipos de interesse: Didático (nível universitário)
Uso potencial: Científico, Turístico e Didático Vulnerabilidade: Natural (baixa)

19- Serra de São Domingos
Latitude: 21°46'23.35"S Longitude: 46°34'11.36"O Altitude: 1589 metros Localização: Poços de Caldas (MG)
Tipo: Área
Acesso: Estrada para o Cristo
Outros tipos de interesse: Didático (nível universitário)
Uso potencial: Científico, Turístico e Didático Vulnerabilidade: Natural (baixa)

20- Museu Histórico e Geográfico de Poços de Caldas
Latitude: 21°47'6.58"S Longitude: 46°34'21.89"O Altitude: 1198 metros Localização: Poços de Caldas (MG)
Tipo: Ponto
Acesso: Rua Padre Henry Motton
Outros tipos de interesse: Didático (nível universitário); Cultural
Uso potencial: Científico, Turístico e Didático Vulnerabilidade: Baixa

CAPÍTULO 6

DISCUSSÃO DOS RESULTADOS E ESTRATÉGIAS DE GEOCONSERVAÇÃO

6.1 Proposta de Mapa do Patrimônio Geológico do Maciço Alcalino de Poços de Caldas

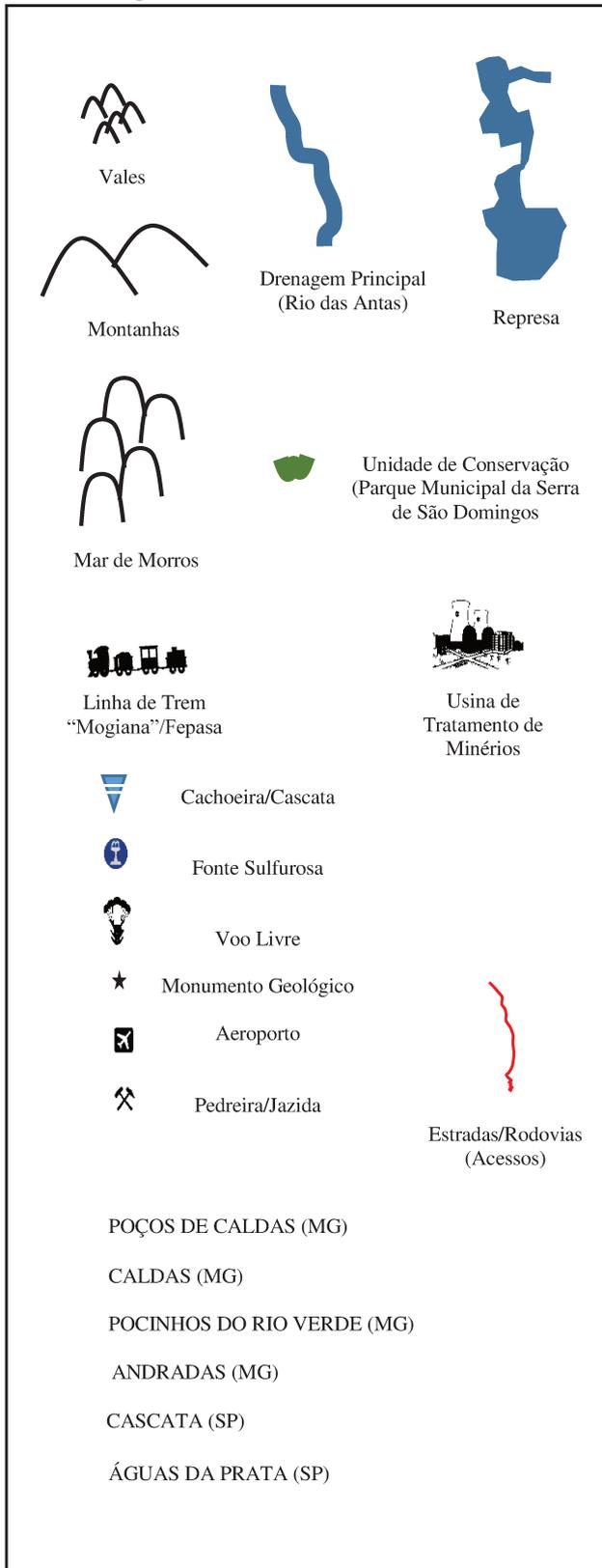
Como resultado da seleção dos geossítios e sítios da geodiversidade potenciais, foi elaborado o mapa do Patrimônio Geológico do Maciço Alcalino de Poços de Caldas na escala de 1:50.000. O mapa foi elaborado com base no Mapa geológico de Ellert et al (1959) e nas etapas de seleção de locais que contam a história geológica do Maciço. A área representada no mapa compreende a área total do Maciço Alcalino de Poços de Caldas (800 km²) e é representada por zonas topográficas de borda (anéis topográficos ou bordo). Os limites geográficos são à Norte a Serra de São Domingos e a Serra do Selado. À Leste estão à Serra das Laranjeiras e o Maciço da Pedra Branca. À Oeste está a Serra de Poços e o Vale do Quartel. E, a Sul está a Serra do Caracol e o Morro do Mel.

A representação dos símbolos cartográficos é hipotética como, por exemplo, a rede de drenagem. Porém é possível encontrar os locais exatamente. Ou seja, a partir de um mapa base insere temáticas específicas para representação do Patrimônio Geológico tornando-o um mapa temático e, os símbolos são aproximações exatas de amostras ou afloramentos.

A maior parte do maciço é coberto por campos; muitas áreas são propriedades rurais onde o uso e a ocupação do solo é agricultura essencialmente. A Mata Atlântica (remanescente florestal) compreende na Unidade de Conservação: Parque Municipal Serra de São Domingos (253 hectares de área preservada).

As estradas são rodovias (BR 146; BR 267; SP 215; SP 342 ou SP 346) e os acessos aos geossítios ou sítios da geodiversidade são asfaltados. Os locais são pontos turísticos e detêm de placas e sinalizações de trânsito.

Legenda:



GEOSSÍTIOS

1. SEDIMENTOS CLÁSTICOS DE ÁGUAS DA PRATA Sedimentos Clásticos
2. MORRO DO SERROTE Zircônio Uranífero
3. PEDREIRA BORTOLAN Brechas e Tufos
4. FAIXA PIROCLÁSTICAS DO VALE DO QUARTEL brechas, tufos e Aglomerados-
5. PEDREIRA DA PREFEITURA Nefelina sienito híbrido
6. MORRO DO FERRO Dique de Magnetita e tório e terras raras
7. CAMPO DO AGOSTINHO Rochas de alteração hidrotermal
8. CAMPO DO CERCADO Urânio
9. MORRO DO TAQUARI Zircônio
10. PEDRA BALÃO Lujaurito (eudialita)
11. DEPÓSITOS DE BAUXITA Bauxita

SÍTIOS DA GEODIVERSIDADE

Fonte dos Amores

Cachoeira Vêu das Noivas

Cascata das Antas

Monjolinho

Fonte dos Macacos e Pedro Botelho

Serra do Mirante de São Roque da Fartura

Serra de São Domingos

O sítio Sedimentos de Águas da Prata corresponde à litologia Sedimentos Clásticos, o corpo sedimentar está associado à uma fase anterior à intrusão alcalina, como parte dos sedimentos da Bacia Sedimentar do Paraná. Os geossítios Faixa Piroclástica do Vale do Quartel e Represa Bortolan ilustram as unidades geológicas correspondentes à fase de desenvolvimento da atividade vulcânica e piroclastos, correspondem a litologia de aglomerado vulcânico, ankaratritos, brechas e tufos. O sítio Pedreira da Prefeitura, representado por rochas nefelina sienito híbrido pode ser associado à formação da caldeira de subsidência e ascensão do magma nefelínico. Outros corpos de rochas alcalinas são representados pelos sítios Morro do Serrote, Morro do Taquari, Cercado. A intrusão de lujaurito e chibinito está associada ao geossítio Pedra Balão. Os geossítios Morro do Ferro/Campo do Cercado representam junto com a Mina Osamu Utsumi as mineralizações hidrotermais, com presença de dique anelar com ocorrência de Th, Mo, U e zircônio (Morro do Serrote), que sofreram alteração potássica e pititização dos fonolitos e dos sienitos, com uma mineralização de baixo grau, relacionada à fase de alteração hidrotermal. As Fontes Termiais aparecem como resultado de processos hidrotermais tardios, bem como a formação dos depósitos de bauxita do Campo do Cocal, Campo do Saco e Morro das Árvores.

6.2. Potencial científico, educativo e geoturístico do Maciço Alcalino de Poços de Caldas

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, pelo desenvolvimento do turismo em função particularmente das águas termiais e da paisagem local, com possibilidade de desenvolvimento de trilhas, caminhadas, esporte.

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 do Paraná. Com complexa relação entre as rochas alcalinas presentes e as rochas circunvizinhas, variedade de fácies litológicas, presença de

brechas, tufos, 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, como apresentado no capítulo 3. 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.

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 nessa pesquisa. Dentre os 20 locais que foram selecionados muitos tem uma relação direta com o turismo. Os locais descritos Águas da Prata, Serra do Mirante, Represa Bortolan, Cachoeira Véu das Noivas, Cascata das Antas, Fonte dos Amores, Fonte Sulfurosa Pedro Botelho e dos Macacos são pontos turísticos; considerando a infraestrutura oferecida pelo turismo e acesso que se diferencia de demais locais selecionados, muito embora representem ou não cientificamente a geociência local.

Os resultados apresentaram que a porção centro-norte da área de estudo apresentou maior potencial para o geoturismo, enquanto a porção sul se mostra pouco apta para iniciativas desta natureza.

Pelo fato desta pesquisa não ter como foco principal o inventário sistemático dos sítios de geodiversidade, não são apresentados dados de quantificação dos sítios com determinação dos valores da geodiversidade ou cálculo do uso potencial, como proposto por Brilha (2016).

A área merece um inventário sistemático e detalhado para a melhor caracterização do potencial turístico, científico e educativo.

Tendo em vista o campo geoturístico, geocientífico e geoeducativo como análise de pesquisa, foram usados os conhecimentos prévios da área, novas pesquisas, entrevistas, intervenções e ações, associados permanentemente a debates. Este material reunido na forma de fichário de locais de interesse geológico, transformou-se em um inventário de reconhecimento.

A escolha e seleção dos locais confirmam o exercício metodológico, fundado na interação da literatura e constatações *in situ*. Neste encontro os critérios de infraestrutura e acesso tiveram importância considerável para o entendimento das questões relacionadas ao resultado desenvolvido. No decorrer do processo de pesquisa, os critérios utilizados foram: recorrência bibliográfica, relevância temática e representatividade e tendo como parâmetros o potencial geocientífico, geoturístico e geoeducativo de cada localidade escolhida.

O primeiro resultado é que há, nestes parâmetros, indicativos de potencialidade *in situ*, advindos da capacidade turística por exemplo, principalmente do município de Poços de Caldas. Ou outro exemplo: pelo desenvolvimento de pesquisa e atividades científicas no contexto da geologia de Poços de Caldas, partindo das Universidades e que atestam o potencial científico e educativo.

Outro resultado possível: os locais selecionados são, criativamente, analisados por uma espécie de *identidade geológica*. Há uma convergência na literatura que expressa um mesmo significado. Um conjunto dispositivo de obras clássicas. As obras criam um sentido de identidade quando apontam um mesmo discurso teórico. Sobressaem de um conjunto dispositivo analisado. E, são filtrados por conceitos e temas. Esses conceitos são a identidade geológica sendo apurada. Os temas representam a geociência e sofrem influência do discurso teórico. Estes conceitos e temas formam a identidade geológica do maciço.

6.3. Estratégias de Geoconservação – Divulgação

6.3.1 Ação de divulgação por Cartão Postal

O trabalho de campo para realização do inventário produziu uma diversidade de experiências. Expor os resultados é também expor fotos, poemas, croquis, e toda uma produção que se inicia naquele lugar e sobre aquele lugar:

Alguns professores já podem tirar destas algumas experiências. Primeiramente, que os estudantes de Geografia, mesmo iniciantes em boa parte, podem apresentar após uma dezena de dias de trabalho intensivo – este tempo não é, alias, suficiente – um conjunto coerente de informações em grande proporção inéditas. Elas contribuíram para a tomada de consciência por uma parte da população estudada (mas não somente os notáveis e os intelectuais) de um certo número de problemas que, até então, ela não se colocava, e cujas soluções determinarão seu futuro. Seguramente, só se trata de uma iniciação à pesquisa, mas é o começo de uma verdadeira pesquisa. (LACOSTE, 2006)

Monteiro (2014) aponta para a experiência no Trabalho de Campo e a exposição destes arquivos mediado por cartões postais, como uma ampliação do espaço educativo: através da junção das experiências de Campo e os meios de comunicação (neste caso os cartões postais) que poderá refletir em uma escala local-regional-global de uma maneira mais líquida e universal, (ainda restam dúvidas desta “universalidade”), e ser o começo de uma verdadeira pesquisa. Há alguns objetivos específicos no proposta *Geografia Postal* que devem ser regidos ao aplicar o projeto no contexto do ensino:

- Compartilhamento dos diferentes olhares presentes no Trabalho de Campo mediante as visões diferenciadas dos sujeitos sociais envolvidos no projeto;
- Coleta de dados e informações específicas do lugar, de seus frequentadores e das relações que mantêm com outros espaços;
- Emersão de conteúdos curriculares disciplinares e interdisciplinares a ser contemplados na programação;
- Criação de recursos didáticos baseados nos registros;
- Divulgação dos processos e do resultado.

A proposta “Geografia Postais” (Monteiro, 2014), compreende também como uma prática que assume a produção do espaço de forma auto reflexiva, que reconhecem que a produção cultural e a produção do espaço não podem estar separadas e que a produção cultural e intelectual, sendo assim, é uma prática espacial, como revela Renata Marquez (2009): “*Trata-se de um movimento de exteriorização da subjetividade, entendendo-a não como um traço interior e construído subcutaneamente, mas antes a subjetividade como uma*

espacialização, uma prática espacial. Em vez de associar à subjetividade noções de introspecção e isolamento, incorpora-se a ela a prática do deslocamento e do trânsito”. (MARQUES, 2009)

O “Geografia Postais” (MONTEIRO, 2014) deve ser compreendida, como um meio de *expedição/exposição* (LACOSTE, 2006), constatação e recolhimento de dados, geração de informações específicas e úteis dos lugares visitados e fornecer subsídios de campo por meio da troca de cartões postais, por exemplo, entre frequentadores (moradores) e das relações que mantêm com outros espaços. A troca de cartão postais é uma prática antiga, desta vez, foi assumida pela condição portátil, e que formarão uma significativa “troca cultural”, a partir da “troca dos postais”:

A condição portátil desencadeia a autonomia de ação e a liberdade de criação de novas ficções vitais, praticando uma micropolítica – “[...] uma analítica das formações do desejo no campo social [...]” – de entendimento e de proposição de formas de coexistência. O portátil é aquilo que se pode transportar com facilidade. E se pode ser transportado, algo portátil pode ser também compartilhado, distribuído, disponibilizado. Por isso, as geografias portáteis são uma espécie de produção cultural e intelectual que se encaixa na categoria de geografia experimental, como a definiu Trevor Paglen: os geógrafos, ao invés de simplesmente estudar a geografia, criam geografias que são, por sua vez, geografias compartilháveis. As geografias portáteis comportam uma produção de espaço que reflete criticamente sobre os mecanismos da própria produção do espaço. (MARQUES, 2009)

Segundo Monteiro (2014), ainda é preciso considerar os problemas encontrados e propor soluções que, ao menos condizem com o olhar crítico e transformador - identificando as demandas das escolas e da sociedade somando ao contexto de lutas sociais frente aos projetos hegemônicos. Monta-se assim a relação universidade – escola - comunidade, a partir do espaço educativo abrangido, articulando os conhecimentos nos trajetos do Trabalho de Campo.



Figura 106: Cartão Postal Serra de São Domingos (Frente)



A series of horizontal lines for writing an address or message, separated by a vertical line on the left side.

Parque Municipal da Serra de São Domingos (Unidade de Conservação)
Localizada na Borda Norte, 1600 metros de altitude, o Parque Municipal da Serra de São Domingos possui área delimitada (Parque Ecológico) de 253 ha



Figura 107: Cartão Postal Serra de São Domingos (verso)

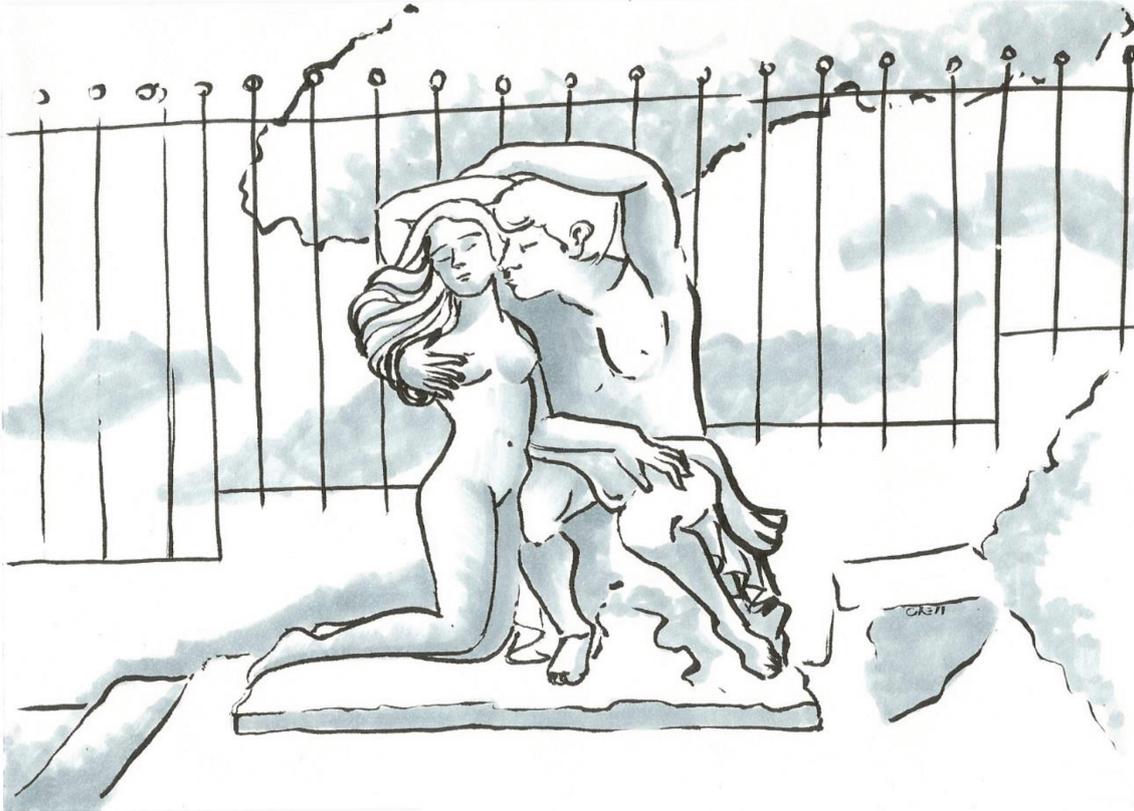


Figura 112: Cartão Postal Fonte dos Amores (frente)



Horizontal lines for the recipient's address, consisting of ten lines stacked vertically on the right side of the postcard.

Fonte dos Amores

Na Fonte dos Amores o tinguaito aflora no sopé da Serra, onde há água mineral em abundância formando um conjunto turístico e um dos principais atrativos turísticos de Poços de Caldas. O local é ponto de partida para a trilha que tem destino no Cristo Redentor (1600 metros de altitude). É conhecido pela importância histórico-cultural do monumento de mármore de Levi Strauss (Figura 70) e do acontecimento folclórico dos Caiapós, que são elementos da geodiversidade.



Figura 113: Cartão Postal Fonte dos Amores (verso)



Figura 114: Cartão Postal Fonte dos Macacos (frente)



A vertical line on the left side of the form is followed by a series of horizontal lines, providing space for an address.

Fonte dos Macacos

Sistema de captação (1862) e distribuição das águas termais sulfurosas do Fontanário dos Macacos foi captado a uma profundidade de 6 m abaixo do nível do balneário Mário Mourão. a sua surgência é no ponto de cruzamento ou interconexão do sistema de fraturas com direções N14°E, N50°E e EW. Surgência Natural, sem bombeamento. A classificação da água segundo DNP: Hipertermais, alcalinas, bicarbonatadas sódicas e sulfurosas, discretamente radioativa

Figura 115: Cartão Postal Fonte dos Macacos (verso)



Figura 116: Cartão Postal Pedra Balão (frente)



A vertical line on the left side of the address area, followed by a series of horizontal lines for writing the address.

Pedra Balão

A "Pedra Balão" é um afloramento de Lujaurito, "sui generis", apresenta textura tipicamente 'gnáissica', mas é composta pelos mesmos minerais dos fonolitos, tinguaito e foiaitos, sendo, portanto, uma rocha alcalina. Metassomatismo é um fenômeno possível de origem deste corpo geológico, quando o magma alcalino com muita sílica e temperatura elevada, tenha absorvido os minerais do gnaise, substituindo-se por outros oriundos de sua composição mantendo, entretanto, a textura da rocha primitiva.



Figura 117: Cartão Postal Pedra Balão (verso)

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Optamos por iniciar o inventário com uma espécie de retrospectiva historiográfica no qual o contexto geológico do maciço alcalino de Poços de Caldas é entendido como matéria-prima para a produção teórica. Neste duplo movimento (levantamento histórico e atualização) podemos investigar continuidades e rupturas deste processo científico, bem como possibilitar metodologias de consulta bibliográfica sobre o maciço de Poços de Caldas. Observamos as décadas entre 1960 a 1980 como períodos cruciais da história dos registros da produção científica. A partir de relatórios estruturados por meio do levantamento historiográfico registramos no inventário 465 locais potenciais. As 465 localidades foram filtradas por uma análise combinatória com a lista de amostras de rochas e minerais da Coleção Resk Frayha do Museu Histórico e Geográfico de Poços de Caldas (principal critério de seleção de geossítios). Alguns outros critérios centrais foram adotados para selecionar os geossítios e sítios de geodiversidade e que foram submetidos à valores de geodiversidade, tais como: recorrência na bibliografia, relevância do tema e representatividade científica, turística ou didática. A lista final foi analisada teoricamente e os geossítios submetidos à trabalho de campo. Este material catalogado forma a base fundamental para o Projeto de Patrimônio Geológico na escala do Maciço Alcalino de Poços de Caldas.

Observamos no levantamento historiográfico temas geradores como: geocronologia; interpretação geotectônica; mineralogia e petrografia; jazidas de zircão e caldacito; urânio e molibdênio; tório e ferro; alteração hidrotermal e “rochas potássicas”; bauxita e alteração intempérica; hidrogeologia; que fazem parte de um processo da especificidade disciplinar da geologia e fundamentam argumentos centrais ao conhecimento geológico regional. A produção teórica dos anos de 1959, 1962, 1965; 1966; 1974; 1984; são obras que fornecem relevância histórica e científica. De evolução desta série: Cartas geotécnicas (2014), estudos morfométricos de relevo 3D (2014), estudos geoambientais (2014) são avanços técnicos considerados pela produção científica.

As análises combinatórias com outros *campos* de conhecimentos, como sociologia, história, antropologia, folclore, etc. foram observados em campo e principalmente nas visitas à Biblioteca das Thermas Antônio Carlos, no Acervo Documental do Museu Histórico e Geográfico de Poços de Caldas e na Biblioteca Centenário (Espaço Cultural da Urca) que são considerados acervos comunitários e base de pesquisa local.

Os estudos sobre *patrimônio geológico* marcam o ponto crucial e definem, uma posição específica de desenvolvimento teórico no contexto atual. Toda a experiência para elaboração do inventário na região de Poços de Caldas, principalmente no que se refere a definição do que seja as *estratégias de geoconservação*, é de ordem inédita.

Essa experiência bastante específica na determinação do Patrimônio Geológico permitiu alguns desdobramentos em termos de propostas para a cidade de Poços de Caldas, o que se pode nomear como bases fundamentais para o projeto de patrimônio geológico do MAPC. O inventário pode ser entendido como parte da complexidade do sistema geossistêmico no qual relaciona os conhecimentos geocientíficos nas dimensões temporal e espacial, bem como na construção de relações com o conhecimento cotidiano e na sua aplicação nas relações sociais, na tomada de decisão para a sociedade.

O inventário de reconhecimento foi o primeiro passo para o que podemos chamar de **Patrimônio Geológico de Poços de Caldas**. No entanto, a continuidade de ações que promovam a conservação do patrimônio natural, associada ao patrimônio histórico e cultural, só será possível a partir do reconhecimento legal e legitimada pela população local, por meio de processos de divulgação e estratégias educativas. O envolvimento de setores governamentais e instituições ligadas à cultura e turismo é fundamental para a promoção dessas estratégias.

Entendemos, portanto, que essa dissertação, ao buscar, antes de mais nada, a organização do acervo científico produzido sobre a região, e a partir dele procurar entender quais locais devem preservar a memória geológica, avançou na preparação para a constituição do patrimônio local por meio do que possamos chamar de *identidade geológica*. A partir disso é que poderão ser encontradas respostas para as questões educativas e geoturísticas. Esse interesse é fruto direto da percepção construtiva popular (ou coletiva) que só acontece em paisagens urbanas, suburbanas e rurais, da qual é possível reconhecer a totalidade, bem como os benefícios (educacionais, sociais, culturais...) que a preservação da *identidade geológica* pode proporcionar.

Trata-se da procura por totalidades, um mapeamento de locais que seriam recriados e explorados nas ordens científicas, educativas e turística. As escolhas destes elementos respondem à necessidade imediata (valor científico, educativo e turístico e risco de degradação) de cada localidade. A relação deste geossítio com outros estudos (por exemplo, biologia, antropologia, folclore...) é, porém, de outra ordem. Podemos apontar convergências

dos estudos realizados com estes estudos citados, as quais se dão pela paisagem e elementos espaciais e pela observação do expectador; pela observação da paisagem e não pela construção de uma nova visão espacial desta; mas seja como for, é possível se apropriar dos elementos da natureza abiótica o que pode promover um desvelamento cognitivo a partir de novos conhecimentos, que levam o observador a entender a importância da preservação de locais com interesses que antes não eram reconhecidos, no que refere ao patrimônio.

A observação de elementos geológicos na paisagem do Maciço Alcalino de Poços de Caldas inclui também *estabelecer relações perceptivas com o meio natural*. Todos os locais identificados nessa pesquisa oferecem a possibilidade de desenvolver o raciocínio geológico por meio da reflexão sobre a história geológica local.

Através da estrutura global da geociência contemporânea, do Direito Internacional da Memória da Terra é que diversos *Geoparks* no nosso século foram criados. Assim, coexistem no Maciço Alcalino de Poços de Caldas elementos geológicos, culturais e turísticos/educativo que podem ser melhor relacionados em suas funções, de forma a promover a valorização, divulgação e preservação do Patrimônio Geológico em escala nacional.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA F. F. M. de.** (1983) Relações tectônicas das rochas alcalinas mesozoicas na região meridional da Plataforma Sul-Americana. *Rev. Bras. Geoc.*, 13(3):139-158.
- ALMEIDA F. F. M. de.** (1986) Distribuição regional e relações tectônicas do magmatismo pós-paleozóico no Brasil. *Rev. Bras. Geoc.*, 16(4):325-349.
- ALMEIDA F. F. M. de.** (1991) O alinhamento magmático de Cabo Frio. In: SBG, Simp. Geol. SE, 2, São Paulo, 1991. Atas. São Paulo, p. 423-428.
- ALMEIDA F.F.M.de,** (1967). Origem e evolução da Plataforma Brasileira. Rio de Janeiro, DNPM-DGM. 36p. (Boletim 241).
- ALMEIDA F.F.M.DE, BRITO-NEVES B.B.DE, CARNEIRO C.D.R.** (2000). The origin and evolution of the South American Platform. *Earth-Sci Rev.*, 50(1-2):77-111.
- ALMEIDA F.F.M.DE, CARNEIRO C.D.R., MIZUSAKI A.M.P.** (1996). Correlação do magmatismo das bacias da margem continental brasileira com o das áreas emersas adjacentes. *Rev. Bras. Geoc.* 26(3):125-138.
- ALMEIDA, F. F. M. de, CARNEIRO, C. D R.** (1998) Origem e evolução da Serra do Mar. *Revista Brasileira de Geociências*, 28, n. 2. p. 135-150.
- ALMEIDA, F.F.M.de; CARNEIRO, C.D.R.** (2012). Corpos alcalinos de Poços de Caldas, Itatiaia e São Sebastião. In: Y. HASUI, C.D.R. CARNEIRO, F.F.M.de. ALMEIDA, A. BARTORELLI. eds. 2012. *Geologia do Brasil*. São Paulo: Ed. Beca. p. 464-465. (Cap. 18d).
- ALMEIDA, F.F.M.de; CARNEIRO, C.D.R.; BARTORELLI, A.** 2012. Magmatismo pós-paleozoico no Brasil. In: Y. HASUI, C.D.R. CARNEIRO, F.F.M.de. ALMEIDA, A. BARTORELLI. eds. (2012). *Geologia do Brasil*. São Paulo: Ed. Beca. p. 430-452. (Cap. 18a).
- ALMEIDA FILHO R. & PARADELLA W. R.** (1976) Estudo do maciço alcalino de Poços de Caldas através de imagens LANDSAT com ênfase em mineralizações radioativas. Tese de Mestrado. Relat. INPE. 1112-TPT/065, 130 p.
- 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.
- BIZZI, L. A.; SCHOBENHAUS, C.; VIDOTTI, R. M.; GONÇALVES, J. H.** (2003) *Geologia, Tectônica e recursos minerais do Brasil: textos, mapas e GIS*. CPRM – Serviço Geológico brasileiro. Brasília.
- BIZZI, L.A.; VIDOTTI, R.M.** (2003) Condicionamento do Magmatismo pós-Gondwana. In: L. A. Bizzi, C. Schobbenhaus, R. M. Vidotti e J. H. Gonçalves (eds.). *Geologia, Tectônica e Recursos Minerais do Brasil*. CPRM, Brasília. p. 335-361.
- BJORNBERG, A. J. S.** (1959) Rochas clásticas do Planalto de Poços de Caldas. *Boletim da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da Universidade de São Paulo*, São Paulo. 237.

- BONOTTO D. M.** (1994) Utilização do Modelo isotópico de urânio no estudo de aquíferos do Morro do Ferro, Poços de Caldas (MG). *Revista Brasileira de Geociências*. 24 (1): 52-59
- 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.
- BONOTTO D. M.** (2014) ^{222}Rn and other dissolved gases in mineral Waters of southeast Brazil. *Journal of environmental radioactivity*. 132; 21-30
- BONOTTO D. M. K.; FUJIMORI. K.; MOREIRA.** (2006) Determination of weathering rate of Morro do Ferro TH-REEs deposit, Brazil using U-isotope method. *Applied Radiation and Isotopes* 65 (2007) 474–481
- BONOTTO D. M.; de LIMA J. L. M.;** (1997). Transferência de radônio 222 das rochas do Planalto de Poços de Caldas para as águas. *Revista Brasileira de Geociências*. 27 (2): 189-198.
- BRILHA, J. B. R.** (2005) Patrimônio Geológico e Geoconservação: a conservação da Natureza na sua vertente geológica. Braga, PALIMAGE, 190 p.
- BRILHA, J. B. R.** (2009). A Importância dos Geoparques no Ensino e Divulgação das Geociências. *Revista do Instituto de Geociências – USP Disponível on-line no endereço www.igc.usp.br/geologiausp - 27 - Geol. USP, Publ. espec., São Paulo, v. 5, p. 27-33, outubro.*
- BRILHA, J. B. R.** (2016) Inventory and Quantitative Assessment of Geosites and Geodiversity sites: a Review. *Geoheritage. The European Association for Conservation of Geological Heritage*. Springer.
- BROWN A. E. P** (1972) O aproveitamento de zircônio e do urânio do minério complexo ZrSiO e ZrO , (caldasito) da região de Poços de Caldas, Estado de Minas Gerais, Brasil. Dissertação de mestrado. Universidade de São Paulo. 130 p.
- BUSHEE, J.** (1974) Potassium-argon ages of some alkaline rocks from Southeast of Brazil. Berkeley, University of California. 145p. (PhD Thesis-University of California at Berkeley).
- CARVALHO, A. M. de** (2013) Avaliação da qualidade das águas termais sulfurosas distribuídas nas fontes da cidade de Poços de Caldas. (Dissertação) UNICAMP
- 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.
- CETEC.** (1987) Avaliação hidrogeológica e hidroquímica dos arredores de Poços de Caldas. Fundação Centro tecnológico de Minas Gerais. Belo Horizonte.
- CNEN [Comissão Nacional de Energia Nuclear]** (1974). 1ª Reunião brasileira sobre minério de urânio. Rio de Janeiro.
- CORDANI U.G.** 1970. Idade do vulcanismo no Oceano Atlântico Sul. São Paulo. *Bol. Inst. Geoc. Astr. USP*. 1:9-75.
- DME.** (1994) Departamento Municipal de Eletricidade. Guia de ruas de Poços de Caldas.

DME. (2015) Departamento Municipal de Eletricidade. Guia de ruas de Poços de Caldas.

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.

FRAENKEL, M. O.; SANTOS R. D. D.; LOUREIRO, F. E. D. V. L.; MUNIZ, W. D. S. (1985). Jazida de urânio no Planalto de Poços de Caldas – Minas Gerais in: SHOBHENHAUS, C.; COELHO, C. E. S, eds. Principais depósitos minerais do Brasil. V. 1. Recursos minerais energéticos MME, DNPM and CVRD, Brasília p. 89 – 103.

FRANCO, A.O.B.; HACKSPACHER, P.C.; GOGOY, D.F.; RIBEIRO, L.F.B.; GUEDES, S. (2005) História térmica do Maciço Alcalino de Poços de Caldas (SP/MG) e adjacências através da análise de datação por traços de fissão em apatitas. Revista Brasileira de Geociências. 35(3): 351-358.

FRAYHA, R. (1962) Urânio e Tório no Planalto de Poços de Caldas. Departamento Nacional de Produção Mineral.

FRAYHA, R; de SOUZA, O. M; de ARAÚJO, D. N. (1972) Projeto Poços de Caldas (ROC-601). Relatório Final - CPRM. Ministério das Minas e Energia. Comissão Nacional de Energia Nuclear. Convênio CNEN – CPRM.

FRODEMAN R. (2010) O raciocínio geológico: a geologia como uma ciência interpretativa e histórica. Terrae didática, 6(2):105-119. Disponível online <http://www.ige.unicamp.br/terraedidatica/>.

FUERTES-GUTIÉRREZ. I. & FERNANDEZ-MARTÍNEZ. E. (2012) Mapping Geosites for geoheritage management: a methodological proposal for regional park of Picos de Europa (León, Spain). Springer. Environ. Manag. Vol. 50., issue 5, pp 789-806.

FUNDAÇÃO S.O.S MATA ATLÂNTICA & INPE, INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. (2012) Atlas dos remanescentes florestais de Mata Atlântica (2012). Dados parciais dos Estados avaliados até maio de 2012 São Paulo.

GARCIA, M. da G M, BRILHA J. B. R, et al. (2017) The inventory of geological heritage of the State of São Paulo, Brazil: methodological basis, results and perspectives. Geoheritage. Disponível online em: <https://www.researchgate.net/publication/312205208>

GARDA, G. M; (1990) A alteração hidrotermal no contexto da evolução geológica do maciço alcalino de Poços de caldas. Tese. Universidade de São Paulo. 213 p.

GORSKY V. A. & GORSKY E. (1974) Contribuição a mineralogia e petrografia do Planalto de Poços de Caldas. Com. Nac. Energ. Nucl. Rio de Janeiro, Bol. 13. 93 p.

GRAY M., GORDON J.E, BROWN E.J (2013). Geodiversity and the ecosystem approach: the contribution of geoscience in delivering integrated environmental management. Proc Geol Assoc 124(4):659–673.

GRAY, M. (2004) Geodiversity: Valuing and Conserving Abiotic Nature. John Wiley and Sons, Chichester –England.

HACKSPACHER, P.C.; RIBEIRO, L.F.B.; RIBEIRO, M.C.S.; FETTER, A.H.; HADLER NETO, J.C.; TELLO, C.A.S.; DANTAS, E.L. (2004). Consolidation and break-up of South American Platform in Southeastern Brazil: Tectonothermal and denudation histories. Gond. Res., 7:91-101.

HERZ, N. (1977) Timing of spreading in the South Atlantic: information from Brazilian alkalic rocks. Geological Society of America Bulletin, 88: 101-112

HIRATA. M. T. (2009) Caracterização geotécnica com base na compartimentação fisiográfica. Aplicação em Poços de Caldas. UNESP. 92 p.

IBGE. (1972) Carta Topográfica de Poços de Caldas, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Escala: 1:50:000. Primeira Edição. Disponível online no endereço:

<http://mapas.ibge.gov.br/pt/bases-e-referenciais/bases-cartograficas/mapas-municipais>

LACOSTE, Y. (2006) A pesquisa e o trabalho de campo: um problema político para os pesquisadores, estudantes e cidadãos. Revista Heródote nº 8, out./dez. páginas 3 à 20, 1977. In: Boletim Paulista de Geografia, v. 84, p. 77-92.

LEONARDI, F. A. (2007). A relação dos perfis lateríticos bauxíticos com as superfícies geomórficas do planalto de poços de caldas sp/mg. UNICAMP. 156 p.

LISTRINO M.; DALLAI, L.; GIRODANO R.; GOMES. C.B.; MELLUSO, L.; MORBIDELLI, L.; RUBERTI, E.; TASSINARI, C.C.G. (2003). Geochemical and Sr-Nd-O isotopic features of the Poços de Caldas Alkaline Massif (SP-MG, SE Brasil): relations with the Serra do Mar analogues. In: South Am. Symp. Isotope Geology, 4, Salvador, Short Papers, 593-595.

MANTESSO-NETO, V.; Bartorelli, A.; Carneiro, C. D. R.; Brito-Neves, B. B. (2004) Geologia do Continente Sul-Americano: Evolução da Obra de Fernando Flávio Marques de Almeida. Editora Beca. 673p.

MARQUEZ, R. M. (2009). Geografias portáteis: arte e conhecimento espacial. Tese (Doutorado) Universidade Federal de Minas Gerais. Instituto de Geociências. UFMG. 243 p.

MARRICHI, J. M. O. (2009) A cidade termal: ciência das águas e sociabilidade moderna entre 1839 a 1931. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Filosofia e Ciências Humanas.

MÁRTIRES, R. A. C. (2001) Balanço Mineral Brasileiro 2001 – Alumínio. DNPM. Departamento Nacional de Produção Mineral.

MEGALE, N. (1999) Memórias Históricas de Poços de Caldas. 1ª Edição.

MONTEIRO, V. A. (2014). Geografia Postais. VII Congresso Brasileiro de Geógrafos. Vitória – ES. Agosto.

MORAES, F. T. (2007) Zoneamento geoambiental do Planalto de Poços de Caldas (MG/SP) a partir de análise fisiográfica e pedoestratigráfica. UNESP.173 p.

MONIZ, A. C. Estudo Mineralógico de Argilas do Maciço Alcalino de Poços de Caldas. 1964. Tese (FFCL – Universidade de São Paulo). São Paulo.

MOTOKI, A.; VARGAS T.; CHIANELLO E.; CORREA F. J. G.; OLIVEIRA J. L. S.; KLOTZ M. (1988) Nível de denudação atual do Complexo Alcalino de Poços de Caldas (MG/SP). Departamento de Geologia/Geofísica da Universidade do Estado do Rio de Janeiro - UERJ. Boletim de Congresso Brasileiro de Geologia.

MOTOKI, A.; SICHEL, S. (2006) Avaliação de aspectos texturais e estruturais de corpos vulcânicos e subvulcânicos e sua relação com o ambiente de cristalização, com base em exemplos do Brasil, Argentina e Chile. Geociências. Escola de Minas – Ouro Preto 59 (1): 13-23.

MOHRIAK W.U. (2004). Recursos energéticos associados à ativação tectônica mesozóica-cenozóica da América do Sul. In: V. Mantesso Neto, A. Bartorelli, C.D.R. Carneiro, B.B.de Brito-Neves. orgs. 2004. Geologia do Continente Sul-Americano: Evolução da obra de Fernando Flávio Marques de Almeida. São Paulo: Ed. Beca. p. 293-318. (Cap. 17).

OLIVEIRA, M.A.F.; ALVES, R.F; COIMBRA, A.C. (1975) sedimentação associada ao vulcanismo alcalino de Poços de Caldas (Divinolândia, SP) Boletim IG. Instituto de Geociências, USP, V. 6: 13-19, 1975

PARADELLA W. R. & ALMEIDA FILHO R. (1976) Condicionamento das mineralizações radioativas no Planalto de Poços de Caldas, baseado em imagens MSS do LANDSAT. Na. XXIX. Cong. Brasil.Geol., Ouro Preto, 181-190.

PEREIRA R. G. F. A. (2010). Geoconservação e desenvolvimento sustentável na Chapada Diamantina (Bahia – Brasil). 295 p. Tese de Doutorado. Escola de Ciências da Universidade do Minho – Portugal.

POÇOS DE CALDAS. (2006) Prefeitura Municipal e Secretaria de Planejamento e Desenvolvimento Urbano. Revisão do Plano Diretor do Município de Poços de Caldas: diagnóstico preliminar.

POÇOS DE CALDAS. (2007) Inventário Turístico de Poços de Caldas. Secretaria Municipal de Turismo. Disponível online no endereço: <http://www.pocosdecaldas.mg.gov.br/site/wp-content/uploads/2013/04/Invent%C3%A1rio-Tur%C3%ADstico-de-Po%C3%A7os-de-Caldas.pdf>

POÇOS DE CALDAS. (2010) Prefeitura Municipal e Departamento de Meio Ambiente. Plano de Manejo do Parque Municipal da Serra de São Domingos. UFLA. Lavras (MG).

POÇOS DE CALDAS. (2012) Prefeitura Municipal de Poços de Caldas. Patrimônio Histórico (Informações Turísticas)

QUARESMA, L. F. (2009) Perfil da Mineração de bauxita. Relatório técnico 22. Ministério de Minas e Energia.

RAMALHO, M. M. (1991) Declaração Internacional dos Direitos à Memória da Terra (Digne, 1991) Comunidade do Serviço Geológico de Portugal. T. 77. P. 147-148. Disponível online no endereço: <http://www.progeo.pt/pdfs/direitos.pdf>.

RODRIGUES, J.; CARVALHO, C. N. de. (2009) Geopark Naturtejo: os Geoparques e a sua importância científica e cultural. In: III Encontro de Professores de Geociências do Alentejo e Algarve. As novas Fronteiras da Geologia.

SADOWSKI E DIAS NETO (1981). O lineamento sísmo-tectônico do Cabo Frio. Rev. Bras. Geoc., 11(4):209 - 212.

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.

SCHOBENHAUS, C.; SILVA, C. R. da. (2010) O papel indutor do serviço geológico do Brasil na criação de Geoparques. Serviço Geológico Brasileiro, CPRM. Disponível online no endereço: <http://www.cprm.gov.br/publique/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?sid=134>

SCHORSCHER, H.D.; SHEA, M.E. (1992) The regional geology of the Poços de Caldas alkaline complex: mineralogy and geochemistry of selected nepheline syenites and phonolites. Journal of Geochemistry Exploration, 45, p.25-51.

SHARPLES, C. (2002). Concepts and principles of geoconservation. Tasmanian Parks & Wildlife Service. Disponível em: <http://dpiwwe.tas.gov.au/Documents/geoconservation.pdf> Acesso em Janeiro de 2018.

SHEA, M.E. (1992) Isotopic geochemical characterization of selected nepheline syenites and phonolites from the Poços de Caldas alkaline complex, Minas Gerais, Brazil. Journal of Geochemical Exploration Volume 45, Issues 1–3.p. 173-214

SONOKI, I.K.; GARDA, G. M. (1988) Idades K/Ar de rochas alcalinas do Brasil meridional e Paraguai oriental; compilação e adaptação às novas constantes de decaimento. Boletim do Instituto de Geociências da USP, Série Científica 19, 63-85.

TAKENAKA L.B., LANA, C.; SCHOLZ, R.; NALINI JR., H.A.; ABREU, A.T. (2015) Optimization of the in-situ U-Pb age dating method via LA-Quadrupole-ICP-MS with applications to the timing of U-Zr-Mo mineralization in the Poços de Caldas Alkaline Complex, SE Brazil. Journal of South American Earth Sciences 62 (2015) 70-79.

TINÓS, T. M. (2011) Mapeamento geológico-geotécnico a partir da metodologia de análise integrada: ensaio de aplicação no município de Poços de Caldas, MG. (Tese) UNESP

TOLBERT, G. E. (1966) The uraniferous zirconium deposits of the Poços de Caldas Plateau, Brazil. U.S.Geol.Surv.Bull. 1185-C, 28 p.

TOMAZ-FILHO, A. & RODRIGUES, A. L. (1999) O alinhamento das rochas alcalinas de Poços de Caldas – Cabo Frio (RJ) e sua continuidade na cadeia Vitória-Trindade. Revista Brasileira de Geociências. 29(2):189-194, junho.

TOSATTO, P. (2001) Orville A. Derby "O Pai da Geologia do Brasil" - DNPM - Museu de Ciências da Terra; CPRM - Serviço Geológico do Brasil.

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. 1984

ULBRICH, H.H.G.J, ULBRICH, M.N.C. (2000) The lujavrite and khibinite bodies in the Poços de Caldas alkaline massif, southeastern Brazil: a structural and petrographic study. *Revista Brasileira de Geociências* 30, 615-622.

ULBRICH, H.H.G.J; VLACH, S.R.F.; ULBRICH, M.N.C; KAWASHITA, K. (2002) Penecontemporaneous, syenitic-phonolitic and basic-ultrabasic-carbonatitic rocks at the Poços de Caldas Alkaline Massif, SE, Brazil: geologic and geochronologic evidence. *Revista Brasileira de Geociências*, v.32, n.1, p.15-36.

ULBRICH, H.H; GOMES, C.B. (1981) Alkaline rocks from continental Brazil. *Earth Sci.Rev.* 17, 135-154.

VIENNA: INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY. (1986) Correlation of uranium geology between South America and Afric. 1986. (Technical reports series: 270). ISBN: 9201453868.

WEDOW, JR. H. (1967) The Morro do Ferro thorium and rare-earth ore deposit, Poços de Caldas district, Brazil. *U.S.Geol.Surv.Bull.*, 1185-D, 34p.

WILLIAMS, D. (2001) Memorial da Companhia Geral de Minas, Subsidiária da Alcoa Alumínio S/A: seus 65 anos (1935-2000). *História da Mineração em Poços de Caldas.*

Anexo 1

Veraneio em Poços de Caldas

DRUMOND DE ANDRADE, Carlos. Seleção de textos: Brasil, “terra e alma”. Editôra do Autor. Exemplar nº 3184. Rio de Janeiro. 1967.

Veraneio em Poços de Caldas

As CALDAS DA RAINHA, de Portugal, aqui em Minas Gerais, viraram por similitude das águas, Poços de Caldas, a antiga freguesia de Nossa Senhora da Saúde das Águas de Caldas, a 1.186 metros de altitude, no alto da Serra de São Domingos, rodeada de flores e verduras, entre montanhas e vales. Hoje, a 480 quilômetros asfaltados da Guanabara. Saia pela Dutra, quando chegar pelas alturas do quilômetro 223, quebre a mão direita, como diriam meus avós mineiros, e siga via Piquete, suba a serra da Mantiqueira, aproveite os panoramas. Passe por Bicas do Meio, encontre duas barragens, se quiser almoce em Itajubá. Logo adiante, não há como não comer e levar o doce de leite Piranguinho, pé-de-moleque com amendoim inteiro ou moido. É comer e pedir mais. Pense nas calorias depois, e trate de deixa-las nas banheiras sulfurosas, nas duchas ou nas mãos hábeis dos massagistas de Poços. No meio da tarde, se sai cedo (são 7 horas e meia, 8 horas, de estrada, sem correr) você estará lá.

A minha estaçõzinha de veraneio de a doze anos atrás cresceu que foi uma barbaridade, nesse jeito sem beleza em que se crescem, geralmente nossas antigas cidadizinhas: arranha-céus desajeitados entre as velhas pracinhas simples e saborosas, os casarões serenos. Mas não há outro jeito. Restam o céu, o ar puríssimo, o frio seco e estimulante, as termas.

Procuro marcos, o velho Palace, as fontes luminosas que não se acendem mais, os carrinhos puxados a bode, que se multiplicaram, as charrettes e os cavalos de aluguel também. Os cinemas são os mesmos velhos e cansados.

Obedeceram ao mesmo “cresci e multiplicai-vos” as lojas de doces e vinhos da região (são fabulosos!), os objetos de folclore, máquinas de moer café e pimenta, ferros de engomar, desrespeitados na pureza de suas formas simples com uma purpurina de última hora, algumas florezinhas coloridas de mau jeito.

A gente, essa é doce e cordia, ainda incontaminada da pressa e egoísmo, da neurastenia das grandes cidades. Pede-se um endereço e somos levados até a porta da casa do médico, com doçura e bem-querer gratuitos, o médico propriamente dito espirra saúde, bondade, alegria de viver sob cabelos brancos, na cara rosada, na declaração de amor à vida, no corujismo comovente com quem mostra o retrato do belo rapagão, que é o filho.

Faz duas horas que cheguei e já posso constatar que desembarquei noutra planeta, quando me acompanha à porta, me mostra a grande Lua subindo serena no céu prateado e pergunta como é que pode haver gente ingrata não gostando desse mundo, em que se pode ver um céu daqueles, tratar de pulmões com aquele ar que os próprios anjos do céu deveriam agradecer antes de respirar.

Mendigos pela rua, não há, decerto afastados por aqueles cartazes: “Não dê esmolas. Menino pidão, adulto ladrão” e Socorra ao seu semelhante visitando o SOS. Não correm apenas com os mendigos, cuidam deles.

O chofer (Seu Moraes) que nos leva para umas voltas, a descobrir e redescobrir os atrativos locais, é um circerone de fala mansa, sobe onde se encontra o melhor courinho de porco do mercado, dá os seus palpites sobre os vinhos, leva as duas fábricas de cristais (mas esta é outra conversa).

Aquele velho casarão em frente ao depósito de vinhos é dos Ottoni (tem 70 metros de fundo, com direito a pé de café e rosa trepadeira). Bonito é o novo bairro-jardim dos ricos, não deixe de levar compota de manga e figo em caldas. Não deixo.

No começo da noite, há um carro enguiçado. “Tem uma chave de rodas?” Não havia de ter? Entrega a chave e segue caminho ante o nosso carioca. “Deixou a chave? É seu conhecido?” – “Uai, não dona. Mas não viu ele dizer que deixa amanhã no Posto do Barbudo?” – “Mas deixa mesmo?” – “Deixa, uai...”

Elisie Lessa

Anexo 2

Tabela 11: Atlas

Mapas Base					
nome	tipo	escala	fonte/autor	finalidade	data
Planta de Situação	Planta	1:10.000	Fonte Pedro Botelho e Fonte dos Macacos (Prefeitura Municipal de Poços de Caldas)	Planejamento Urbano	1984
Carta de Zoneamento Urbano	Planta	1:10.000	Zoneamento e Limite do Perímetro Urbano (Prefeitura Municipal de Poços de Caldas)	Planejamento Urbano	1984
Maciço Alcalino de Poços de Caldas	Mapa Geológico	1:50.000	Instituto de Geociências - Universidade de São Paulo (USP). ULBRICH, G. H. H.	Científico	1984
Poços de Caldas	Carta	1:30.000	Departamento Geográfico de Minas Gerais	Cartográfica	1948
Maciço Alcalino de Poços de Caldas	Mapa Geológico	1:50.000	Companhia Nacional de Energia Nuclear (CNEN). GORSKY & GORSKY;	Científico	1974-1979
Folha Hidrográfica de Poços de Caldas	Carta Hidrográfica	1:50.000	Fonte: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE)	Científico	2016
Mapa Estatístico de Poços de Caldas	Carta Estatística	1:50.000	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE)	Infográfico - Cartográfico	2010
Mapa Geológico do Estado de Minas Gerais	Mapa Geológico	1:50.000	Serviço Geológico Brasileiro - CPRM	Cartográfico	2014
Poços de Caldas	Carta Topográfica	1:50:000	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) Departamento de Cartografia	Cartográfica	1972
Maciço Alcalino de Poços de Caldas	Mapa Geológico	1:75:000	Departamento de Geologia e Paleontologia - Universidade de São Paulo (USP). ELLERT, R. et al.	Científico	1959

nome	tipo	escala	finalidade	data
Mapa do Planalto de Poços de Caldas. Áreas uraníferas e áreas toríferas. Representação: 800 m ²	Mapa Geológico Simplificado	1:60.000	Prospecção mineral	1962
Esboço da Jazida Morro do Ferro	Esboço geológico		Prospecção mineral	1962
Sessão radiométricas da Jazida Morro do Ferro (minério de tório)	Sessão radiométrica		Prospecção mineral	1962
Mapa do Campo do Cercado	Mapa Geológico	1:1.000	Prospecção mineral	1962
Jazida do Campo do Cercado (área 2)	Mapa Geológico	1:1.000	Prospecção mineral	1962
Jazida do Cercado – sessão radiométricas	Sessão radiométrica		Prospecção mineral	1962
Mapa do “Alto Taquari” – Zircônio e Urânio	Mapa Geológico		Prospecção mineral	1962
Mina do Serrote – Zircônio Uranífero	Mapa Geológico		Prospecção mineral	1962
Corte Geológico Jazida Brígida – Poços de Caldas (MG)	Perfil Geológico		Prospecção mineral	1962
Mapa da Mina Três Barra e Tororó	Mapa Geológico		Prospecção mineral	1962
Jazida do Taquari	Mapa Geológico		Prospecção mineral	1962
Mapa de Localização	Mapa de Localização		Científico	1984
Esboço Geológico Geral. Segundo WERNICK E ARTUR (1983)	Esboço Geológico		Científico	1984
Mapa Geológico. Segundo ELLERT, R. et al (1959)	Mapa Geológico Simplificado		Científico	1984
Mapa de Detalhes – Nefelina Sienitos	Mapa Geológico Simplificado		Científico	1984
Mapa Geológico do Maciço de Poços de Caldas. Segundo CNEN. (1963)	Mapa Geológico Simplificado		Científico	1984
Mapa Altimétrico	Mapa Geológico Simplificado		Científico	1984

Esboço Estrutural	Esboço Geológico		Científico	1984
Estrutura Interna do Maciço Alcalino	Mapa Geológico Simplificado		Científico	1984
Mapa de localização das nefelinas-sienitos	Mapa Geológico		Científico	1984
Mapa de localização das amostras	Mapa Geológico		Científico	1984
Mapa de detalhes (Região da Pedra Balão)	Mapa Geológico (detalhes)		Científico	1984
Esboço geológico do complexo Alcalino de Poços de Caldas e caracterização dos campos mineralizados (...)	Imagem LANDSAT	1:1.000.000	Prospecção mineral radioativa	1966/1967
Esboço geológico e dados geocronológicos do Maciço Alcalino de (...) (datações geocronológicas)	Imagem LANDSAT	1:1.000.000	Prospecção mineral radioativa	1966/1967
Esboço geológico estrutural da região baseado na interpretação visual da imagem LANDSAT	Imagem LANDSAT	1:1.000.000	Prospecção mineral radioativa	1966/1967
Aspecto Regional da área, mostrado pela Banda 5 – LANDSAT	Imagem LANDSAT	1:1.000.000	Prospecção mineral radioativa	1966/1967
Visão Regional da área, obtida pela banda do canal 7. estruturas circulares observadas no interior (...)	Imagem LANDSAT	1:1.000.000	Prospecção mineral radioativa	1966/1967
Esboço fotogeológico do Maciço Alcalino, obtidos a partir de imagens do LANDSAT no I100	Imagem LANDSAT	1:1.000.000	Prospecção mineral radioativa	1966/1967
Detalhe da estrutura circular-dômica da área centro-(?)este ampliada no I100 (Esc.1: 1.000.000)	Imagem LANDSAT	1:1.000.000	Prospecção mineral radioativa	1966/1967

Aspectos da estrutura circular na extremidade oeste do Maciço, englobando os campos do Quirino e Serrote, ampliada no I100	Imagem LANDSAT	1:150.000	Prospecção mineral radioativa	1966/1967
Feição circular-dômica ao Sul da Cidade de Poços de Caldas. Notar que (...)	Imagem LANDSAT	1:1.000.000	Prospecção mineral radioativa	1966/1967
Detalhes da estrutura circular ao norte do Maciço sobre o grande dique anelar notar o rompimento do mesmo	Imagem LANDSAT	1:1.000.000	Prospecção mineral radioativa	1966/1967
Região de Poços – Density Color Slicer	Imagem LANDSAT	1:1.000.000	Prospecção mineral radioativa	1966/1967
Canal 7 realçado – aspectos regionais	Imagem LANDSAT	1:1.000.000	Prospecção mineral radioativa	1966/1967
Composição colorida – Maciço Alcalino e suas encaixantes	Imagem LANDSAT	1:1.000.000	Prospecção mineral radioativa	1966/1967
Composição Colorida (canal 5 e 7 LANDSAT)	Imagem LANDSAT	1:1.000.000	Prospecção mineral radioativa	1966/1967
Canal 7 do scanner multiespectral (...)	Imagem LANDSAT	1:1.000.000	Prospecção mineral radioativa	1966/1967
Aspecto local do Maciço	Imagem LANDSAT	1:1.000.000	Prospecção mineral radioativa	1966/1967
Aspecto do Maciço Alcalino	Imagem LANDSAT	1:1.000.000	Prospecção mineral radioativa	1966/1967
Aspecto do Maciço – drenagem	Imagem LANDSAT	1:1.000.000	Prospecção mineral radioativa	1966/1967
Tema obtido pela técnica “Slicer” (amarelo)	Imagem LANDSAT	1:1.000.000	Prospecção mineral radioativa	1966/1967
Canal 7 (<i>contrast stretch</i>)	Imagem LANDSAT	1:1.000.000	Prospecção mineral radioativa	1966/1967

Técnica de filmagem e imagens originais	Imagem LANDSAT	1:1.000.000	Prospecção mineral radioativa	1966/1967
Produto de Filmagem	Imagem LANDSAT	1:1.000.000	Prospecção mineral radioativa	1966/1967
Esboço estrutural/áreas mineralizadas condicionada às estruturas circulares internas	Esboço Geológico	1:1.000.000	Prospecção mineral radioativa	1966/1967
Esboço radiométrico do Planalto de Poços de Caldas	Esboço Geológico	1:1.000.000	Prospecção mineral radioativa	1966/1967
Esboço altimétrico	Esboço Geológico	1:1.000.000	Prospecção mineral radioativa	1966/1967
Esboço aeromagnetamétrico	Esboço Geológico	1:1.000.000	Prospecção mineral radioativa	1966/1967
Superfície de tendência de 8° grau (...)	Imagem LANDSAT	1:1.000.000	Prospecção mineral radioativa	1966/1967
Mapa simplificado do Maciço Alcalino de Poços de Caldas. Segundo ELLERT, R. et al (1959)	Mapa Geológico Simplificado		Científico	1983
Mapa de localização geral dos corpos de nefelina sienitos	Mapa Geológico Simplificado		Científico	1983
Mapa – Geologia dos corpos de Nefelina-Sienitos	Mapa Geológico Simplificado		Científico	1983
Tabela de características mineralógica	Tabela		Científico	1983
Mapa de Serviços de telefonia	Mapa		Planejamento Urbano	1992
Mapa de Localização dos equipamentos de saúde	Mapa		Planejamento Urbano	1992
Mapa: Educação. Atendimento Infantil	Mapa		Planejamento Urbano	1992
Mapa: Educação. Estabelecimentos de ensino	Mapa		Planejamento Urbano	1992

Mapa: Educação. Estabelecimentos de ensino superior	Mapa		Planejamento Urbano	1992
Mapa de bacias hidrográficas	Mapa		Planejamento Urbano	1992
Mapa de Fraturas	Mapa		Planejamento Urbano	1992
Mapa de declividade	Mapa		Planejamento Urbano	1992
Mapa de Meio Físico	Mapa		Planejamento Urbano	1992
Mapa de Uso e Ocupação do solo (áreas ociosas)	Mapa		Planejamento Urbano	1992
Mapa de densidade média	Mapa		Planejamento Urbano	1992
Mapa de Ocupação do solo	Mapa		Planejamento Urbano	1992
Mapa de Ocupação do solo	Mapa		Planejamento Urbano	1992
Mapa Macrozoneamento	Mapa		Planejamento Urbano	1992
Mapa de áreas públicas, lazer e educação	Mapa		Planejamento Urbano	1992
Mapa de Pavimentação	Mapa		Planejamento Urbano	1992
Mapa de hierarquia do sistema viário	Mapa		Planejamento Urbano	1992
Mapa do sistema viário	Mapa		Planejamento Urbano	1992
Mapa da hierarquia viária proposta	Mapa		Planejamento Urbano	1992
Mapa do transporte coletivo	Mapa		Planejamento Urbano	1992
Mapa do abastecimento de água – situação atual	Mapa		Planejamento Urbano	1992
Mapa do esgotamento sanitário	Mapa		Planejamento Urbano	1992
Mapa do sistema de energia elétrica	Mapa		Planejamento Urbano	1992
Mapa de resíduos sólidos	Mapa		Planejamento Urbano	1992
Mapa de localização dos aterros sanitários	Mapa		Planejamento Urbano	1992

Mapa de equipamento urbano - infraestrutura	Mapa		Planejamento Urbano	2000/2006
Mapa de equipamentos comunitários/lazer	Mapa		Planejamento Urbano	2000/2006
Mapa de equipamento comunitário/educação	Mapa		Planejamento Urbano	2000/2006
Mapa de equipamento comunitário/saúde	Mapa		Planejamento Urbano	2000/2006
Mapa de regiões urbanas homogêneas	Mapa		Planejamento Urbano	2000/2006
Mapa de setores censitários	Mapa		Planejamento Urbano	2000/2006
Mapa de crescimento anual por região urbana homogênea	Mapa		Planejamento Urbano	2000/2006
Mapa de renda média do responsável por domicílio	Mapa		Planejamento Urbano	2000/2006
Mapa de isodeclividade	Mapa		Planejamento Urbano	2000/2006
Mapa de fraturas e rede de drenagem	Mapa		Planejamento Urbano	2000/2006
Mapa das principais bacias de recarga de aquíferos termais, de abastecimento de reserva potencial	Mapa		Planejamento Urbano	2000/2006
Mapa de áreas de mineração do município e principais bacias de recarga	Mapa		Planejamento Urbano	2000/2006
Mapa da expansão urbana e áreas de risco	Mapa		Planejamento Urbano	2000/2006
Mapa de Bacias Hidrográficas no município	Mapa		Planejamento Urbano	2000/2006
Mapa de Sistema de drenagem	Mapa		Planejamento Urbano	2000/2006
Mapa do Plano Diretor de Água – mapa síntese	Mapa		Planejamento Urbano	2000/2006
Mapa de áreas de captação de água	Mapa		Planejamento Urbano	2000/2006
Mapa do Plano Diretor do esgoto – mapa síntese	Mapa		Planejamento Urbano	2000/2006
Mapa: Aterros Sanitários	Mapa		Planejamento Urbano	2000/2006

Mapa de resíduos sólidos da construção civil	Mapa		Planejamento Urbano	2000/2006
Mapa: Zoneamento do Solo (LEI 4.161/88)	Mapa		Planejamento Urbano	2000/2006
Mapa: Macrozoneamento ambiental	Mapa		Planejamento Urbano	2000/2006
Mapa Macrozoneamento da área urbana	Mapa		Planejamento Urbano	2000/2006
Mapa de características da área interna do perímetro urbano	Mapa		Planejamento Urbano	2000/2006
Mapa evolução dos lotes vagos por região urbana homogênea	Mapa		Planejamento Urbano	2000/2006
Mapa de lotes vagos nas áreas parceladas	Mapa		Planejamento Urbano	2000/2006
Mapa de evolução urbana	Mapa		Planejamento Urbano	2000/2006
Mapa de densidade populacional por região urbana homogênea	Mapa		Planejamento Urbano	2000/2006
Mapa de densidade populacional por setor censitário	Mapa		Planejamento Urbano	2000/2006
Mapa de evolução urbana nas áreas de recarga do aquífero	Mapa		Planejamento Urbano	2000/2006
Mapa de coeficiente de aproveitamento por lote	Mapa		Planejamento Urbano	2000/2006
Mapa de coeficiente máximo de aproveitamento permitido no zoneamento	Mapa		Planejamento Urbano	2000/2006
Mapa do valor venal do terreno na área urbana	Mapa		Planejamento Urbano	2000/2006
Mapa de lotes com área até 160 m ²	Mapa		Planejamento Urbano	2000/2006
Mapa de lotes com área entre 100 – 360 m ²	Mapa		Planejamento Urbano	2000/2006
Mapa de lotes com área > 360m ²	Mapa		Planejamento Urbano	2000/2006
Mapa de uso dos solos por categorias de atividades	Mapa		Planejamento Urbano	2000/2006

Mapa de regulamentação de uso da represa Lindolfo P. da Silva Dias	Mapa		Planejamento Urbano	2000/2006
Mapa de patrimônio ambiental e cultural	Mapa		Planejamento Urbano	2000/2006
Mapa de áreas relacionadas com o programa de habitação popular	Mapa		Planejamento Urbano	2000/2006
Mapa de principais vias de sistema existente	Mapa		Planejamento Urbano	2000/2006
Mapa de Microssistema viário proposto no plano diretor (1992)	Mapa		Planejamento Urbano	2000/2006
Mapa de intervenções previstas no sistema de circulação	Mapa		Planejamento Urbano	2000/2006
Mapa de Transporte coletivo (cobertura do sistema atual)	Mapa		Planejamento Urbano	2000/2006
Mapa de terminais planejados para o transporte coletivo	Mapa		Planejamento Urbano	2000/2006
Mapa de acesso e localização ao Parque Municipal da Serra de São Domingos. Adaptado de GeoMinas (2008)	Mapa		Plano de Manejo	2009
Mapa de zona de amortecimento do Parque Municipal da Serra de São Domingos	Mapa		Plano de Manejo	2009
Mapa do modelo de elevação do Município de Poços de Caldas	Mapa		Plano de Manejo	2009
Mapa de declividade	Mapa		Plano de Manejo	2009
Mapa de classificação do Município	Mapa		Plano de Manejo	2009
Mapa de drenagem do município de Poços de Caldas	Mapa		Plano de Manejo	2009
Mapa de formação geológica e principais substratos rochosos	Mapa		Plano de Manejo	2009

Mapa de solos	Mapa		Plano de Manejo	2009
Mapa de áreas prioritárias para a conservação de herpetofauna	Mapa		Plano de Manejo	2009
Mapa de áreas prioritárias para a conservação de mastofauna	Mapa		Plano de Manejo	2009
Mapa de áreas prioritárias para a conservação da fauna de invertebrados	Mapa		Plano de Manejo	2009
Mapa de vegetação e usos do solo do município de Poços de Caldas	Mapa		Plano de Manejo	2009
Mapa da Situação – Parque Municipal da Serra de São Domingos. DNPM. Departamento Nacional de Produção Mineral	Mapa		Plano de Manejo	2009
Mapa da área total do Parque	Mapa		Plano de Manejo	2009
Ficha de Localização dos Fontanários	Mapa		Plano de Manejo	2009
Mapa de nascentes dos fontanários ao longo da drenagem	Mapa		Plano de Manejo	2009
Mapa de localização dos fontanários nas áreas urbanizadas	Mapa		Plano de Manejo	2009
Distribuição espacial dos fontanários amostrados no Parque	Mapa		Plano de Manejo	2009
Mapa de Fitofisionomias	Mapa		Plano de Manejo	2009
Lista de espécies da Flora	Mapa		Plano de Manejo	2009
Mapa de localização e funcionamento situados no alto da Serra	Mapa		Plano de Manejo	2009
Mapa de área de expansão do Parque	Mapa		Plano de Manejo	2009
Mapa de risco de incêndio	Mapa		Plano de Manejo	2009

Mapeamento das trilhas no Parque Municipal da Serra de São Domingos	Mapa		Plano de Manejo	2009
Mapa de locais de instalação de esgoto nos limites do Parque	Mapa		Plano de Manejo	2009
Mapa de zoneamento do Parque	Mapa		Plano de Manejo	2009
Mapa Geológico do Maciço Alcalino de Poços de Caldas (modificado de Franco et al. (2005))	Mapa Geológico Simplificado		Científico	2014
Mapa de Localização: Região do Planalto de Poços de Caldas (p.17)	Mapa		Científico	2007
Região do Planalto de Poços de Caldas, LANDSAT STM (p.18)	Imagem LANDSAT		Científico	2007
Mapa de Localização dos tipos litológicos, modificado de ELLERT, R. et al (1959) (p.39)	Mapa		Científico	2007
Mapa de Rede de Drenagem (p.44)	Mapa		Científico	2007
Mapa de Rede de Drenagem Padrão Dentrítico (p.44)	Mapa		Científico	2007
Mapa de Rede de Drenagem Transitória - Divinolândia (treliça) / (padrão dentrítico) Rio Lambari. (p.45)	Mapa		Científico	2007
Mapa de Rede de Drenagem Anelar (p.46)	Mapa		Científico	2007
Mapa geomorfológico da região do Projeto Sapucaí (Cavalcanti et al.) (1977)	Mapa		Científico	2007
Mapa de detalhe do mapa de solo EMBRAPA (2004) (p.49)	Mapa		Científico	2007
Mapa de solos da região do Projeto Sapucaí (p.50)	Mapa		Científico	2007

Mapa de intensidade de fraturas (p.64)	Mapa		Científico	2007
Mapa morfoestrutural (p.66)	Mapa		Científico	2007
Mapa de fraturas (p.67)	Mapa		Científico	2007
Mapa de Lineamento Estrutural (p.68)	Mapa		Científico	2007
Mapa de Regiões Fisiográficas (p.74)	Mapa		Científico	2007
Mapa de Sub-regiões fisiográficas (p.87)	Mapa		Científico	2007
Mapa de altimetria (p.90)	Mapa		Científico	2007
Mapa Global Mapper (Topografia) (p.92)	Mapa		Científico	2007
Mapa de Declividade (p.93)	Mapa		Científico	2007
Mapa de paisagens e unidades fisiográficas (p.98)	Mapa		Científico	2007
Mapa de pedostratigrafia (p.125)	Mapa		Científico	2007
Mapa: Zoneamento Geoambiental (p.140)	Mapa		Científico	2007
Mapa de localização dos perfis (p.163)	Mapa		Científico	2007
Mapa de Localização (p.197)	Mapa		Científico	2007
Mapa de tipos litológicos (p.198)	Mapa		Científico	2007
Mapa morfoestrutural e de lineamento (p.198)	Mapa		Científico	2007
Mapa de traços de juntas e fraturas (p.200)	Mapa		Científico	2007
Mapa: Classe de Dissecação (p.201)	Mapa		Científico	2007
Mapa de variação altimétrica (p.202)	Mapa		Científico	2007
Mapa de paisagens e unidades fisiográficas (p.203)	Mapa		Científico	2007
Mapa de Localização (p.256)	Mapa		Científico	2005

Mapa geológico da região do Jardim Botânico (p.258)	Mapa		Científico	2005
Mapa pedológico da Região do Jardim Botânico (p.260)	Mapa		Científico	2005
Mapa de localização (modificado de ETCHEBEHERE et al.) (1992)	Mapa		Científico	2007
Mapa geológico do SE do Brasil (modificado de EBERT e HASUI) (2000)	Mapa		Científico	2007
Mapa de Lineamentos	Mapa		Científico	2007
Mapa de lineamento A, B	Mapa		Científico	2007
Mapa de lineamento do interior do Maciço	Mapa		Científico	2007
Mapa de dimensão fractal do MAPC.	Mapa		Científico	2007
Mapa Regional de Localização (modelo 3D)	Mapa		Científico	2011
Mapa geológico adaptado de ELLERT, R. et al (1959)	Mapa		Científico	2011
Mapa de pontos de detalhes do trabalho de campo (bauxita)	Mapa		Científico	2011
Mapa digital de elevação (unidades geomorfológicas e perfils de bauxita)	Mapa		Científico	2011
Mapa de localização (p.16)	Mapa		Científico	2011
Mapa de substrato rochoso do município (Frayha, 1970) (p.24)	Mapa		Científico	2011
Mapa de compartimentos geomorfológicos (Cavalcanti, et al., 1979) (p.27)	Mapa		Científico	2011
Mapa de distribuição de drenagem (p.31)	Mapa		Científico	2011

Mapa de bacia de recargas de aquíferos em Poços de Caldas (p.34)	Mapa		Científico	2011
Mapa de expansão urbana entre 1991-2000 (p.38)	Mapa		Científico	2011
Mapa de subzonas geomorfológicas (p.86)	Mapa		Científico	2011
Mapa de distribuição de unidades geológicas-geotécnicas (p.87)	Mapa		Científico	2011
Mapa de distribuição de fraturas (p.104)	Mapa		Científico	2011
Mapa de declividade (p.140)	Mapa		Científico	2011
Obs.: (!) p. 135-139	Tabela		Científico	2011
Carta Geológica-Geotécnica (p.141)	Carta Geológica-Geotécnica		Científico	2011
Mapa de localização do Planalto de Poços de Caldas	Mapa		Científico	2014
Mapa de curvatura em perfil (técnica 1) e gráficos de perfil de elevação	Mapa		Científico	2014
Mapa de declividade (técnica 2)	Mapa		Científico	2014
Mapa de realce de filtro adaptativo (drenagem) (técnica 3)	Mapa		Científico	2014
Mapa (técnica 4) Relevo sombreado com azimute de iluminação de a) 50° e b) 320°	Mapa		Científico	2014
Mapa de Visualização combinada:	Mapa		Científico	2014
a) modelo digital de elevação (escala de cores) + relevo sombreado azimute 50°	Modelo Digital		Científico	2014
b) modelo digital de elevação (escala de cores) + declividade (escala de cor branco e preto)	Modelo Digital		Científico	2014

c) composição colorida entre os azimutes 50° e 320°	Modelo Digital		Científico	2014
d) principais lineamentos, alinhamento de relevo e estruturas circulares	Modelo Digital		Científico	2014
e) composição colorida entre os azimutes 50° e declividade	Modelo Digital		Científico	2014
f) mapa de compartimentos delimitados	Modelo Digital		Científico	2014
Mapa de localização do Município	Mapa		Científico	2014
Mapa de subzonas geomorfológicas	Mapa		Científico	2014
Mapa de unidades geológicas e geotécnicas	Mapa		Científico	2014
Perfil geotécnico	Perfil Geotécnico		Científico	2014
Síntese das características das unidades geológicas-geotécnicas	Perfil Geotécnico		Científico	2014
Mapa da área urbana	Mapa (Geoprocessamento)		Científico	2013
Mapa de setores censitários	Mapa (Geoprocessamento)		Científico	2013
Mapa de densidade demográfica	Mapa (Geoprocessamento)		Científico	2013
Mapa de localização da área	Mapa		Científico	2013
Mapa de elementos morfotectônicos (modificado de MELO, 1993) (p.24)	Mapa		Científico	2013
Mapa geológico regional (CPRM, 1999) (P.27)	Mapa Geológico Simplificado		Científico	2013
Mapa de distribuição regional de gradientes geotérmicos (p.37)	Mapa		Científico	2013

Mapa geológico do Maciço (modificado de ULBRICH,1984; CPRM,1999) (p.42)	Mapa Geológico Simplificado		Científico	2013
Mapa de valores de fluxos térmicos (Araújo - Mapa simplificado ULBRICH, 1982) (p.50)	Mapa		Científico	2013
Mapa de gradiente geotérmico (p.52)	Mapa		Científico	2013
Mapa residual Bouguer (p.53)	Mapa		Científico	2013
Mapa de distribuição dos perfis bauxíticos (p.59)	Mapa		Científico	2013
Mapa de detalhe de compartimentação (p.61)	Mapa		Científico	2013
Ficha de localização das amostras (p.96)	Ficha		Científico	2013
Mapa altimétrico com distribuição das idades (p.99)	Mapa		Científico	2013
Mapa geológico com distribuição das idades (p.100)	Mapa		Científico	2013
Modelagem 3D: Maciço Alcalino (p.120-124)	Modelo Digital		Científico	2013
Modelagem 3D: Morro do Ferro (p.126-128)	Modelo Digital		Científico	2013
Mapa de isovalores. Drenagem/Topografia (p.131)	Mapa		Científico	2013
Mapa índice RDS (p.135)	Mapa		Científico	2013
Mapa topográfico (p.142)	Mapa		Científico	2013
Mapa de Localização	Mapa		Científico	2008
Mapa (SRTM-USGS) localização das idades e perfil topográfico	Mapa		Científico	2008
Mapa geológico regional simplificado	Mapa		Científico	2014

Mapa geológico com pontos de amostras (depósitos sedimentares)	Mapa		Científico	2014
Mapa de distribuição de amostras e áreas para modelagem	Mapa		Científico	2014
Modelos 3D (resolução do relevo)	Modelo Digital		Científico	2014
Mapa de geologia regional	Mapa		Científico	2014
Mapa geológico e principais cidades	Mapa		Científico	2014
Mapa hipsométrico e níveis topográficos	Mapa		Científico	2014
Mapa de fluxos de gradiente	Mapa		Científico	2014
Mapa de elementos morfométricos	Mapa		Científico	2014
Mapa de Localização (p.11)	Mapa		Científico	2009
Mapa Geológico (modificado de ELLERT, R. et al. (1959)(p.23)	Mapa		Científico	2009
Mapa de complexos geomorfológicos (GoogleMaps)	Mapa		Científico	2009
Fichas de Unidades de Análise: (p.38/41/42/43/45/47/49/51/55/56/59/60/62/64)	Ficha		Científico	2009
Mapa de perfil geológico (p.76)	Mapa		Científico	2009
Mapa de pontos (p.78)	Mapa		Científico	2009
Mapa de declividade (p.88)	Mapa		Científico	2009
Modelos digitais do terreno (p.90)	Modelo Digital		Científico	2009
Tabela de Pontos (p.80 a 86)	Tabela		Científico	2009
Mapa de Localização de acordo com Holmes, (1991)	Mapa		Científico	1997

Mapa de Localização das áreas pesquisadas	Mapa		Científico	1988
Mapa de distribuição litológica	Mapa		Científico	1988
Mapa de "Seppômen" na margem sul	Mapa		Científico	1988
Modelos estruturais-evolutivos	Modelo		Científico	1988
Mapa de localização (p.32)	Mapa		Científico	2013
Mapa de localização dos pontos de amostragem (p.33)	Mapa de Pontos		Científico	2013
Mapa: Alinhamento de rochas alcalinas Poços de Caldas - Cabo Frio	Mapa		Científico	1999
Mapa de localização e acesso (mapa rodoviário) (p.14)	Mapa		Científico	1998
Mapa geológico (modificado de Shobenhaus) (p.14)	Mapa		Científico	1998
Mapa e perfil geológico corpo lujaurítico-chibinitico do Anel Norte, modificado de ULBRICH, (1984)	Mapa		Científico	1998
Tabela de Caracterização petrográfica	Tabela		Científico	1998
Modelos espaciais 1,2 e 3	Modelos Digitais		Científico	1995

Anexo 3

Conversa com personalidades locais

Roberto Tereziano (Figura 123) é jornalista, um dos precursores do telejornalismo em Poços de Caldas. Estudioso e apaixonado por poesias e literatura, hoje Roberto Tereziano é uma referência no que se diz respeito a história de Poços de Caldas, contribuindo com a preservação e divulgação de fatos registrados ao longo dos anos na cultura e política do município.



Figura 122: Roberto Tereziano em entrevista

Entrevista com Roberto Tereziano:

Vinícius: Primeiramente gostaria de parabenizar pelas ações em resguardar a memória de Poços de Caldas. Algumas das memórias que eu guardo são as da década de 1959 até 1990 e ainda por vezes trabalhos científicos...

Roberto: A primeira curiosidade é que eu nunca tive um Projeto de ser guardião da História. As coisas foram acontecendo e por eu também gostar da história e do jornalismo histórico eu fui conhecendo e conversando com muitas pessoas, lendo muitas coisas e, inesperadamente, num determinado momento eu estava com essa responsabilidade de ter guardado alguns documentos, memórias e até de ter tentado elucidar alguns pontos obscuros da história de Poços de Caldas. Então do meu ponto de vista cada cidadão devia ter mais informação e conhecimento sobre a história da sua cidade, do seu país e Estado, que sua própria história.

Com relação à mineração, a gente que cresceu em Poços de Caldas, por exemplo, que é uma cidade que tem uma história também ligada à mineração... e tive boa amizade com o

nosso primeiro Eng. De Minas de Poços de Caldas Sr. Resk Frayha e nós conversávamos sobre isso, tanto dos outros minérios existentes na cidade (alguns até ainda inexplorados) e quanto ao material radioativo e sobre o mito de poços de Caldas ser relacionado uma cratera de vulcão e depois foi esclarecido que não é, então é um pouco da história fascinante de Poços.

O Planalto em si tem uma participação importante... tive uma amizade com um cineasta Primo Carbonare. Primo Carbonare foi quem introduziu aqueles jornais que abriam as sessões de cinema com a empresa ampla visão, que veio certa vez aqui no final dos anos 30 fazer uma reportagem de carnaval e soube que um minério de Poços - uma “terra” de Poços - era levado para Santos para fazer peso em navios alemães e ele achou curioso porque vir buscar uma terra de tão longe buscar uma terra para fazer lastro no navio (?) ...para que não voltasse vazio pra Alemanha. E ele foi documentar essa atividade, essa terra que saía, colocou uma lata de filme já filmado, mas não revelado em cima de um desses montes de terra, quando ele foi revelar, todo o filme estava velado, e ele nunca entendeu o que tinha acontecido. Na verdade, era o material radioativo sendo roubado pela Alemanha. Então eu brinco muitas vezes assim que não duvide que nós não tínhamos colaborado com a bomba atômica

A atividade ligada a energia nuclear começa em Poços de Caldas depois temos participações importantes na exploração de alumínio e alguns outros minérios que não foram explorados num período por questões econômicas, mas a poucos anos atrás ainda no mandato da presidente Dilma Rousseff, ela pede um novo mapeamento das reservas de Poços de Caldas, porque quando a gente teve essa crise com a China na produção de minerais utilizados na informática pra se fazer motor elétrico, pra se fazer telas de LCD e parecia que a China era o País que mais detinha essas jazidas vem uma informação via Estados Unidos que Poços de Caldas também tinha reserva para produção desses materiais que a gente ainda não explora mas que em algum momento vai ser importante porque são minérios e minerais em produção de alta tecnologia. Então nós ficamos muito presos ao alumínio, a bauxita ao material radioativo, mas de verdade a cidade não tem um mapeamento que muitos grupos estrangeiros – principalmente americanos – tem. Porque eu cresci vendo sondagens sendo feitas em Poços de Caldas, helicópteros com alemães, americanos e que desciam nos mais diversos pontos e colhiam material e faziam mapeamentos do nosso subsolo. Então a cidade ainda é uma *coisa* desconhecida para nós brasileiros especialmente, que riqueza a gente tem (?) e do que isso significa na parte econômica ou na parte ambiental, quais as consequências de se explorar

determinadas jazidas (?), mas é uma cidade que tem a sua história praticamente baseada na exploração mineral.

A gente fala muito das águas mas o início de Poços de Caldas, o primeiro início de Poços de Caldas foi um alteres de Mogi Mirim chamado Inácio Preto de Loiola que encontrou minérios e ele começa na região onde hoje é Cascatas das Antas, antes chamada de Itaipava, ele começa um exploração e um arraial só que ele pensava estar no Rio Pardo, ele pensava que estava em São Paulo e, verdadeiramente não tinha essa definição entre Minas ou é São Paulo (ainda) e então o início da atual história de Poços de Caldas começa com o minério , não com águas, só quase 70 anos depois é que a Família Junqueira foi aparecer e que começa essas histórias ligadas às águas medicinais. Curiosidades da história de Poços de Caldas que ficam meio perdidas, desapercibidas, principalmente porque a gente não tem uma história oficial do município nem da parte geológica nem de outros aspectos sociais e geográficos a gente tem grande material feito por memorialista então é um material sem fonte de pesquisa, metodologias e este é o grande incômodo. Porque pontos importantes da história da cidade se perdem são as vezes desconhecidos ou não documentados por falta de métodos, metodologia, por falta de orientadores. Penso até que seria uma grande contribuição das nossas universidades trabalhar para que essa história se oficialize e se torne bem mais próximo da realidade chegasse a luz dos nossos dias. Porque tem muitos mitos ligados a cratera de um vulcão, ligados às águas de temperaturas diferentes da temperatura ambiente e ficam muitos mitos sem que se mostre cientificamente o que acontece.

Vinícius: A parte do projeto é valido refletir - a elaboração de projetos bem estruturados condiz com resultados tangíveis -, especificamente falo de precipitações, sem que haja sublimação e condensação do material. Fazendo um link com a biosfera tanto em relação ao ar fresco e puro que nós respiramos aqui, quando a 'atmosfera' de Poços, e estamos falando de um período contemporâneo (uma outra atmosfera também), mas me permito pensar no futuro com um olhar poético ao mesmo tempo...quais as condições que queremos ou necessitamos?

Roberto: Ok. Tem curiosidades ligadas a atmosfera de Poços, de ser uma das cidades mais límpidas o ar muito claro e a luz muito especial. Inclusive, se construiu um observatório astronômico e a cidade não se permitiu como um bom ponto para a observação astronômica, por ser uma cidade com um ar muito límpido a claridade vai muito mais além do que seriam as cidades normais o que atrapalha para uma boa observação astronômica. Em outros momentos é curioso, por exemplo, durante a descoberta da supernova de Selton, 15 anos atrás

mais ou menos, Poços se revelava como um dos melhores pontos para observação deste evento e o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais veio com toda sua estrutura para Poços de Caldas para poder acompanhar e fazer essa pesquisa com lançamentos de sondas foi uma operação linda, espetacular que aconteceu.

Agora quando a gente volta para questões ambientais também tem coisas de preocupação a condição de radiação diferenciada das demais cidades, e, por essa atividade nuclear que se tem aqui e também alguns pontos naturais que exalam um gás chamado radônio, que é um gás radioativo e bastante complicado pro meio ambiente e Poços tem alguns pontos de anomalia que geram esses gases e que não há pesquisas de base de dado populacional pra saber que consequências ou vantagens isso pode trazer para a saúde das pessoas.

Então poços é considerado um laboratório a céu aberto por muitos aspectos, aspectos bons e outros preocupantes que exigiriam maior responsabilidade das nossas autoridades e maior responsabilidade científica, por que muitas vezes ouvimos assim: “há o índice de câncer é alto, o índice de câncer não é alto, o índice de câncer não é diferente das demais cidades...” mas tudo isso sempre fica na margem de especulação, e não se teve um trabalho mais sério para trazer e elucidar tais fatos pra nossa população.

Vinícius: Sobre o laboratório astronômico e o “laboratório a céu aberto” penso era importante para entender outros movimentos como o educativo. O Museu, por exemplo, é um local onde há elementos educativos. Então em que momento estes espaços movimentam o educativo para as futuras gerações e como eles podem ser melhor aproveitados?

Roberto: A questão do observatório astronômico aconteceu no período de 1986 que era a passagem do Cometa Halley e aqui teve uma associação astronômica, ainda tem astrônomos amadores em Poços de Caldas, e fez com que crescessem os movimentos para a construção do observatório. Um astrônomo chamado Ulisses Nascimento doou um belo telescópio, mas a cidade não prestou este serviço esperado para a observação. A posição do ponto de observação no alto da Serra de São Domingos à 1600 metros de altitude acabaram sendo prejudicados pela claridade que eu mencionei anteriormente e ficou num lugar tecnicamente errado. Em outras palavras o observatório poderia ser instalado melhor lá na Pedra Balão, longe desta claridade. Passado a questão do cometa foi realmente um pouco frustrante o que se esperava e o que se viu, aquilo ficou meio abandonado ou completamente abandonado para falar a verdade e sendo até depredado, o telescópio foi retirado. Algumas administrações

falam de reativar o observatório de passar para alguma universidade para eu se faça um uso didático – no caso da do Prefeito Eloísio – tem todo o planejamento de uso da Serra ele passa o restaurante que havia lá em cima, também virou um aquário num lugar impróprio, para uma universidade ou instituto federal para que se fizesse um uso didático e o observatório seria utilizado de uma outra forma hoje com tecnologia com satélites não há tanto essa necessidade de ter ali para uso didático um grande telescópio mas se faz isso via computador, via satélite. Mas essas coisas não saíram propriamente do papel. Se estão saindo estão de forma lenta tanto que já terminou uma administração já começa outra e a gente não vê efetivamente falar: “vamos dar atividade para esse bem público” que poderia ser usado sim de uma forma mais educativa.

Você se referiu a coleção de minérios, minerais e rochas do Museu. Isso fazia parte de uma coleção particular do Eng. De Minas Resk Frayha e se colocou com a intenção de fazer mais público. E se colocou Eu, Don Willams, gravamos inclusive uma série de vídeos falando do Planalto, falando das questões geológicas que acompanham aquela coleção que hoje faz parte do Museu. Mas muitas pessoas de Poços de Caldas desconhecem. Enquanto pessoas mais ligadas à geologia vem e vai ao Museu para conhecer aquela exposição que é importante, inclusive tem raridades ali. A gente tem um minério chamado “caldasito” que foi descoberto aqui. A gente tem a Pedra Balão, esse monumento, que curioso só geologicamente mas tem mais curiosidades científicas. É uma rocha única encontrada no Planeta. E pouquíssimas pessoas tem essa informação, pouquíssimas pessoas sabem das curiosidades científicas de Poços de Caldas. Então dá para se explorar isso, tanto pelo aspecto didático, pelo aspecto turístico e científico como bens de Poços de Caldas.

Vinícius: Sim. Uma outra questão que me coloco também é em relação aos nomes, nomes próprios mesmo, interessante identificar no mapa esses nomes. Tanto Poços de Caldas como o grande nome, mas também nomes de ruas, monumentos, etc. que são comumente falados, que são curiosidades históricas, mas que estão ligados às pessoas, à nomes de rios, etc.

Roberto: A começar pelo nome da cidade, num primeiro momento aqui se chamou Fazenda Curitiba, porque tínhamos muitos pinheiros e Curitiba é sinônimo de pinheiro, tínhamos mesmo muitos pinheiros que deram também um slogan de a suíça brasileira, porque esse tanto de pinheiros mais o clima frio fazia o cenário de Poços de Caldas. Depois da transformação da fazenda em cidade, passou a chamar Nossa senhora da Saúde das Águas de caldas, que era distrito de caldas, e essa história de Poços de Caldas associada à Caldas da Rainha consta na história de Poços mas não se sustenta porque essa situação geográfica que é chama de intrusão

alcalina , o que antes se chamava de cratera hoje sabe-se que é ao contrário, que aqui afundou e não explodiu e essa situação geográfica é chamada de caldeira vulcânica e eu acho muito mais próximo Caldas vim de caldeira do que ter essa associação com caldas da rainha.

Nomes da cidade inicial estavam ligados à dadas históricas: Praças do Ipiranga, Morro do Itororó, Praça Colômbia. A cidade homenageava nas suas ruas pontos históricos. A partir de 1910 quando chego o Prefeito Francisco Escobar ele achou mais elegante prestar homenagens a outros Estados aí começamos a ter ruas com nomes de outros Estados então a Rua Marquês do Paraná, que hoje chama-se Rua Assis Figueiredo, Rua São Paulo, Rua Belo Horizonte todas com intuito de homenagear algum Estado. Até chegarmos ao ponto de ter um bairro inteiro chamado Jardim dos Estados. Então houve essa mudança, vários nomes de ruas, mas já tendo essa visão de ser simpático ao turista que frequentava Poços de Caldas então hoje onde as praças com algumas exceções, porque o legislador também comete esse erro de dar nome de pessoas e dar um nome, por exemplo, Rua Assis Figueiredo, passa por ela e pergunta para centenas de pessoas: - Quem foi Assis Figueiredo? Não se sabe. Eu defendo um Projeto, que no início e no final de cada rua teria que ter um resumo da vida e segundo lugar colocaria Rua Prefeito Assim Figueiredo, já passou uma informação. Rodovia Vereador Edmundo Cardillo, passou uma informação; porque caso contrário a gente tem: Policlínica Dr. José Aires de Paiva ninguém fala Dr. José Aires de Paiva, Restaurante Popular Elsa Monteiro Ferreira, a gente fala que vai para o “Pop”, Restaurante Popular; a gente tem que achar uma forma mais verdadeira de prestar uma homenagem quando colocar nomes de pessoas ou datas históricas de forma que essa informação também seja didática; não é caro para o poder público colocar uma plaquinha com um resumo - porquê (?) - quem é aquele homenageado e porque ele mereceu tal homenagem.

2016 estamos nos 140 anos de Dr. Mário Mourão que além de médico um historiador importante e um personagem importante da vida da cidade, passou em branco. O legislador precisa pensar de uma forma verdadeira ao dar nome à algum monumento, logradouro, de estar prestando mesmo uma homenagem a aquele homenageado caso contrário seria inútil.

Vinícius: Gostaria de finalizar essa nossa construção aqui, com os cartões postais, acho que é um tema interessante por colocar Poços de Caldas como um destino turístico relevante no cenário Nacional. Os cartões postais têm uma identidade gráfica anexada e quanto ao endereçamento postal - origem e destino - a geografia do cartão postal. Talvez não apenas os símbolos oficiais, mas aqueles vernaculares, os não oficiais...então gostaria de colocar dois

pontos: o primeiro dos símbolos oficiais e o segundo quais outros símbolos, personagens, monumentos que você colocaria nestes cartões postais?

Roberto: Colocaria um terceiro grupo de cartões postais: “os cartões postais que a cidade não mostra” porque normalmente a gente vê aqueles que saltam aos olhos, os belos e as vezes esquece de pequenas coisas que são importantes coisas as vezes que denunciam, que mostram erros administrativos e que não se mostra na parte urbanística. Então essa parte urbanística que não seguiu a visão ampla dos primeiros administradores eu chamo de “cartões postais que a cidade não mostra”.

Morros que seriam belíssimos pontos de observação, belvederes para se ver a cidade, que se deixaram construir de uma forma desordenada só é diferente das favelas das grandes cidades, porque não são construções de madeira, papelão, plástico e lata, são construções de alvenaria, mas onde o Município não esteve presente e isso tem a dar com pau em Poços de Caldas. Muitos lugares que se permitiram construir sem nenhum planejamento.

Eu tenho um amigo já falecido era neto do Reinaldo Amarante aqui de Poços de Caldas, e o Bernardo Espindola falava assim: “Poços de Caldas tinha que ser tombada como Patrimônio Turístico Internacional”. Mas ele se refere até os anos 1950 que a cidade seguia uma linha urbanística, arquitetônica e isso se perdeu com as administrações que sucederam depois de 1950 e 1960 não se tem mais esse cuidado, de dar uma identidade arquitetônica, urbanística para Poços de Caldas. A gente tem ruas com quase 150 anos pensando a cidade quase 100, 150 anos depois.

Na linha de personagens a gente tem alguns nomes importantes, seja de família tradicional ou não, mas a gente tem um grande respeito. Por exemplo, Dr. Pedro Sanches de Lemos, não só pelo cientista, mas pela contribuição que ele deu a formação da cidade, a parte humanística deste médico que até hoje é de fazer inveja a outros médicos. Pode ser Francisco Escobar também que é um personagem quase desconhecido no Brasil, a contribuição que ele começa a dar pelo país foi ele quem organizou o livro “Os sertões” do Euclides da Cunha – uma das obras literárias mais importantes do país; ele quem recebia os artigos que eram para ser encaminhados para um jornal e nestes artigos ele organizou o livro e quando Euclides da Cunha volta da região de Canudos ele tem um livro pronto e era apenas dar autorização para publicar então foi importantíssimo a contribuição que ele deu para a cultura de Poços de Caldas. O primeiro teatro de Poços, a intelegituidade que passou a vir à Poços de Caldas a partir dele e isso é quase desconhecido, um mineiro que veio de uma cidadezinha chamada

Camanducaia e que teve esse peso na história do país; E aí salta para Mário Mourão, para os Benedictus Mário Mourão, uma série de médicos, uma série de técnicos e cientistas, de homens simples. A questão das águas por exemplo, não se resolvia a questão da captação de águas termo medicinais e quase perderia o contrato porque a empresa não ia cumprir aí chega um modesto funcionário, Mestre João Alves e fala: Eu sei como fazer isso, eu vi como foi feito em Caldas da Rainha e tenho autorização e resolve a questão da captação das águas e quase desconhecido. Mestre João Alves é uma ruazinha e ninguém sabe porque e quem foi esse mestre.

Nós temos um professor que foi o primeiro professor de Poços de Caldas que é também chamado de João Mestre, foi o primeiro professor das crianças de Poços de Caldas não se tem uma rua homenageando este professor. E aí passamos por outros grandes nomes, grandes colaboradores para que a cidade seja o que é hoje e são anônimos, a maioria das vezes os grandes colaboradores que constroem uma história de uma cidade junto são anônimos, porque atrás de um Engenheiro que fez o Palace Cassino, atrás de um Saturnino de Brito que fez a barragem tem centenas e centenas de outros anônimos, porque o engenheiro sozinho não o faria, o arquiteto sozinho não o faria, não é? Temos que pensar sim toda essa questão de nomes.

Tem uma contribuição cultural muito importante para Poços a principal festa popular da cidade que foi oficialmente introduzida por Herculano Cintra e que veio da cidade de Amparo, um ex escravo trazendo uma imagem de São Benedito e com voto de construir a Capela, autorizado a construir onde hoje é a Basílica de Nossa Senhora da Saúde que era um cemitério desativado, e ali foi a primeira Igreja de São Benedito, então o Tio Herculano como todo mundo mais se lembra, é o único túmulo tombado como Patrimônio Histórico de Poços de Caldas, então tá um tumulo modesto mas que está tombado. A gente quase não fala por exemplo de turismo em cemitério e tem muitas curiosidades. Temos vários nomes lá, temos um Fernandes que organizava as corridas em Poços de Caldas, chamava de “Mônaco Brasileira” organizar de corridas de ruas; entre outros túmulos a serem reconhecidos como o Coronel Agostinho Junqueira e Família, Pedro Sanches, Frayha e outros tantos túmulos importantes de poetas e escritores e dá para se fazer um roteiro dentro do próprio cemitério e não está na cultura do brasileiro de olhar para o cemitério de um outro aspecto.

Vinícius: Roberto, muito obrigado por esse momento com você, me construir perto da sua sabedoria e que você é um grande professor para mim. Obrigado.

Roberto: Acho muito legal ser um homem em construção. E alguém já disse que quando o homem se julgar completo está morto. Nós somos essa construção. Tenho um livro muito gostoso se chama: *Minhas Memórias de João Azevedo* um dos antigos de Poços de Caldas que acompanhou todo o início do povoado e aos 87 anos ele deixa um livro chamado *Minhas memórias* e a publicação trouxe um soneto original de Sol de Inverno de um poeta chamado Bastos Tigre:

Entra pela velhice com cuidado,
Pé ante pé, sem provocar rumores
Que despertem lembranças do passado,
Sonhos de glória, ilusões de amores.

Do que tiveres no pomar plantado,
Apanha os frutos e recolhe as flores
Mas lavra ainda e planta o teu eirado
Que outros virão colher quando te fores.

Não te seja a velhice enfermidade!
Alimenta no espírito a saúde!
Luta contra as tibiezas da vontade!

Que a neve caia! O teu ardor não mude!
Mantém-te jovem, pouco importa a idade!
Tem cada idade a sua juventude.

Entrevista com Don Duane Willams: (Figura 124)



Figura 123: Entrevista com Don Willams

Vinícius: Um prazer. Gostaria de ressaltar o orgulho primeiramente de estar conversando com você.

Don: Você é de Poços?

Vinícius: Sim, sou de Poços (...) pois bem, gostaria que me relatasse sua experiência aqui em Poços e na Alcoa...

Don: Bom, não tenho muito a dizer sobre a geologia, mas Resk Frayha, engenheiro, funcionário, do Departamento Nacional de Prospecção Mineral e pessoalmente ele tinha todas as condições e materiais completos e ele tinha algumas publicações e a biblioteca dele completa de todas as publicações e eu não sei se a família já vendeu (não).

Vinícius: Ainda não tive acesso à essa biblioteca do Frayha...

Don: Ele tinha uma tese, a Universidade (eu não lembro) deixa eu ver as citações aqui. Era um rapaz brasileiro da região de Baependi, Caxambu, aqueles lados de lá, e ele foi fazer um Doutorado em 1980 na Universidade. Primeiro trabalho geológico que era sobre zircônio.

Don: Derby tenho a citação. Britânico.

Vinícius: Ele ganhou prêmio em Londres, sobre a consanguinidade de rochas do lineamento de Cabo Frio – Rio de Janeiro

Don: Derby ele se matou. Ele ficou muito decepcionado com o ministro. Porque a geologia era aparte do Ministério da Agricultura, inicialmente e ele chefe do Serviço de Geologia em

São Paulo e aí mudou para o Rio e então lá por 1918, não sei se tinha começado ou terminado a segunda guerra ou se estava em curso e ele foi ter uma audiência com o Ministro que era chefe dele e deu a notícia que queria cortar a verba e ele ficou... ele era solteiro, nunca casou e ele saiu de lá voltou e se matou.

Vinícius: Interessante...

Don: A menção deste Jordano da Costa Machado, a citação. Você tem esse livro né? Eu não entendo alemão

Vinícius: Nem eu.

Don: Foi publicado em Viena. Dissertação de doutorado numa Universidade Jena, na Alemanha. Apesar que a dissertação foi publicado em Viena. E primeiro trabalho no gênero petrografia firmado por brasileiro segundo Derby conforme citado por em Oliveira e Leonardos, página 29. Petrografia das rochas alcalinas do Planalto de Poços de Caldas. Então o Resk tinha, (R-e-s-k F-r-a-y-h-a, tem pessoas que trocam o y por h) ...foi a primeira pessoa que eu conheci em Poços. E ele era do DNPM e eu trabalhava numa firma do outro lado da rua

Vinícius: Você tem algum mapeamento da época?

Don: Não. Existe na Alcoa e eu usava realmente. Tem a obra de Fernanda Moraes, ela é Poços Caldense, vou te contar um pouco quem ela é. Porque ela formou em Ecologia, na UNESP e infelizmente um curso não reconhecido. O Lula estava para aprovar mas barrou. E então ela trabalhava pra Alcoa, e foi fazer um mestrado em Borboleta era com professores alguma coisa de Rio Claro, mas de outra, não sei se a orientadora é da USP – Ribeirão Preto. O diploma dela não sei se saiu pra USP. Aí ela começou a dar umas aulas na FEOB e ela quis fazer o doutorado, conseguiu na geociência em Rio Claro, fisionomia do Planalto mais virado para a parte ambiental, eu tenho a tese dela em PDF aí tem uma porção de mapas realmente uma coisa espetacular. Mas ela faz consultoria e ela trabalha para o Votorantim mais no Vale do Ribeira onde eles têm usinas e fica perto de Sorocaba e também minas na área de mineração do leste de Minas Zona da Mata e trabalhos na CBA em Poços, uma pessoa muito boa e tem um papo muito bom.

Don: Então tem esse Machado.

Vinícius: Ok.

Don: Na realidade eu escrevi mais que ele, eu aposentei na Alcoa em novembro vai fazer 20 anos, que eu saí da Alcoa e então eles me pegaram: escuta você não queria escrever alguma coisa sobre a empresa, a CIA geral de minas (?) sobre a mineração de bauxita da Alcoa. E eu: sim claro; só que eu nunca tinha escrito nada. Não tenho formação mestrado, doutorado e eu nunca interessei, realmente, nada acadêmico, a própria empresa então disse que ia contratar um escritor para conversar com você e vamos escrever, e então saímos em campo. Tinha o Alex Prado jornalista e então ele tinha feito alguns trabalhos para a Alcoa. Mas no fim eu meti muito a mão na coisa e descobri que sabia escrever. Então este primeiro corpo que leva a assinatura dele, que eu escrevi mais que ele na verdade, o resto do livro fui eu, 90% do livro eu que escrevi. Então eu não sabia muito bem como ficou isso e eu tinha boa intensão pelo menos. Uma coisa que me chamou sempre muito a atenção em Poços....eu cheguei aqui em 1960 fiquei 9 meses trabalhando na pesquisa da bauxita e; sou texano nasci lá me formei em geologia em 1957. Porque hoje em dia é Universidade Tecnológica de Texas (Tex Tech University), então formei lá em 57. Como eu era estudante, primeiro eu tinha muita dificuldade de matemática então, mais matérias humanas, administração pública, história, economia, antropologia, e cursos de língua, francês, espanhol. E inglês. Para você vê, ainda tem que estudar inglês...aqui o pessoal tem muita dificuldade de escrever, veja... só se você fizer um curso de literatura, língua portuguesa aí você aprende novamente, mas por isso que tem muita dificuldade. A minha esposa é professora da PUC de pedagogia. Acabou o curso de pedagogia. Ela tinha duas formações. E ela me conta que o curso o trabalho final não é bem dado, e ela conta a dificuldade com a língua portuguesa, uma coisa horrorosa. Voltando, durante o curso e então tive muitos amigos de curso latino-americanos, Venezuela, chile, são salvador, e me apeguei muito a eles. Aí tinha os brasileiros. Aí no brasil aconteceu que não tinha curso de geologia, não tinha por que os engenheiros de minas não deixaram; então na escola de Engenharia de Minas ensinava a matéria de geologia ou estudavam fora do país; mas não tinha grandes geólogos. E o enfoque era petróleo, que é uma parte da geologia bem simples né. Então via-se três maneiras de conseguir geólogos: primeiro é pegar meninos brasileiros formados em ensino médio e dar a bolsa e estudar lá, alguma universidade o Texas é bastante petróleo é comum dentro do departamento de geologia ter a especialização em petróleo e também na minha universidade tinha engenharia petrolífera então tinha mais uma universidade na Luisiana e a Petrobrás enviou muitos estudantes. Foram três brasileiros um rapaz do rio grande do Sul, um do rio de janeiro e um paulistano e por acaso que tinha um rapaz de Piracicaba que já estava lá por conta própria estudando geologia, mas já com certa idade 10 anos mais velho que eu eu tinha 19, 20 aí fiquei muito amigo destes quatro

brasileiros. Então, foi indo o curso de 4 anos naquela época e eu meti na cabeça de sair do E.U.A. Para estudar, mas o Brasil tinha esta identificação não tinha geólogos formado, eu achei bacana isso, montou escolas de geologia, Rio Federal, Bahia e Minas Ouro Preto (tinha engenharia geológica, botânica, que é geologia na prática) e São Paulo era da Politécnica USP; depois abriram cursos em outras universidades; e hoje tem cursos em quase todas as federais, gozando que a Unicamp não tinha, agora tinha amizade com um chefe. Então eu peguei muita molecada no início. Aí eu desci em São Paulo e fiquei na casa de um paulistano eu me formei mas tinham ainda brasileiros formando lá. O pai tem um gringo chegando para ficar em casa. Cheguei o aeroporto de Congonhas a parte internacional era um barracão de madeira (risadas) aí fui para a casa de Seu Roque o pai do rapaz era um comerciante tudo, na Vila Mariana. 1958. Aí comecei a olhar o mapa e tal, e o Ciro rapaz que formou lá e ficou nos Estados Unidos era um excelente pianista de jazz, naquela época na década de 60 e 70 e começou alguma coisa de informática. Voltando, chegando em São Paulo uma hora eu fui na USP não tinha, estava começando o curso de geologia, eu fui no curso de engenharia de Minas e lá tinha um rapaz, era grandão, um italiano. Italiano mesmo que falava um bocado de inglês. E conversando estava fazendo pesquisa em Belo Horizonte. Ah tá...tal, tal, bom. Peguei o avião para Belo Horizonte e cheguei lá e me empregaram. Era realmente uma forma grande. Fiquei um ano e meio lá. Depois fui trabalhar numa firma no Rio, Levantamento aerofotogramétrico S. A (LASA) era subsidiária da Cruzeiro do Sul, de mapeamento; mas foi a LASA inicialmente de interpretação de fotos aéreas para geologia, ferrovias, bacias hidroelétricas; altimetria relacionado ao mar, florestas; usando fotos aéreas. Então eu fiquei lá um tempo e neste período a firma que eu trabalhava em BH naquele tempo ela fez um contato com outra empresa americana que era a Alcoa interessada em bauxita e já tinha já essas jazidas em poços conhecidas. E tinha outra empresa americana NNA lá por 57/58 tinha feito pesquisas em poços que ficou junto com a companhia geral de Minas, mas ficou meio parado lá; aí em 60 fizeram estes contatos e mandaram um geólogo pra cá pra levantar essas áreas e já se tinha essa identidade mas sem saber se ia valer a pena, se tinha bauxita suficiente ou não, aí eu tinha contrato com essa empresa em BH, aí falaram que tinha um rapaz americano, geólogo que seria interessante pra fazer essas pesquisas em Poços, pra levantar as áreas pra Cia geral de Minas e eu sabia que tinha algumas complicações, porque a fazer trabalho de campo quando comparado com a indústria química então era tecnologias mais específicas e só grandes empresas tem essa tecnologia. Então tinha que fazer toda a pesquisa de novo e analisar especificamente em laboratório; de uma maneira diferente... ter uma noção de como que se faz alumínio na fábrica porque claro você não consegue falar de todo alumínio que tem

na bauxita tem algumas complicações em laboratório conseguem imitar um pouquinho do que vai acontecer numa indústria e vai ser como a bauxita vai se tornar uma liga metálica então os tipos de análises eram diferentes então tive que gerar novas amostras totalmente e um laboratório específico para isso; então isso foi no ano de 1960. Durante 9 meses aí acabou a pesquisa aí eu voltei para o Rio e fiquei um pouco parado e comecei a trabalhar para outras empresas no Nordeste; aí as partes se montaram e me chamaram quando resolveram abrir a indústria aqui em Poços e me chamaram voltei em 62 e fiquei aqui e não sai mais.

A partir daí muitas coisas mudaram. Iniciada a produção de bauxita, tudo ocorreu normalmente, sem alterações. Eu como superintendente da mineração (Cia. Geral de Minas), com meus braços direitos Fernando Ottoni de Almeida Lana, engenheiro de minas, empregado em 1971 e o topógrafo Amaro do barco. Passei um pouco mais de quatro anos acumulando junto com a mineração, a superintendência de produção da primeira metade da Refinaria, a recuperação em um curto período na Precipitação/Calcinação. O acúmulo de funções era estranho, pois requeria dois chapéus: eu era ao mesmo tempo fornecedor e consumidor de bauxita. Tinha de satisfazer as duas partes ao mesmo tempo. Devia consumir somente bauxita de alta qualidade, ou deviria fornecer a de teor mediano para conservar melhor as reservas de bauxita da Alcominas? A mineração fazia parte da estrutura de refinaria, e com a construção da terceira sala de Cubas, houve uma decisão em Pittsburgh, de separar a Mineração da refinaria, criando uma gerencia à parte, em 1978. Veio o Eng. de Minas da Alcoa – Ashby T. Cathey – que ficou 18 meses como o primeiro gerente. Com seu retorno para os EUA assumi a gerencia. A partir daí fiquei somente na Mineração, até 1997, com a minha saída da Alcoa com 35 anos de firma.

Vinícius: Sim, a minha pesquisa tem três vieses, um primeiro científico, outro educativo e um turístico e devido a bibliografia extensa também, como poderíamos descrever a situação pós escavações?

Don: Em 1977, com o avanço da lavra de áreas de bauxita, era evidente que a Companhia teria que iniciar um trabalho de recuperação, ou reabilitação das áreas mineradas. A região sendo turística e possuindo uma beleza natural, era obrigatório para a empresa desenvolver os métodos necessários para remediar os danos causados pela lavra do minério. O gerente de operações da Fábrica, autorizou minha ida para buscar soluções e começou aí uma outra jornada. Sem conhecimentos sobre o assunto, fui à Mineração brasileira reunidas (MRB), em Belo Horizonte, para trocar ideias com o engenheiro florestal Maurício Ramos. Eu pensava que a recuperação de Minas fosse simples – uma espécie de receituário com etapas definidas.

Maurício afirmou que não era assim, e recomendou que procurasse o americano Professor James Jim Griffith. Tudo isso resultou na publicação do manual de áreas degradadas e a Alcoa me deu liberdade total para isso. E criamos em 1993 o CEPA de educação ambiental que foi a menina dos olhos na época.

Vinícius: Obrigado Don, um grande prazer e manteremos contato para novos empreendimentos.

Anexo 4
Coleção Particular/Cartões Postais

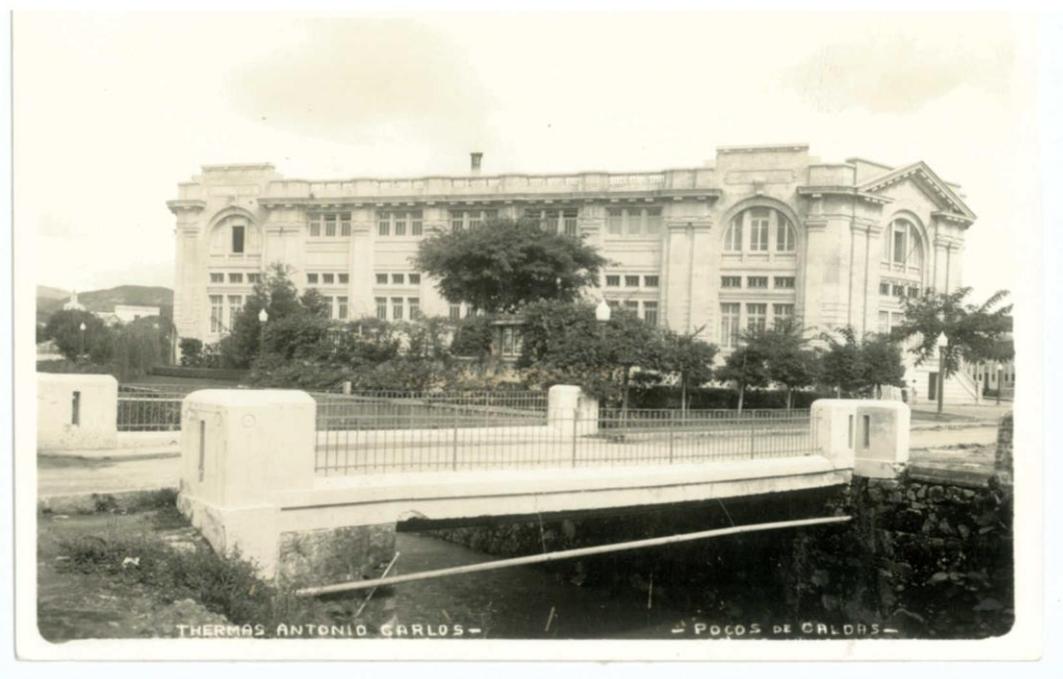


Figura 124: Cartão Postal - Thermas Antônio Carlos. Poços de Caldas. Sem Data. Arquivo da Coleção Particular.



Figura 125: Cartão Postal - Vista Parcial de Poços de Caldas. Edição de casa havanesa. Sem Data. Arquivo da Coleção Particular.



Figura 126: Cartão Postal - Vista Parcial de Poços de Caldas (Foto Amador). Sem Data. Arquivo da Coleção Particular.



Figura 127: Cartão Postal - Vista Parcial de Poços de Caldas. 1957. Arquivo da Coleção Particular.



Figura 128: Cartão Postal - Poços de Caldas. Jardim da Estação. Sem Data. Arquivo da Coleção Particular.



Figura 129: Cartão Postal - Fonte Luminosa. Poços de Caldas (Radio-Foto). Sem Data. Arquivo da Coleção Particular



Figura 130: Cartão Postal - Uma parte da vista geral de Poços de Caldas. Sem Data. Arquivo da Coleção Particular

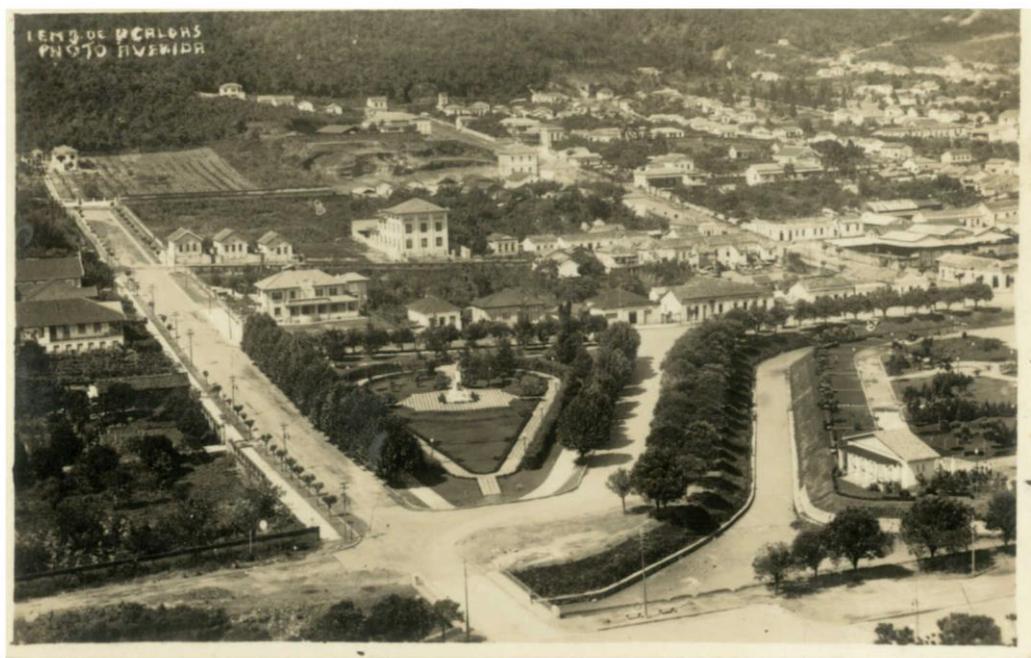


Figura 131: Cartão Postal - Poços de Caldas (Foto Avenida). Sem Data. Arquivo da Coleção Particular.

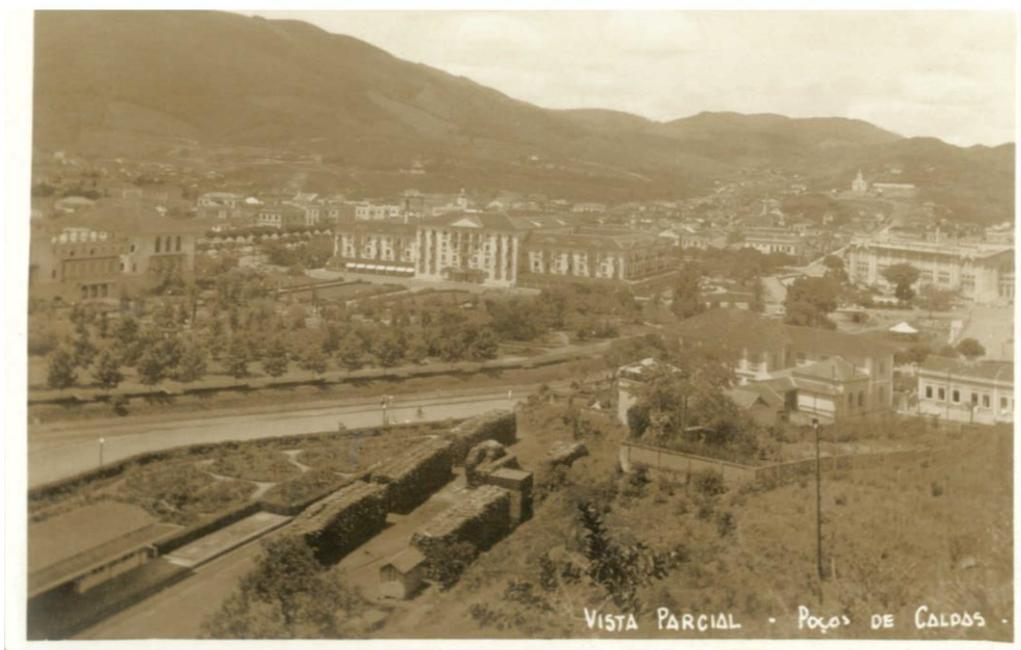


Figura 132: Cartão Postal - Vista Parcial - Poços de Caldas. 1962. Arquivo da Coleção Particular.



Figura 133: Cartão Postal - Poços de Caldas - Brasil. Sem Data. Arquivo da Coleção Particular



Figura 134: Cartão Postal - Poços de Caldas, Palace Hotel. Sem Data. Arquivo Coleção Particular.



Figura 135: Cartão Postal - Praça Pedro Sanches, Poços de Caldas, Minas Gerais, Brasil (Photo Avenida). 1938. Arquivo da Coleção Particular.



Figura 136: Cartão Postal - Vista Aérea de Poços de Caldas. (Foto Ninho). Sem Data. Arquivo da Coleção Particular.



Figura 137: Cartão Postal - Thermas. Sem Data. Arquivo da Coleção Particular.



Figura 138: Cartão Postal - Poços de Caldas. Usina da Luz. (Photo Avenida). 1932. Arquivo da Coleção Particular.



Figura 139: Cartão Postal - Vista Parcial de Poços de Caldas. 1937. Arquivo da Coleção Particular.



Figura 140: Cartão Postal - Poços de Caldas. Monsenhor Antônio Carlos. Sem Data. Arquivo da Coleção Particular.



Figura 141: Cartão Postal - Represa Saturnino de Brito. Sem Data. Arquivo da Coleção Particular.

Anexo 5

465 localidades potenciais geossítios do Maciço Alcalino de Poços de Caldas

Tabela 12: Lista Geral de localidades potenciais geossítios

Nome	Área/Procedência	Tipo
Fenito Cinza-esverdeado "Akerito"	Cascata - São Roque	Citação
Sedimentos Clásticos	Bordo interno	-
Sedimentos Clásticos	Norte de Andradas	-
Sedimentos Clásticos	Águas da Prata	-
Brechas e Tufos	Vale do Quartel	-
Brechas e Tufos	Águas da Prata	-
Brechas e Tufos	Cascata	-
Brechas e Tufos	Bortolan	-
Ankaratritos (efusiva e hipabissais)	Vale do Quartel	-
Ankaratritos (efusiva e hipabissais)	Águas da Prata	-
Ankaratritos (efusiva e hipabissais)	Andradas	-
Ankaratritos (efusiva e hipabissais)	Fazenda Santa Maria	-
Ankaratritos (efusiva e hipabissais)	Cascata	-
Ankaratritos (efusiva e hipabissais)	Rio das Antas	-
Ankaratritos (efusiva e hipabissais)	Bordo leste	-
Lavas Fonolíticas	Sul/Morro do Mel e Tamanduá	-
Dique de Magnetita em Tinguaito - Th	Centro/Morro do Ferro	-
Fonolito	2/3 da área	-
Pseudoleucita Tinguaito	Oeste/Cascata	-
Pseudoleucita Tinguaito	Oeste/Morro do Serrote	-
Dique de Tinguaito com Pseudoleucita	Oeste/Serra do Quartel	-
Pseudoleucita Tinguaito	Norte/Cachoeira do Ozório	-
Pseudoleucita Tinguaito	Leste/Taquarí	-
Faixa de Fonolito	Oeste/Cascata	-
Analeita-Tinguaito	Morro do Serrotinho	-
Analeita-Fonolito	Fazenda Sobradinho	-

Brecha de Tinguaió	Oeste	-
Foiaíto	Morro do Serrote	-
Foiaíto	Aeroporto	-
Foiaíto Traquitóide	Morro do Paiol	-
Foiaíto Traquitóide	Vale do Quartel	-
Foiaíto Traquitóide	Morro do Mel	-
Lujaurito e Chibinito	Norte/Pedra Balão	Afloramento
Jazida Morro do Ferro	Centro	Sondagem
Anomalia da área denominada Cercado	Centro/Sul	Sondagem
Anomalia do Taquari	Leste/Taquarí	Sondagem
Jazida do Serrote	Oeste/Serrote	Sondagem
Jazida do Cascalho		Sondagem
Campo Brigidas	Oeste/Serrote	Sondagem
Campo Quirinos	Oeste/Quirinos	Sondagem
Campo do Cocal	Oeste/Cocal	Sondagem
Campo Três Barras	-	Sondagem
Jazida Itororó	-	Sondagem
Campo Tamanduá-Mourões	Centro	Sondagem
Campo Espingarda	Centro	Sondagem
Jazida Ponte Alta	Leste	Sondagem
Campo Rio Verdinho	Leste	Sondagem
Campo Pouso-Alegre - Dr. Bernardo	Leste	Sondagem
Ocorrência uranífera em arenitos	Oeste/Sul	Sondagem
Foiaíto	Centro	Afloramento
Foiaíto	Centro/Quirinos	Amostra
Nefelina microssienito	Norte	Afloramento
Foiaíto	Norte	Afloramento
Nefelina Sienito (foiaíto) com astrofilita	Norte/Pedra Balão	Afloramento (Am.)
Foiaíto Xistoso	Norte	Afloramento
Microfoiaito infiltrado por eudialita foiaíto	Centro/Brígidas	Sondagem (81,5 m.)
Foiaíto porfirítico	Norte/Pires	Afloramento
Eudialita-nefelina-sienito-pórfiro (foiaíto)	Norte	Afloramento
Eudialita nefelina-sienito	Norte	Afloramento

Eudialita nefelina sienito (chibinito)	Norte	Afloramento
Tinguaíto	Centro/Agostinho	Afloramento
Tinguaíto	Norte	Afloramento
Tinguaíto	Norte	Afloramento
Microtinguaíto alterado	Norte	Afloramento
Nefelina microssienito (Microtinguaíto)	Norte	Afloramento
Analcima tinguaíto	Norte	Afloramento
Analcima tinguaíto (alterado)	Norte	Afloramento
Psedoleucita tinguaíto	Norte	Afloramento
Psedoleucita tinguaíto	Norte	Afloramento
Psedoleucita tinguaíto	Sul	Afloramento
Rochas feldspatóides sieníticas	Norte	Afloramento
Tinguaíto-fonolito alterado	Centro/Agostinho	Afloramento
Rochas álcali e feldspatóides-sieníticos	Oeste/Pedreira Bortolan	-
Drusa de cristais	Oeste/Pedreira Bortolan	-
Quartzo –sienito-fenito	Norte	Afloramento
Nefelina sienito de fenitização	Sul	Afloramento
Rocha Tuface alterada	Oeste/Cascata	Afloramento
Rocha alterada (tufo fonolítico)	Norte	Afloramento
Rocha tufácia argilosa-bauxítica	Norte	Afloramento
Tufo vulcânico cristalino básico	Norte	Afloramento
Bomba vulcânica e “lapilli”	Norte	Afloramento
Rochas alteradas, areníticas, argilosas-bauxíticas, lateríticas e tufácias.	Norte	Amostras

Sienito	Centro	Afloramento
Rocha feldspática aplossienítica (anortoclasito)	Centro/Agostinho	Galeria
Rocha feldspática	Centro	Afloramento
Rocha álcali-sienítica (traquítica)	Centro/Cascata	Afloramento
Diabásio	-	Afloramento
Olivina basalto	Centro/Taquarí	Sondagem (30,5 m)
Quartzo de veio	Norte	Afloramento
Argila de veio, clorita montmorillorítica	Centro/Agostinho	Sondagem (54 m)
Rocha alterada argilosa-bauxítica com pinita	Norte	Afloramento
Rocha alterada retrabalhada ferruginosa bauxítica com fosfatos	Centro	Afloramento
Cataclasito alterado	Centro/Agostinho	Galeria
Rocha supergênica crustiforme ferruginosa (“canga”)	Centro	Afloramento
Argila piritoso calcário	Centro	Sondagem
Caldacito	Centro	Afloramento
Caldacito alterado (rochas zirconíferas)	Centro	Afloramento
Rocha feldspatóides-sienítica alterada	Norte	Afloramento
Rochas alteradas bauxíticos-argilosas com Caldacito	Norte	Sessão
Rocha caldacítica alterada meteorizada	Sul	Afloramento
“Jazidas” de caldacitos	Norte	Jazidas
Zircão e baddeleyita no Caldacito	Centro	Afloramento
Rocha bauxítica com cirtolita	Centro	Afloramento
Rocha argilosa-bauxítica com Caldacito	Sul	Sondagem

Rocha argilosa zirconífera	Leste (zona de contato)	Afloramento
Tinguaíto hidrotermalmente alterado	Centro/Agostinho	Sondagem (21 m.)
Tinguaíto hidrotermalmente alterado e mineralizado	Centro/Agostinho	Sondagem (68 m.)
Tinguaíto hidrotermalmente alterado e mineralizado	Centro/Agostinho	Sondagem (51,6 m.)
Rocha fonolítica hidrotermalmente alterada	Centro/Agostinho	Afloramento
Rocha tinguaíto-fonolito hidrotermalmente alterada	Centro/Agostinho	Sondagem (64,3 m.)
Rocha feldspatóide sienítica alterada e mineralizada.	Centro/Agostinho	Sondagem
Relação molibdênio e jordista	Centro/Agostinho	Sondagem
Microtinguaíto mineralizado e alterado	Centro/Agostinho	Sondagem (23 m.)
Analcima fonolito alterado e mineralizado	Centro/Agostinho	Sondagem
Rocha feldspatóides-sienítica alterada. Cataclasticamente deformada e mineralizada com urânio e molibdênio	Centro/Agostinho	Sondagem
. Rocha caldasítica alterada com mineralização uranífera incipiente e autunita secundária	Centro/Agostinho	Galeria
Foiiaíto alterado e mineralizado	Leste/Taquarí	Sondagem
Mineralização pirita-fluorita manganífera numa rocha feldspática	Leste/Taquarí	Sondagem
Brecha mineralizada	Centro	Sondagem (86,5 m.)
Brecha feldspatóide-sienítica hidrotermalmente alterada e mineralizada com urânio	Centro/Cercado	Sondagem (54 m.)
Mineralização uranífera	Centro/Cercado	Sondagem

Corpos Lujauríticos Ocidental e Oriental	(Anel Norte)	Afloramento
Nefelina Sienitos Cinzas	Anel Norte	Afloramento
Chibinitos de Botelhos	(Anel Norte)	Afloramento
Chibinitos Orientais (Anel Norte)		Afloramento
Nefelina Sienitos Finos do Anel Norte		Afloramento
Pseudoleucita nefelina sienitos (Anel Norte)		Afloramento
Nefelina Sienitos Híbridos	(interior do Maciço)	Afloramento
Nefelina Sienito com Eudialita	(Morro do Serrote)	Afloramento
Nefelina Sienito Cinza	(Morro do Serrote)	Afloramento
Nefelina Sienito com Biotita	(Morro do Serrote)	Afloramento
Nefelina Sienito Porfíricos	(Morro do Serrote)	Afloramento
Nefelina Sienito Ocidentais com Fluorita	(Anel Norte)	Afloramento
Nefelina Sienito Ocidentais com Eudialita	(Anel Norte)	Afloramento
Nefelina Sienito Finos Ocidentais	(Anel Norte)	Afloramento
Rochas Sedimentares epiclásticas	(Rodovia Poços de Caldas-Águas da Prata)	Afloramento
Rochas Sedimentares epiclásticas	Serra do Mirante	Afloramento
Arenitos Interestratificados	Fazenda Pratinha	Afloramento
Depósito de "base surge"	Fazenda do Cipó	Afloramento
Brechas e Tufisitos brechóides	Rio das Antas	Afloramento
Brechas interludicas de conduto	(Mina O. Utsumi)	Afloramento
Agmatitos e pórfiros xenolíticos da "faixa brechoide do Anel Norte"	(Estrada para o Cristo)	Afloramento
Rochas Sedimentares diretamente ligadas a fenomenos vulcânicos	(Fazenda Chapadão)	Afloramento
origina fonolito		Rocha de Campo
Pseudoleucita fenólitos	(morro do serrote)	

brechas e aglomerados; tufitos de lapli e tufitos	Faixa Piroclástica do Vale do Quartel	
Brechas interludicas de conduto	(Campo do Agostinho C-03)	
Brechas de Fragmentação em áreas de fraturamento (zonas craqueleés)		
"Mudflows" (afloramentos isolados)		
Ankaratritos (tipo raro de rocha vulcânica)	Faixa Piroclástica do Vale do Quartel	
Fonolitos	Fazenda Chapadão	
Fonolito intrusivo	(anel topográfico)	
Fonolito intrusivo	(serrotes do interior do maciço)	
Pseudoleucita fenólitos	(Mina O. Utsumi)	
Rocha Fenitizada	Estrada São Roque da Fartura	
dados geocronológicos	Pedra Balão e zonas vizinhas -	
Caminho geológico da Estrada de Ferro		
Nefelina Sienito Híbrido	Pedreira da Prefeitura	
Geologia do Morro do Serrote	Morro do Serrote	
Setor C-03 (Fluxo Térmico)	Agostinho	
Setor C-09 (Fluxo Térmico)	Campo do Cercado	
Morro do Ferro (Fluxo Térmico)		
Silicatos de Zr e Metais raros: "Giannettita" e "pennaita" (em lujauritos)	Anel Norte	
"Lamprofilita" Nefelina Sienito	Serrote	
Pseudoleucita	?	
lamprofilita de lujarito - ponto de vista cristalográfico	Pedra Balão	
Zr, Hf e Nb de eudialita (chibinito)	Pedra Balão)	
“akerito” (quartzo sienito com augita, biotita e barqueviquita) em rochas do embasamento	periferia ocidental do Maciço	
mineralogia de chibinito	Pedra Balão -	

olivina (faialita) em nefelina sienito de Quirinos	(zona de Cascata)	
opala em rochas fortemente alteradas (principalmente tufitos)		
Mineralogia de geodos	Pedreira Bortolan	
melanita em nefelina sienitos	Cascata	
"Rocha Potássica"		
cascalho bauxítico superficial (nodular e/ou fragmentário)		
bauxita homogênea (in situ) as vezes mostrando juntas reliquiare, com alvéolos, friável		
bauxita nodular com matriz argilosa; apresenta nódulos, tubos e agregado irregulares, em matriz argilosa;		
bauxita de substituição, homogênea, em matriz argilosa: a textura sugere, neste caso, bauxitação de argila		
argilas residuais de regiões elevadas		
argilas refratárias de baixada		
Nefelina sienito leucocrático	Zona de alteração hidrotermal	Afloramento
Fonólito afanítico	Zona de alteração hidrotermal	Afloramento
Nefelina sienito alterado	Zona de alteração hidrotermal	Afloramento
Fonolito alterado	Zona de alteração hidrotermal	Afloramento
Fonolito alterado	Zona de alteração hidrotermal	Afloramento
Fonolito alterado	Zona de alteração hidrotermal	Afloramento
Fonolito alterado fluidal muito fino	Zona de alteração hidrotermal	Afloramento

Rocha alterada e intemperizada de cor bege-cinza	Zona de alteração hidrotermal	Afloramento
Rocha alterada e intemperizada de cor bege	Zona de alteração hidrotermal	Afloramento
Tufos alterados	Zona de alteração hidrotermal	Afloramento
Fonólito porfirítico	Zona de alteração hidrotermal	Afloramento
Fonólito afanítico	Zona de alteração hidrotermal	Afloramento
Fonolito alterado	Zona de alteração hidrotermal	Afloramento
Fonólito fresco (alterado)	Zona de alteração hidrotermal	Afloramento
Brecha de fonólito com veios de quartzo	Zona de alteração hidrotermal	Afloramento
Fonólito alterado	Zona de alteração hidrotermal	Afloramento
Brecha de fonólito (alterado)	Zona de alteração hidrotermal	Afloramento
Fonólito afanítico alterado (dique)	Zona de alteração hidrotermal	Afloramento
Brecha de fonólito (alterado)	Zona de alteração hidrotermal	Afloramento
Fonólito fresco (alterado)	Zona de alteração hidrotermal	Afloramento
Nefelina sienito alterado (sem eudialita)	Zona de alteração hidrotermal	Afloramento
Encalve de fonólito alterado em nefelina sienito	Zona de alteração hidrotermal	Afloramento
Fonólito afanítico alterado (limonitizado)	Zona de alteração hidrotermal	Afloramento
Nefelina sienito alterado	Zona de alteração hidrotermal	Afloramento
Nefelina sienito alterado	Zona de alteração hidrotermal	Afloramento
Fonólito alterado	Zona de alteração hidrotermal	Afloramento
Fonólito alterado	Zona de alteração hidrotermal	Afloramento
Fonólito alterado	Zona de alteração hidrotermal	Afloramento

Fonólito alterado (pulverulento)	Zona de alteração hidrotermal	Afloramento
Fonólito alterado (limonitizado)	Zona de alteração hidrotermal	Afloramento
Brecha alterada	Zona de alteração hidrotermal	Afloramento
Brecha de fragmentação em fonólito alterado	Zona de alteração hidrotermal	Afloramento
Faixa de Fonólito alterado em fonólito fresco	Zona de alteração hidrotermal	Afloramento
Fonólito alterado	Zona de alteração hidrotermal	Afloramento
Dique de Fonólito alterado em brecha	Zona de alteração hidrotermal	Afloramento
lava fonolítica em vesículas orientadas	Zona de alteração hidrotermal	Afloramento
Fonólito alterado	Zona de alteração hidrotermal	Afloramento
Fonólito alterado	Zona de alteração hidrotermal	Afloramento
Brecha "craquelêe" de fonólito	Zona de alteração hidrotermal	Afloramento
Faixa de fonólito alterado	Zona de alteração hidrotermal	Afloramento
Faixa de fonólito alterado	Zona de alteração hidrotermal	Afloramento
Fonólito com bandas fraturadas (craquelêe)	Zona de alteração hidrotermal	Afloramento
Fonólito alterado	Zona de alteração hidrotermal	Afloramento
Fonólito alterado	Zona de alteração hidrotermal	Afloramento
Fonólito alterado	Zona de alteração hidrotermal	Afloramento
Nefelina alterado	Zona de alteração hidrotermal	Afloramento
Fonólito alterado	Zona de alteração hidrotermal	Afloramento
Fonólito alterado	Zona de alteração hidrotermal	Afloramento
Fonólito alterado com pirita	Zona de alteração hidrotermal	Afloramento
Veio de fluorita no foiaito	Cascata SP	Amostra (Ex-situ)

Lujaurito com eudialita	Pedra Balão - Poços de Caldas MG	Amostra (Ex-situ)
Contacto granito-fonolito	Estrada da Grama - Poços de Caldas MG	Amostra (Ex-situ)
Pseudo-leucita no tinguaió	Estrada do Brígidas - Cascata SP	Amostra (Ex-situ)
Foiaito	Estrada do Taquarí - Caldas MG	Amostra (Ex-situ)
Brecha Vulcânica	Estrada do Bortolan - Poços de Caldas MG	Amostra (Ex-situ)
Brecha Vulcânica	Represa Bortolan - Poços de Caldas MG	Amostra (Ex-situ)
Segregação de zeólito no tinguaió	Pedreira Bortolan - Poços de Caldas MG	Amostra (Ex-situ)
Fonolito com textura esferolítica	Fazenda Guapa - Poços de Caldas MG	Amostra (Ex-situ)
Fonolito com textura esferolítica e axiolitos	Fazenda Guapa - Poços de Caldas MG	Amostra (Ex-situ)
Segregação de foiaito	Pedreira Bortolan - Poços de Caldas MG	Amostra (Ex-situ)
Nódulo de tinguaió no foiaito	Pedreira da Prefeitura - Poços de Caldas MG	Amostra (Ex-situ)
Cristais de feldspato e nefelina no tinguaió	Represa Bortolan - Poços de Caldas MG	Amostra (Ex-situ)
Foiaito	Vila Cruz	Amostra (Ex-situ)
Segregação de feldspato e pirita no tinguaió	Bortolan - Poços de Caldas MG	Amostra (Ex-situ)
Segregação de feldspato e piroxênio no tinguaió	Bortolan - Poços de Caldas MG	Amostra (Ex-situ)
Piroxênio acicular no foiaito	Marco 70 - Divisa MG-SP	Amostra (Ex-situ)
Natrolita e Acmita no Tinguaió	Pedreira Bortolan - Poços de Caldas MG	Amostra (Ex-situ)
Foiaito com cristais de eudialita	Marco 70 - Divisa MG-SP	Amostra (Ex-situ)
Astrofilita e feldspato no tinguaió	Pedreira Bortolan - Poços de Caldas MG	Amostra (Ex-situ)
Astrofilita no tinguaió	Pedreira Bortolan - Poços de Caldas MG	Amostra (Ex-situ)
Fonolito com textura fluidal	Estrada Poços-Andradas (Km 30)	Amostra (Ex-situ)
Fonolito pardo	Estrada Alto da Serra de Poços	Amostra (Ex-situ)

Fonolito castanho com analcita	Estrada Cascata-Chapadão	Amostra (Ex-situ)
Ankaratrito com calcita	Estrada Nova Cascata - Águas da Prata SP	Amostra (Ex-situ)
Segregação de zeólitos no tinguaiúto (villialmita-NaF)	Pedreira Bortolan - Poços de Caldas MG	Amostra (Ex-situ)
Arenito zonado	Areião do Osório	Amostra (Ex-situ)
Arenito com pintas de linonita	Serra das Laranjeiras - Caldas MG	Amostra (Ex-situ)
Fluorita e Zeólito no Tinguaiúto	Pedreira Bortolan - Poços de Caldas MG	Amostra (Ex-situ)
Feldspato e Piroxênio alterados	Pedreira Bortolan - Poços de Caldas MG	Amostra (Ex-situ)
Mica com analcita no tinguaiúto	Pedreira Bortolan - Poços de Caldas MG	Amostra (Ex-situ)
Psilomelana	Campo do Cercado - Andradas MG	Amostra (Ex-situ)
Fonolito de griffon de água sulfurosa	Balneário - Caldas MG	Amostra (Ex-situ)
Psilomelana com polianita	Campo do Cercado - Andradas MG	Amostra (Ex-situ)
Pirrotita	Pegmatito Nabor - Grama SP	Amostra (Ex-situ)
Bauxita Cripto Cristalina	Morro das Árvores - Poços de Caldas MG	Amostra (Ex-situ)
Bauxita com núcleo de Tinguaiúto	Capão da Onça - Poços de Caldas MG	Amostra (Ex-situ)
Bonecas de bauxita	Campo do Cercado - Andradas MG	Amostra (Ex-situ)
Bauxita cripto Cristalina (gibsita)	campo do Saco - Poços de Caldas MG	Amostra (Ex-situ)
Concreção de bauxita	Ponte Alta - Caldas MG	Amostra (Ex-situ)
Concreção de bauxita	Campo do Saco - Poços de Caldas MG	Amostra (Ex-situ)
Concreção de bauxita	Pedreira Bortolan - Poços de Caldas MG	Amostra (Ex-situ)
Concreção de bauxita	Morro das Árvores - Poços de Caldas MG	Amostra (Ex-situ)
Pseudo-Leucita na rocha potássica	Sítio do Almeida - Águas da Prata (Serra) SP	Amostra (Ex-situ)
Cristais de pseudo-leucita	Mina do Serrote - Cascata SP	Amostra (Ex-situ)

Cristais de pseudo-leucita	Sítio do Almeida - Águas da Prata (Serra) SP	Amostra (Ex-situ)
Cristal de pseudo-leucita limonitizado	Campo C-09 - Caldas MG	Amostra (Ex-situ)
Cristal de pseudo-leucita limonitizado	Campo C-09 - Caldas MG	Amostra (Ex-situ)
Cristais de pseudo-leucita	C-09 Cercado - Caldas MG	Amostra (Ex-situ)
Concreção de bauxita	Campo do Cocal - Poços de Caldas MG	Amostra (Ex-situ)
Hidrargila	Campo do Saco - Poços de Caldas MG	Amostra (Ex-situ)
Concreção de bauxita	Campo do Marçal - Poços de Caldas MG	Amostra (Ex-situ)
Bombas vulcânicas	Morro das Árvores - Poços de Caldas MG	Amostra (Ex-situ)
Conglomerado Bauxítico	Fazenda Chiqueirão - Poços de Caldas MG	Amostra (Ex-situ)
Concreção de bauxita	Morro das Árvores - Poços de Caldas MG	Amostra (Ex-situ)
Rocha Potássica	Barreira - Poços de Caldas MG	Amostra (Ex-situ)
Cristais de Magnetita	Campo do Gigante - Poços de Caldas MG	Amostra (Ex-situ)
Bauxita Vermicular	Campo do Saco - Poços de Caldas MG	Amostra (Ex-situ)
Hidrargila	Campo dos Quirinos - Poços de Caldas MG	Amostra (Ex-situ)
Bauxita de Tinguaitó	Capão da Onça - Caldas MG	Amostra (Ex-situ)
Bauxita com envoltório de gibsita	Alto da Serra de Poços	Amostra (Ex-situ)
Bauxita de Foiaito	Sítio do Sueco Barreira - Poços de Caldas MG	Amostra (Ex-situ)
Bauxita com envoltório de gibsita	Morro das Árvores - Poços de Caldas MG	Amostra (Ex-situ)
Bauxita de Tinguaitó	Campo do Sérgio - Poços de Caldas MG	Amostra (Ex-situ)
Fragmento de Pegmatito	Fazenda Nabor - Grama SP	Amostra (Ex-situ)
Pegmatito gráfico	Jazida Jaboticabal - Botelhos MG	Amostra (Ex-situ)

Cristal de Feldspato	Sítio Borghezi - Andradas MG	Amostra (Ex-situ)
Quartzo Róseo	Jazida Bela Cruz - Andradas MG	Amostra (Ex-situ)
Feldspato com mica	Fazenda Nabor - Grama SP	Amostra (Ex-situ)
Alanita Urânifera	Fazenda Nabor - Grama SP	Amostra (Ex-situ)
Ocre Uranífera	Fonte Vilela - Águas da Prata SP	Amostra (Ex-situ)
Druza de Fluorita	Galeria C-09 - Cercado - Caldas MG	Amostra (Ex-situ)
Veio de fluorita	Mina do Taquarí - Caldas MG	Amostra (Ex-situ)
Pirofanita (Ti+Mn)	Teste de Sondagem (- 462 m) Cercado - Caldas MG	Amostra (Ex-situ)
Cristais de Zirconita no Caldasito	Taquari - Caldas MG	Amostra (Ex-situ)
Bauxita branca	Campo do Sérgio - Poços de Caldas MG	Amostra (Ex-situ)
Feldspato (ortoclásio)	Sítio Dino Burgue - Andradas MG	Amostra (Ex-situ)
Feldspato	Sítio Borghezi - Andradas MG	Amostra (Ex-situ)
Cristais de Piroxênio no Feldspato	Fazenda Juca Cobra - Botelhos MG	Amostra (Ex-situ)
Fluorita alterada no Foiaito	Mina do Taquarí - Caldas MG	Amostra (Ex-situ)
Feldspato cinzento	Sítio Borghezi - Andradas MG	Amostra (Ex-situ)
Fluorita	Campo do Agostinho (Galeria) Poços de Caldas MG	Amostra (Ex-situ)
Veios ferro magnésíferos	Cercado - Andradas MG	Amostra (Ex-situ)
Veio de Fluorita no Molibdênio	Taquari - Caldas MG	Amostra (Ex-situ)
Minério de Urânio com Molibdênio	Campo do Agostinho - Poços de Caldas MG	Amostra (Ex-situ)
Hematita Rubra	Campo do Cocal - Poços de Caldas MG	Amostra (Ex-situ)
Hematita Rubra com maganês	Campo do Cocal - Poços de Caldas MG	Amostra (Ex-situ)

Limonita Manganésifera com urânio	Taquari - Caldas MG	Amostra (Ex-situ)
Ocre manganésifera radioativa	Campo do Cercado - Andradas MG	Amostra (Ex-situ)
Magnetita	Morro do Ferro - Poços de Caldas MG	Amostra (Ex-situ)
Magnetita Limonitizada torífera	Morro do Ferro - Poços de Caldas MG	Amostra (Ex-situ)
Minério de Tório e Terras Raras 22% T.R	Galeria do Morro do Ferro - Poços de Caldas MG	Amostra (Ex-situ)
Argila torífera	Galeria do Morro do Ferro - Poços de Caldas MG	Amostra (Ex-situ)
Canga Torífera 2% ThO₂	Morro do Ferro - Poços de Caldas MG	Amostra (Ex-situ)
Minério de Tório e Terras Raras	Galeria do Morro do Ferro - Poços de Caldas MG	Amostra (Ex-situ)
Minério de Tório e Terras Raras	Galeria do Morro do Ferro - Poços de Caldas MG	Amostra (Ex-situ)
Conglomerado de favas de zircônio	Mina do Taquarí - Caldas MG	Amostra (Ex-situ)
Conglomerado de favas de zircônio	Campo do Cocal - Poços de Caldas MG	Amostra (Ex-situ)
Caldasito mamelonado	Mina do Serrote - Cascata SP	Amostra (Ex-situ)
Caldacito muito uranífero	Mina do Serrote - Cascata SP	Amostra (Ex-situ)
Rocha Potássica com zircônio	Alto Dr. Bernardo - Caldas MG	Amostra (Ex-situ)
Caldacito uranífero (0,60% U₃O₈)	Santa Rosália - Poços de Caldas MG	Amostra (Ex-situ)
Caldacito muito uranífero (1,4% U₃O₈)	Mina do Taquarí - Caldas MG	Amostra (Ex-situ)
Caldacito com cristais de zirconita	Taquari - Poços de Caldas MG	Amostra (Ex-situ)
Caldacito (85% ZrO₂ e 1% U₃O₈)	Km 17 - Caldas MG	Amostra (Ex-situ)
Minério Uranífero	Campo dos Mourões - Andradas MG	Amostra (Ex-situ)
Veios de Caldacito em Foiaito	Mina do Taquarí - Caldas MG	Amostra (Ex-situ)

Caldacito uranífero (1% U₃O₈)	Mina do Serrote - Cascata SP	Amostra (Ex-situ)
Caldacito com cristais de badeleíta	Km 17 - Caldas MG	Amostra (Ex-situ)
Uraninita e Pechblenda	Galeria C-09 - Cercado - Caldas MG	Amostra (Ex-situ)
Badeleíta mamelonada (85% ZrO₂)	Ribeirão do Quartel - Águas da Prata SP	Amostra (Ex-situ)
Cristais de Zirconita	Mina do Taquarí - Caldas MG	Amostra (Ex-situ)
Favas de Badeleíta	Ribeirão do Quartel - Águas da Prata SP	Amostra (Ex-situ)
Favas pretas de zircônio	Serrote - Cascata SP	Amostra (Ex-situ)
Favas pardas de zircônio	Ribeirão Pouso Alegre - Caldas MG	Amostra (Ex-situ)
Nódulo de Pechblenda na rocha	C-09 corpo E - Caldas MG	Amostra (Ex-situ)
favas cinzentas de zircônio	Taquarí - Caldas MG	Amostra (Ex-situ)
caldacito com autunita (3% H₃O₈)	Mina do Serrote - Cascata SP	Amostra (Ex-situ)
Caldacito com superfície espelhada	Campo dos Mourões - Andradas MG	Amostra (Ex-situ)
Minério radioativo de Zr e Mn (0,60% U₃O₈)	Taquarí - Caldas MG	Amostra (Ex-situ)
Caldacito Mamelonado	Mina do Serrote - Cascata SP	Amostra (Ex-situ)
Minério de Urânio e Molibdênio	Campo do Agostinho - Poços de Caldas MG	Amostra (Ex-situ)
Minério de Urânio e Molibdênio	Campo do Agostinho - Poços de Caldas MG	Amostra (Ex-situ)
Foiaito impregnado de caldacito	Mina do Serrote - Cascata SP	Amostra (Ex-situ)
Caldacito (0,5% U₃O₈)	Mina Espingarda - Caldas MG	Amostra (Ex-situ)
Badeleíta e Zirconita em caldacito	Mina do Serrote - Cascata SP	Amostra (Ex-situ)
Caldacito com Badeleíta Acicular	Km 17 - Caldas MG	Amostra (Ex-situ)
Cristais de Monazita (8,5% ThO₂)	Pegmatito Borguezi - Andradas MG	Amostra (Ex-situ)
Fava de Zircônio com cristalização de leucita	Taquari	Amostra (Ex-situ)

Nódulo de Pechblenda com induto de autunita	C-09 corpo E - Caldas MG	Amostra (Ex-situ)
Brecha Vulcânica	Represa Bortolan - Poços de Caldas MG	Amostra (Ex-situ)
Eudialita no Foiaito	Marco 70 - Divisa MG-SP	Amostra (Ex-situ)
50 kg ZrO₂ (óxido de zircônio) / 200g U₃O₂ (óxido de urânio)		Amostra (Ex-situ)
Geodo de Nefelina, Natalina, e Feldspato Tinguaito	Pedreira Bortolan - Poços de Caldas MG	Amostra (Ex-situ)
fonólito	Cristo/ Poços de Caldas	Afloramento
brecha magmática	Poços de Caldas - MG	Afloramento
gnaisse facoidal	Divinolândia	Afloramento
granito migmatítico	Caldas - MG	Afloramento
sedimentos	Serra do Mirante	Afloramento
biotita - gnaisse	Campestre - km 25	Afloramento
migmatito	Botelhos	Afloramento
Fonolito (Dique Anelar)	Rodovia Andradas	Afloramento
Nefelina Sienito	Rodovia Andradas	Afloramento
Nefelina Sienito	Rodovia Andradas	Afloramento
Charnokito	Divinolândia (MG/SP)	Afloramento
Sienito- falha NE-SW	Estrada Pico do Gavião	Afloramento
Sienito	Pico do Gavião	Afloramento
Fonolito	Pico do Gavião	Afloramento
Sienito	Pedra Balão	Afloramento
Sienito	subida do Cristo	Afloramento

Sienito	subida do Cristo	Afloramento
fonolito	Cascata	Afloramento
fonolito - Rod. Poços de Caldas- Andradadas-MG	Rodovia Andradadas	Afloramento
fonolito	?	Afloramento
Blocos rolados de tinguaió (relevo de Morros)	proximidades da PUC	Afloramento
Fragmentos decimétricos de Tinguaió - relevo de Morro - Via de bauxita antiga (provável)	proximidades da PUC	Afloramento
Relevo de Morros (deposito de talus)	proximidades da PUC	Afloramento
relevo de Morros - área de alteração de bauxita - área de reflorestamento.	Proximidades do Parque Municipal	Afloramento
Relevo de morros. Área de aterro de resíduos de construção civil com aproximadamente 20m de extensão	Proximidades do Parque Municipal	Afloramento
Relevo de morros. Tinguaió apresentando solo com horizonte superficial de matéria orgânica.	Proximidades do Parque Municipal	Afloramento
Relevo de morros. Lixão a céu aberto.	Proximidades do Parque Municipal	Afloramento
Relevo de montanhas. Afloramento de tinguaiós in situ	Usina Antas I	Afloramento
Relevo de morros. Afloramento de gnaisses in situ	Faz. Do Engenho	Afloramento
Relevo de morros a montanhoso. Trincheira - perfil de alteração do gnaisse	Faz. Do Engenho	Afloramento
Relevo montanhoso. Afloramento in situ de tinguaiós cinza escuro.	Faz. Do Engenho	Afloramento

Relevo de morros a montanhoso. Bloco rolado de migmatito.	Faz. Do Engenho	Afloramento
Relevo de planície. Bloco rolado de migmatito.	Faz. Sta. Maria.	Afloramento
Relevo de morrotes a colinoso.	Faz. Sta. Maria.	Afloramento
Relevo de morrotes a colinoso. Afloramento onde observa-se bolsões de quartzo em meio ao foiaito	Faz. Sta. Maria.	Afloramento
Relevo de morrotes a colinoso. Bloco rolado de tinguaiúto cinza	Faz. Sta. Adélia.	Afloramento
Relevo de morrotes a colinoso. Veios de quartzo centimétricos.	Faz. Sta. Adélia.	Afloramento
Relevo de morros. Perfil de alteração do gnaisse.	Faz. Sta. Adélia.	Afloramento
Relevo de morros.	Faz. Cachoeirinha.	Afloramento
Relevo de morros. Gnaisses levemente alterados com coloração variando entre cinza claro e róseo.	Faz. Cachoeirinha.	Afloramento
Relevo de morros. Perfil de alteração. Gnaisse alterado de coloração rosa esbranquiçado	Faz. Cachoeirinha.	Afloramento
Relevo de morrotes. Afloramento de foiaíto homogêneo	Represa Saturnino de Brito	Afloramento
Relevo de morrotes. Afloramento de blocos de tinguaiútos homogêneo de coloração cinza.	Represa Saturnino de Brito	Afloramento
Relevo de morros. Afloramento de blocos de tinguaiútos.	Represa Saturnino de Brito	Afloramento
Depósito de tálus. São núcleos de rocha sã de coloração preta em meio a material alterado.	Proximidades da Igreja de S. Sebastião.	Afloramento

Relevo de montanhas. tinguaiços inconsolidados com núcleos de rocha sã.	Serra de São Domingos.	Afloramento
Vista panorâmica de costões rochosos (foiaito) seguindo até cotas mais altas. No local aflora rocha alterada a saprólito.	Faz. Da Serra.	Afloramento
Faz. Da Serra. Afloramento de rocha gnáissica/migmatito alterado.	Faz. Da Serra.	Afloramento
Proximidades da Faz. Adélia. Afloramento de rochas gnáissica/migmatito.	Faz. Sta. Adélia.	Afloramento
Afloramento de rochas gnáissica/migmatito.	Faz. Sta. Adélia.	Afloramento
Solo coluvionar de aterro antrópico.	Loteamento ?	Afloramento
Relevo montanhoso. Afloramento de tinguaiço são de coloração cinza, e estrutura maciça.	Cristo/ Poços de Caldas	Afloramento
Relevo de morrotes. Horizontes do Solo e exposição de Rocha Foiaito	?	Afloramento
Relevo de morros. Blocos de foiaito na alta encosta , observar quebra no relevo. E rochas alteradas.	Rod. Contorno (Proximidades da Faz. Nova) -	Afloramento
Relevo montanhoso. Afloramento de tinguaiço alterado e fraturado	Faz. Da Serra.	Afloramento
Relevo de patamar irregular.	Faz. Da Serra.	Afloramento
Relevo montanhoso. Afloramento de foiaito são de coloração cinza e fraturas preenchidas com bauxita.	Faz. Da Serra.	Afloramento
Relevo montanhoso. Superficialmente ocorrem blocos de tinguaiço com matriz argilosa	Usina Antas I	Afloramento

Relevo de planície. Presença de sedimentos arenoso argilosos.		Afloramento
Relevo de planície. Foi visto relevo de terraços/baixa encostas, exibindo patamares baixos e de baixa inclinação.	Rio Lambari	Afloramento
Pedreira de arenito – Arceiro Nelson Costa	Estádio Municipal	Afloramento
Cachoeira Vêu das Noivas		Patrimônio Histórico, Cultural ou Ambiental
Cascata das Antas		Patrimônio Histórico, Cultural ou Ambiental
Represa Bortolan		Patrimônio Histórico, Cultural ou Ambiental
Represa Saturnino de Brito		Patrimônio Histórico, Cultural ou Ambiental
Represa do Cipó		Patrimônio Histórico, Cultural ou Ambiental
Fonte dos Amores		Patrimônio Histórico, Cultural ou Ambiental
Fonte dos Macacos /Balneário Dr. Mário Mourão		Patrimônio Histórico, Cultural ou Ambiental
Fonte Pedro Botelho/ Fonte do Leãozinho		Patrimônio Histórico, Cultural ou Ambiental
Monjolinho	(Praça Tiradentes)	Patrimônio Histórico, Cultural ou Ambiental
Macacos	(Praça Dom Pedro II)	Patrimônio Histórico, Cultural ou Ambiental
Pedro Botelho	(Praça Elisiário Junqueira)	Patrimônio Histórico, Cultural ou Ambiental
Leãozinho	(Praça Elisiário Junqueira)	Patrimônio Histórico, Cultural ou Ambiental
Santana	(Av. Francisco Salles, 41)	Patrimônio Histórico, Cultural ou Ambiental
Vila Cruz	(R. Biajo Varalo)	Patrimônio Histórico, Cultural ou Ambiental
Chiquinhas	(Praça Elisiário Junqueira)	Patrimônio Histórico, Cultural ou Ambiental
Mariquinhas	(Praça Elisiário Junqueira)	Patrimônio Histórico, Cultural ou Ambiental
Martinico Prado	(Parque José Affonso Junqueira)	Patrimônio Histórico, Cultural ou Ambiental

Sinhazinha	(Av. Francisco Salles)	Patrimônio Histórico, Cultural ou Ambiental
Dona Amélia	(Av. Francisco Salles)	Patrimônio Histórico, Cultural ou Ambiental
José de Jacob	(Av. Francisco Salles)	Patrimônio Histórico, Cultural ou Ambiental
Santa Therezinha	(Rua da Saudade)	Patrimônio Histórico, Cultural ou Ambiental
Parque Municipal da Serra de São Domingos		Patrimônio Histórico, Cultural ou Ambiental
Pedra Balão		Patrimônio Histórico, Cultural ou Ambiental
“Palace Casino”		Patrimônio Histórico, Cultural ou Ambiental
Palace Hotel		Patrimônio Histórico, Cultural ou Ambiental
Thermas Antônio Carlos		Patrimônio Histórico, Cultural ou Ambiental
Balneário Dr. Mário Mourão		Patrimônio Histórico, Cultural ou Ambiental
Casa de Passageiros e Hangar do Aeroporto Municipal		Patrimônio Histórico, Cultural ou Ambiental
Parc Hotel		Patrimônio Histórico, Cultural ou Ambiental
Café Concerto		Patrimônio Histórico, Cultural ou Ambiental
Colégio Municipal Dr. José Vargas de Souza		Patrimônio Histórico, Cultural ou Ambiental
Antiga Estação Ferroviária		Patrimônio Histórico, Cultural ou Ambiental
Chalé Honório Dias		Patrimônio Histórico, Cultural ou Ambiental
Igreja Matriz Nossa Senhora da Saúde		Patrimônio Histórico, Cultural ou Ambiental
Igreja de Santo Antônio (Bom Jesus da Cana Verde)		Patrimônio Histórico, Cultural ou Ambiental
Igreja de São Sebastião		Patrimônio Histórico, Cultural ou Ambiental
Igreja Dom Bosco		Patrimônio Histórico, Cultural ou Ambiental
Capela de Santa Cruz		Patrimônio Histórico, Cultural ou Ambiental
Igreja São Benedito		Patrimônio Histórico, Cultural ou Ambiental

Igreja de São Domingos		Patrimônio Histórico, Cultural ou Ambiental
Santuário Nossa Senhora de Fátima		Patrimônio Histórico, Cultural ou Ambiental
Santuário Mãe Rainha		Patrimônio Histórico, Cultural ou Ambiental
Recanto Japonês		Patrimônio Histórico, Cultural ou Ambiental