

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

**ESCALADA EM ROCHA E GEOTURISMO: APLICAÇÃO NA ESTÂNCIA
CLIMÁTICA DE SÃO BENTO DO SAPUCAÍ/SP**

MONOGRAFIA

MG - 2023 / TF - 23/53

PAULO KOJI HINO

Orientador(a): Dr. Daniel Souza dos Santos (IGc – USP)
Coorientador: Dra. Maria da Glória Motta Garcia (IGc – USP)

SÃO PAULO
2023

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

**Escalada em rocha e geoturismo: aplicação na estância climática de São
Bento do Sapucaí/SP**

PAULO KOJI HINO

Monografia apresentada a DISCIPLINA 0440500 -
TRABALHO DE FORMATURA para obtenção do
bacharelado em Geociências

Orientador: Dr. Daniel Souza dos Santos (IGc –
USP)

Coorientadora: Dra. Maria da Glória Motta Garcia
(IGc – USP)

SÃO PAULO
2023

Resumo

Introdução: A escalada em rocha proporciona a visualização minuciosa de grandes afloramentos rochosos, que possuem uma infinidade de informações geológicas, porém, pouco se sabe sobre geologia no meio da escalada. A interpretação das geodiversidades em setores de escalada é um tema que vem sendo explorado recentemente, trazendo à tona os valores desses sítios e dessa atividade para os conceitos da geoconservação. **Objetivo:** Fazer a caracterização geológica das vias de escalada do Complexo Pedra do Baú com o fim de explorar o potencial da escalada em rocha no contexto da geoconservação. **Resultados:** Foi realizada análise geológica em detalhes de três vias de escalada situadas no Complexo da Pedra do Baú – Cresta com Normal, Elektra e V de Vingança, localizado no município de São Bento do Sapucaí/SP. **Discussão:** Fatores geológicos (erosão, litologia, bandamento e fraturamento) foram responsáveis pela formação das agarras (apoios naturais utilizados na escalada) e como esses fatores influenciam na movimentação e dificuldade da escalada, além de trazer dados (bandamento e fraturamento) e uma análise da vista do Cume da Pedra do Baú que corroboraram para a análise geomorfológica do Complexo do Baú. **Conclusão:** A caracterização geológica juntamente com as informações dos croquis de escalada são peças fundamentais para o entendimento de como se formaram as vias de escalada. Os resultados deste trabalho serão utilizados para a divulgação da Geociências para o público da escalada utilizando essa atividade para disseminar conhecimento geológico e fomentar o geoturismo na região.

Palavras-chave: escalada, geoturismo, São Bento do Sapucaí, geoconservação

Abstract

Introduction: Rock climbing provides a detailed view of large rock outcrops, which a multitude of geological information. However, little is known about geology in climbing community. The interpretation of geodiversities in climbing sites is a recently explored theme, shedding light on the values of these sites and this activity for geoconservation concepts. Objective: To geologically characterize the climbing routes of the Pedra do Baú Complex in order to explore the potential of rock climbing in the context of geoconservation. Results: Detailed geological analysis was conducted on three climbing routes situated in the Pedra do Baú Complex – Cresta com Normal, Elektra, and V de Vingança, located in the municipality of São Bento do Sapucaí/SP. Discussion: Geological factors (erosion, lithology, bedding, and fracturing) were responsible for the formation of holds (natural supports used in climbing) and how these factors influence the movement and difficulty of climbing. Additionally, data on bedding and fracturing, along with an analysis of the view from the Summit of Pedra do Baú, contributed to the geomorphological analysis of the Baú Complex. Conclusion: Geological characterization, along with climbing route sketches, is crucial for understanding how climbing routes were formed. The results of this work will be used to promote Geosciences to the climbing community, using this activity to disseminate geological knowledge and promote geotourism in the region.

Key words: climbing, geotourism, São Bento do Sapucaí, geoconservation

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	6
2 METAS E OBJETIVOS	8
3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	9
3.1 Geologia	9
3.1.1 <i>Geologia Regional</i>	9
3.1.1 <i>Geologia do Complexo do Baú</i>	11
3.2 Geodiversidade	11
3.3 Avaliação dos valores da Geodiversidade	12
3.4 Geoconservação	14
3.5 Geossítios	14
3.6 Uso Educacional e Geoturístico em Geossítios	15
3.7 Uso educacional e geoturístico nos geoparques.....	16
4 MATERIAIS E MÉTODOS	17
4.1 Seleção das principais vias de escalada	17
4.2.1 <i>Análise de guias e contextualização geológica a partir de mapas</i>	17
4.2.2 <i>Caracterização Qualitativa</i>	20
4.3 Trabalhos de campo para descrição das feições geológicas ao longo das vias e características dos elementos da vista	22
4.4 Produção de conteúdos interpretativos (textos e ilustração)	22
5 RESULTADOS.....	23
5.1 Caracterização primária através de fotos e croquis	23
5.1.1 <i>Via Cresta com Normal, Pedra do Baú</i>	23
5.1.2 <i>Via Elektra, Ana Chata</i>	26
5.1.3 <i>Via V de Vingança, Bauzinho</i>	29
5.2 Caracterização de Campo	32
5.2.1 <i>Cresta com a Normal, Pedra do Baú</i>	32
5.2.2 <i>Elektra, Ana Chata</i>	35
5.2.3 <i>V de Vingança, Bauzinho</i>	40

5.2.4 Observação Geomorfológica Regional.....	46
6 DISCUSSÃO.....	47
6.1 Erosão.....	47
6.2 Composição litológica.....	48
6.3 Bandamento	50
6.4 Fraturamento.....	51
6.5 Geomorfologia.....	53
6.6 Geoconservação	54
7 CONCLUSÃO	55
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	57

1 INTRODUÇÃO

A escalada é um esporte em ascensão no Brasil e a procura por atividades ao ar livre cresce a cada dia. Com isso, o número de praticantes de escalada em rocha é cada vez maior, se tornando um atrativo turístico para muitos lugares e, consequentemente, movimentando a indústria do turismo ecológico e de aventura.

Os paredões utilizados nas escaladas são exuberantes afloramentos de rochas de diversos tipos, com características geológico-estruturais que controlam, na maioria das vezes, a maneira como o esporte é conduzido. Além disso, por serem locais muitas vezes com grandes altitudes, funcionam frequentemente como mirantes, com vistas para paisagens riquíssimas, com imenso valor holístico agregado, seja por parte da biodiversidade quanto da geodiversidade.

Diversos estudos atribuem valor científico aos locais de escalada, caracterizando-os como verdadeiros patrimônios geológicos e relacionando-os a geossítios geomorfológicos (geomorfossítios) com apelo ao uso geoturístico, científico e educacional (Panizza & Menella, 2007; Biancotti et al, 2001). Ainda é um tema muito específico e pouco estudado, porém com um grande valor holístico e relevante para o fomento do geoturismo.

Neste contexto, o geoturismo se constitui em uma ferramenta importante associada à geoconservação que pode ser utilizada para integrar o potencial turístico da escalada com a popularização das geociências e a educação ambiental.

Por ser um esporte que, durante muito tempo, teve poucos praticantes, houve tempo de maturar os conceitos do montanhismo, inclusive as práticas de mínimo impacto, em que o objetivo é deixar o mínimo de vestígios ao passar em um ambiente natural. Porém, estamos em uma fase de crescimento do esporte como nunca antes visto, sendo de extrema importância transmitir esses conceitos para os praticantes. É importante que as informações sobre a formação da paisagem, aliadas à relevância de se conservar a porção abiótica da natureza como parte dos ecossistemas, sejam disseminadas de forma adequada e ilustrativa.

Neste contexto, o município de São Bento do Sapucaí é um dos melhores lugares de escalada do Brasil e onde se localiza a Pedra do Baú, uma das feições geomorfológicas mais icônicas do estado de São Paulo. A importância do local levou à criação do Monumento Natural Pedra do Baú, uma unidade de conservação integral gerida e protegida pela Fundação Florestal (Figura 2). O conjunto rochoso foi incluído também no Inventário do Patrimônio Geológico Paulista (Garcia et al., 2018; Garcia et al., 2022). Há duas fortes concentrações de sítios de escalada no estado de São Paulo (figura 1), uma no interior do estado próximo a cidade de São Carlos, e outra na região da cidade de São Bento do Sapucaí. Neste trabalho

estudaremos essa segunda concentração, mais especificamente o complexo Pedra do Baú, e como a escalada se conecta com a geoconservação.

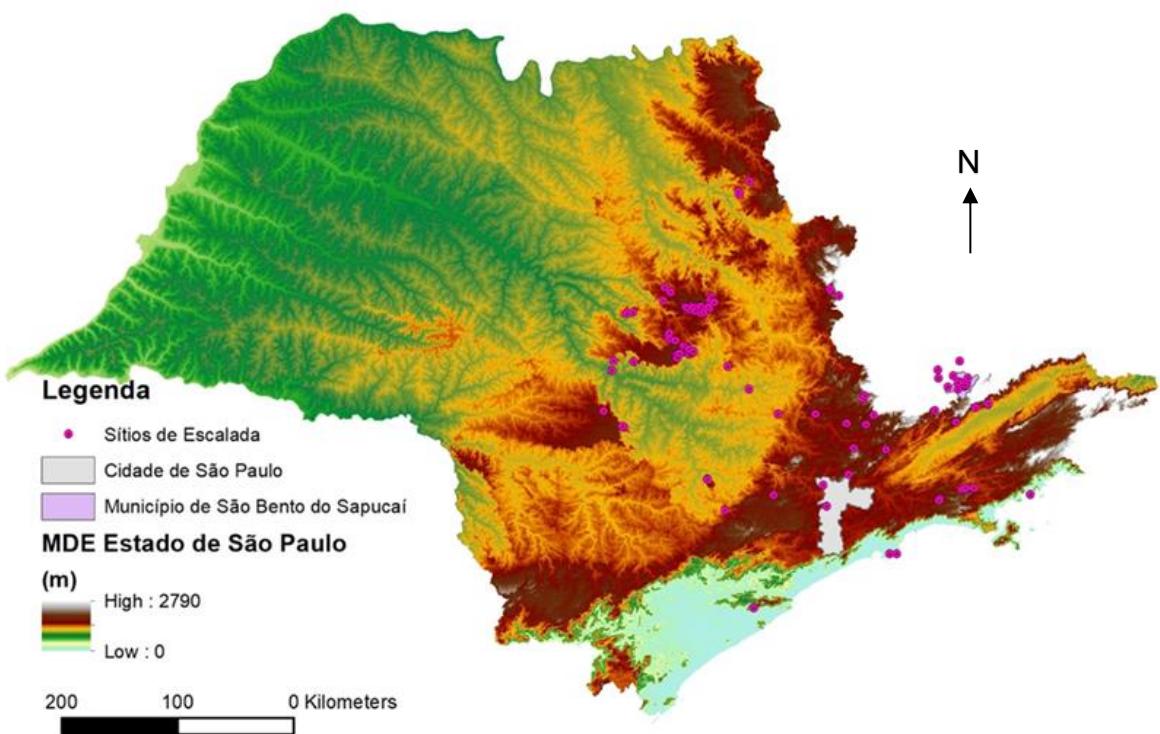


Figura 1. Inventário de sítios de escalada no Estado de São Paulo, seminário apresentado por João Paulo Monticelli em matéria da pós graduação, em destaque a cidade de São Paulo e o município de São Bento do Sapucaí.

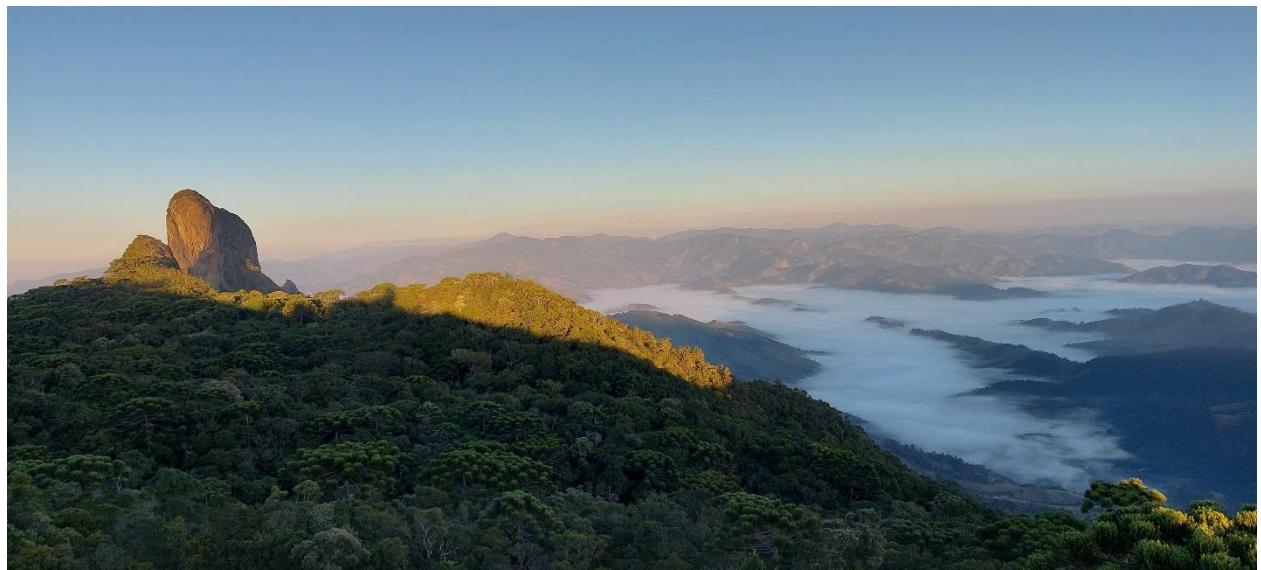


Figura 2. Monumento Natural Pedra do Baú, município de São Bento do Sapucaí. Foto de P. Hino.

2 METAS E OBJETIVOS

Este trabalho teve como objetivo fazer uma caracterização geológica de vias de escalada no Complexo do Baú para relacionar as estruturas geológicas com as linhas de escalada, além de explorar o potencial da escalada em rocha em atividades relacionadas à geoconservação, tanto na parte educacional, passando informações geológicas para os escaladores, quanto no fomento da atividade com o intuito de estimular o geoturismo na região de São Bento do Sapucaí/SP.

A partir da análise das vias de escalada do Complexo do Baú foi feito um direcionamento do estudo para as feições geológicas com o intuito de futuramente gerar um material explicativo voltado para os escaladores que faça a conexão entre a geologia e a escalada, essa ferramenta pode ser útil no caminho da geoconservação.

A relevância desse trabalho se encontra na conexão dos escaladores com a geologia, pois poucos escaladores estão expostos ao conhecimento geológico. A maioria pratica o esporte sem saber que os lugares por onde passam contam histórias da formação dos paredões rochosos. As agarras e movimentações da escalada estão intimamente ligadas a essa história. Esse conhecimento pode gerar uma conexão ainda maior com o ambiente, aumentando ainda mais o respeito que os praticantes do esporte têm e, eventualmente, fortalecer os esforços de conservação ao ter estes atores como aliados.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 Geologia

3.1.1 Geologia Regional

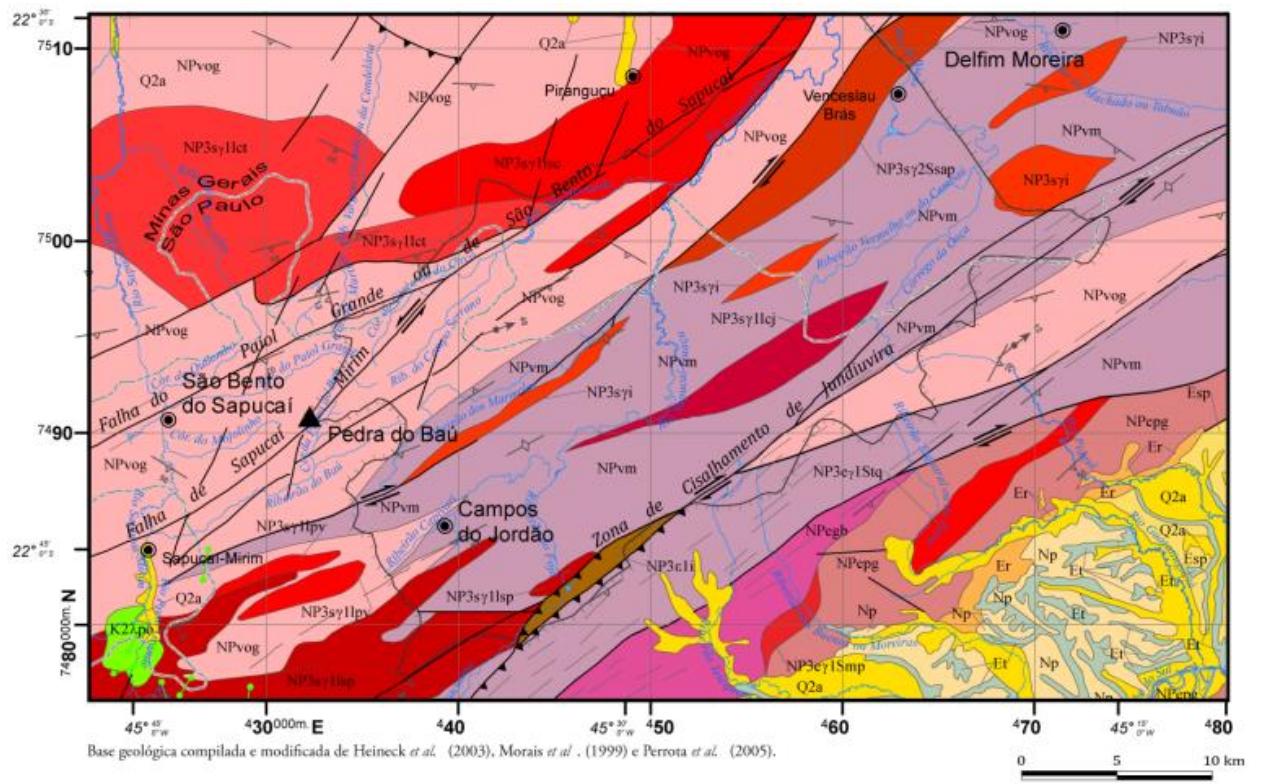
A região da Pedra do Baú está localizada no setor central da Província Mantiqueira, província estrutural que se estende do Uruguai até o Sul da Bahia. Segundo o Mapa Geológico do Estado de São Paulo (figura 3) (Perrota et al., 2005), a região está situada no Terreno Socorro-Guaxupé, que representaria uma transição entre a Província Mantiqueira e a Província Tocantins (Hiruma & Teixeira, 2011).

O Orógeno Socorro-Guaxupé é formado por terrenos de diferentes idades e naturezas que se agregaram e se amalgamaram devido ao fechamento do Oceano Adamastor durante o Neoproterozoico, por volta de 630-610 milhões de anos. Estes processos resultaram da convergência de blocos continentais cratônicos, hoje encontrados na África e na América do Sul (Hartnady et al., 1985).

O fechamento oceânico e a convergência continental ocorreram associados a processos de subducção, empilhamento de lascas crustais e nappes e foram acompanhados de granitogênese e espessamento crustal que resultou na formação do continente Gondwana Ocidental (Brito Neves & Cordani, 1991).

O continente Gondwana Ocidental, parte do Supercontinente Pangea, passa a se fragmentar durante o final do Jurássico e o início do Cretáceo, para dar origem aos continentes sul-americano e africano e ao Oceano Atlântico. Esse processo se deu pela reativação dos movimentos tectônicos ao longo das antigas linhas de fraqueza proterozoicas de direção NE-SW (Hiruma e Teixeira, 2011). Esse processo distensivo foi responsável pelo basculamento de blocos do Orógeno Socorro-Guaxupé, durante o rifteamento do sudeste do Brasil, formando o Gráben do Paraíba do Sul e os Horsts da Serra do Mar e da Serra da Mantiqueira (Riccomini et al., 2004).

Durante o processo de evolução do rifte, importantes pulsos de magmatismo alcalino ocorreram durante o Cretáceo inferior, o Cretáceo Superior e o Paleógeno, dando origem aos complexos alcalinos de Poços de Caldas, Três Corações e Itatiaia (Riccomini et al., 2005).



LEGENDA

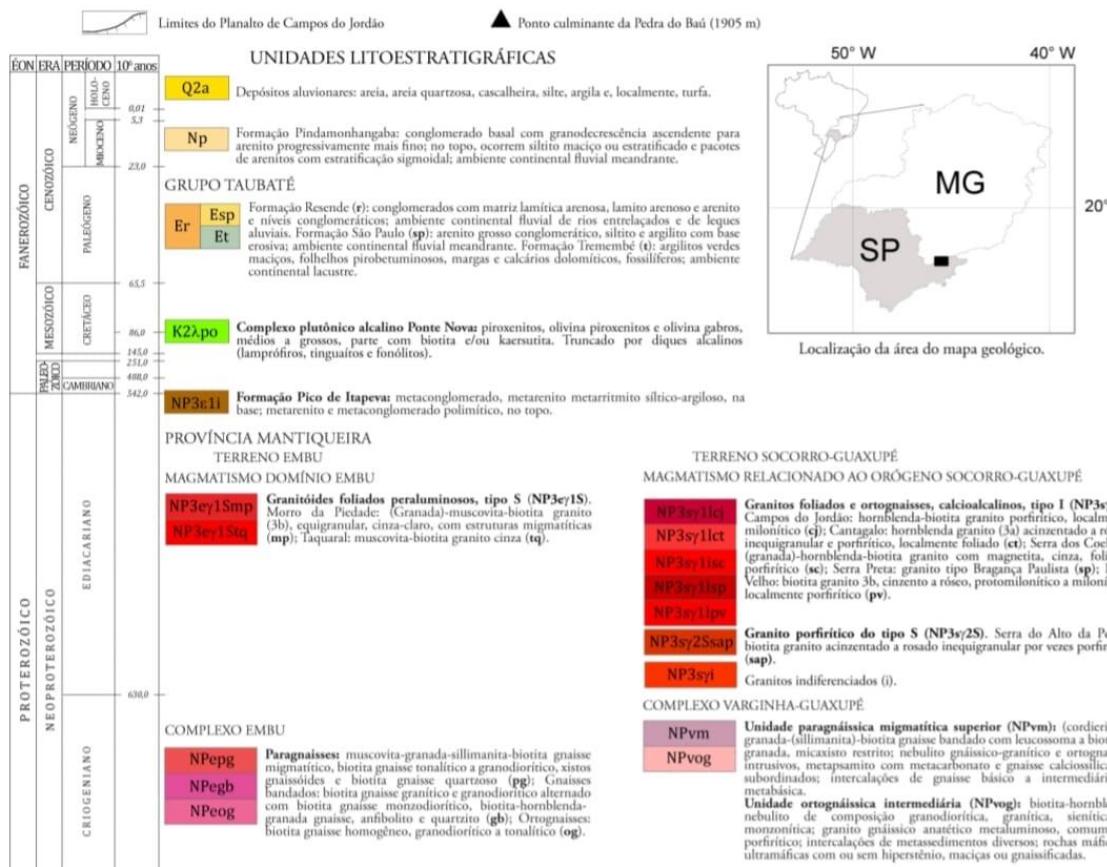


Figura 3. Contexto geológico da região da Pedra do Baú (Hiruma & Teixeira, 2011).

3.1.2 Geologia do Complexo do Baú

O Complexo do Baú é formado por granada hornblenda biotita gnaisses bandados e migmatizados, estromáticos a localmente nebulíticos, dobrados e redobrados, transpostos e milonitizados. O bandamento gnássico têm espessuras milimétricas a centimétricas, com textura predominantemente granolepidoblástica porfirítica, com destaque para megacristais de Kfeldspatos, porém apresenta textura pegmatítica ou granítica quando evoluem para lentes ou bolsões. Presença de veios quartzo-feldspáticos, podendo ter textura aplítica, com textura milimétrica a centimétrica (Hiruma & Teixeira, 2011).

A verticalidade do Complexo do Baú está intrinsecamente ligada a geologia estrutural local, o bandamento subvertical, juntamente com o sistema de fraturas deram forma a esse monumento natural. Na face voltada para NW o deslocamento de blocos se deu pelo sistema de fraturas conjugadas com cimento entre 60-80º, para NW, e entre 80-90º, para SE, subparalelas ao bandamento. Na face voltada para SE o bandamento foi o principal fator para o deslocamento de blocos (Hiruma & Teixeira, 2011).

Durante o Neógeno e o Quaternário ocorreram sucessivas reativações tectônicas evidenciadas por estruturas fraturadas e feições morfotectônicas. As condições climáticas e as mudanças no nível de base durante o Quaternário causaram uma intensa erosão regressiva que resultou no recuo da borda sudoeste do planalto, resultando na formação das cristas rochosas da Pedra do Baú (Himura & Teixeira 2011).

3.2 Geodiversidade

De acordo com Sharples (1995), geodiversidade é a diversidade geológica (estratigrafia e litologia), geomorfológica (relevo) e dos solos, e seus conjuntos, sistemas e processos.

Para entendermos a geodiversidade que encontramos hoje na Terra é preciso olhar para os processos formadores e transformadores do planeta, desde a diferenciação planetária, passando pelas formação dos oceanos e continentes, tectônica de placas, intemperismo e erosão, deposição e sedimentação, até chegarmos à interação com a vida e finalmente, a existência humana.

Sharples (2002) divide os valores da Geodiversidade em 3 principais formas de valores: o valor intrínseco (ou de existência), ecológico (ou de processos da natureza) e o antropocêntrico (ou patrimônios geológicos).

O valor intrínseco da geodiversidade é de difícil entendimento, pois parte de um princípio filosófico, onde todas as coisas possuem um valor pela sua própria existência,

fugindo do valor antropocentrista. Esses valores não necessariamente precisam ter explicação ou entendimento por parte da humanidade.

O valor ecológico da geodiversidade é dado pela manutenção dos sistemas naturais e dos processos ecológicos. Os ecossistemas são compostos por elementos bióticos e abióticos, os processos biológicos estão intimamente ligados aos processos geológicos, geomorfológicos e do solo. Reconhecer essa conexão profunda é fundamental para integrar a geoconservação ao campo mais amplo da conservação da natureza. A preservação da geodiversidade é indispensável para a conservação das espécies e comunidades biológicas, pois os processos geológicos exercem influência na evolução da vida desde seu princípio, assim como a vida também influencia a geologia, como os estromatólitos que formaram os calcários bioquímicos desde o Arqueano. A valorização da geodiversidade é uma peça-chave para garantir a preservação da diversidade ecológica.

O valor antropocêntrico da geodiversidade é a razão mais facilmente compreensível e prática para justificar a geoconservação, uma vez em que as políticas públicas estão voltadas para o bem-estar e desenvolvimento da humanidade. O patrimônio geológico é a realização do valor antropocêntrico em políticas públicas de conservação. Dentre esses valores estão o estudo do desenvolvimento e da evolução da vida na Terra, os locais de importância para pesquisa e educação, a inspiração estética, a relevância recreativa e turística, o papel cultural, espiritual e as características de pertencimento de comunidades a um lugar dado às feições geológicas e geomorfológicas.

3.3 Avaliação dos valores da Geodiversidade

Os ambientes naturais são avaliados de acordo com a abordagem dos "serviços ecossistêmicos", que se referem aos benefícios (bens e serviços) que a sociedade obtém da natureza e que devem ser gerenciados de forma sustentável para que continuem disponíveis para as futuras gerações (Gray, 2018)

The Millennium Ecosystem Assessment (MEA, 2005) classifica os serviços ecossistêmicos em 4 grupos descritos por Gordon & Barron 2013:

- Serviços de regulação, que representa a maneira que os processos da natureza regulam o meio ambiente.
- Serviços de suporte, que representam os processos ou as características que dão suporte para o meio ambiente e a sociedade.
- Serviços de provisão, que representam os materiais naturais usados pela sociedade.
- Serviços culturais, que são os elementos que beneficiam a sociedade de uma maneira cultural ou espiritual.

É um quinto grupo descrito por Grey (2012, 2013):

- Serviços do conhecimento, que representam o valor do conhecimento sobre a Terra, sua história e Ciência que trazem para a sociedade.

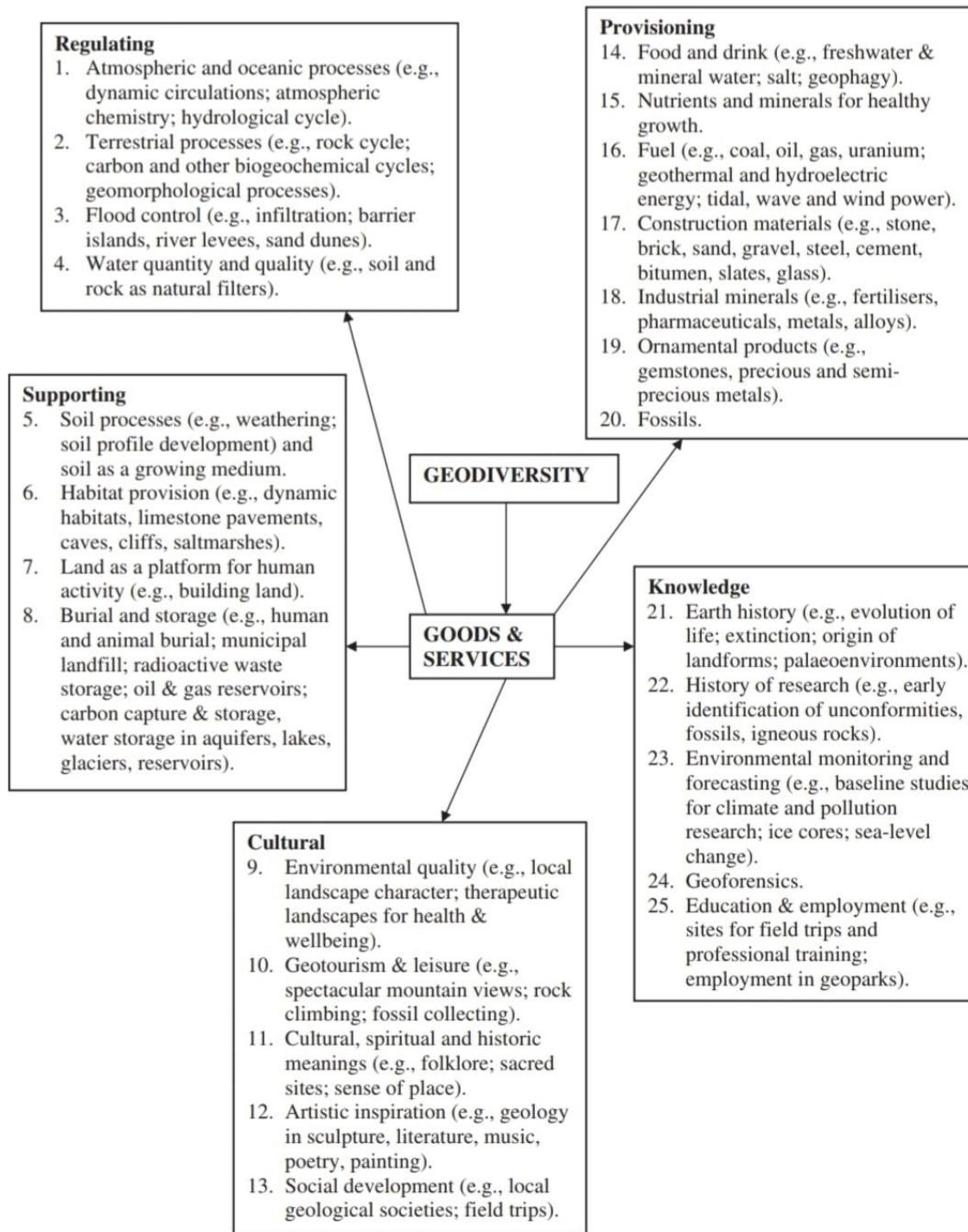


Figura 4. Diagrama de bens e serviços da geodiversidade do planeta Terra (Gray, 2018).

3.4 Geoconservação

De acordo com Henriques et al, 2011, geoconservação é a conservação de geossítios como unidades básicas do patrimônio geológico por meio da implementação de procedimentos específicos de inventário, avaliação, conservação, valoração e monitoramento.

Para entendermos o estudo da geoconservação precisamos entender o desenvolvimento da importância dada a geologia no contexto da conservação. O primeiro exemplo de geossítio foram as cavernas das Montanhas de Harzs, na Alemanha em 1668 (Henriques et al, 2011). Gray (2004) aponta para alguns exemplos de conservação geológica ainda no século 19, como a ação legal imposta pela sociedade em relação aos impactos causados na paisagem das cidades de Edimburgo, Escócia, na pedreira de Salisbury em 1819. Em 1836 foi estabelecida a primeira reserva geológica natural do mundo em Siebengebirge, Alemanha, e criado o parque nacional de Yellowstone nos Estados Unidos em 1872, para preservar a beleza cênica e as maravilhas geológicas do local. Muitas outras ações pontuais foram realizadas no contexto de conservação geológica, mas apenas na década de 1990 a Geoconservação passou a ter a importância que tem hoje.

Na década de 1990 um assunto muito discutido foi a biodiversidade e, em 1992, foi sediada na cidade do Rio de Janeiro a ECO-92, a primeira Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento. Uma pauta importante foi a conservação da biodiversidade. Pouco se falava sobre a conservação da geodiversidade. Até esse momento, a parte abiótica do ecossistema fazia apenas parte de um suporte para a parte biótica, porém, a comunidade geológica passou a enfatizar o papel da geodiversidade no ecossistema (Grey, 2018), que além de dar suporte, foi responsável por toda a evolução da vida no planeta Terra, não existiria vida sem os sistemas e processos geológicos. Foi preciso atrelar os valores da biodiversidade para revelar a importância da geodiversidade, mas a valorização dessa diversidade vai muito além, boa parte da importância da geodiversidade também tem relação com o desenvolvimento da humanidade e sociedade.

3.5 Geossítios

Geossítios são locais que concentram formações geológicas de relevância científica, educacional, estética, e ou cultural. São considerados patrimônios geológicos por serem importantes para a compreensão da história da Terra e da humanidade, por serem de grande valor científico, e proporcionarem experiências educacionais e culturais.

Os geossítios podem ser classificados como relevantes internacional ou nacionalmente. Gray (2018) aponta essas relevâncias e os moderadores que as determinam para escolha de um geossítio. A UNESCO e a IUCN são responsáveis pela lista de Patrimônios Mundiais, e cada país tem seu sistema regulador que determina a importância para escolha dos geossítios nacionais.

A UNESCO e a IUCN focam na significância mundial da biodiversidade cronoestratigráfica, espacial e temática, porém, em alguns casos, os Geoparques Mundiais da UNESCO estão relacionados a um único tema como o Geoparque Mundial das Ilhas de Levos na Grécia que exibe uma exuberante floresta petrificada (Gray, 2018).

Gray (2018) cita como exemplo alguns países e suas formas de seleção de geossítios, como a Irlanda, com o Programa de Patrimônio Geológico Irlandês, que era responsável por identificar e apontar os melhores lugares geológicos e geomorfológicos como Áreas de Patrimônio Natural, representativas da biodiversidade da Irlanda e a Espanha, que através da lei (42/2007) sobre Patrimônio Natural e Biodiversidade, nomeou o ministro do meio ambiente como responsável de manter atualizados os Lugares de Interesse Geológico, onde foram selecionadas 20 Estruturas Geológicas e 7 Unidades Geológicas representativas da Biodiversidade Espanhola.

Tanto nacional quanto internacionalmente podemos observar a importância dada à biodiversidade, sendo o principal fator de seleção de lugares para a geoconservação.

3.6 Uso Educacional e Geoturístico em Geossítios

De acordo com Brilha (2016) a geoconservação é de extrema importância para a ciência e a sociedade, pois visa a preservação de geossítios capazes de nos mostrar a história da Terra, através de registros usados para interpretar a formação dos continentes, oceanos, evolução do clima e da vida na Terra. A conservação de locais acessíveis, com uma boa exposição e preservação é essencial para os estudos científicos, uso educacional e geoturístico. Muitos dos geossítios coincidem geograficamente com outros patrimônios naturais e culturais, formando uma cadeia de qualidades capazes de gerar valor e serem gerenciadas de forma sustentável.

De acordo com Henriques et al (2011), a educação e o turismo são dois pilares importantes para a geoconservação. Os geossítios podem apresentar conteúdos úteis no sistema educacional, desde o ensino primário até o universitário, porém, é necessário um plano de ação para identificar, proteger e gerenciar os geossítios com alto valor educacional. Os geossítios com altos valores estéticos contribuem para a implementação de atividades geoturísticas, e quando possuem uma estratégia de desenvolvimento sustentável, podem ser

um forte impulsionador da economia local. É necessário apoio político de conservação da natureza e planejamento do uso do solo para preservar os importantes geossítios, e gerar um desenvolvimento sustentável para as comunidades locais.

3.7 Uso educacional e geoturístico nos geoparques

Na definição de Brilha et al. (2009), "Um geoparque é um território, bem delimitado geograficamente, com uma estratégia de desenvolvimento sustentado baseado na conservação do patrimônio geológico, em associação aos restantes elementos do patrimônio natural e cultural, com vista à melhoria das condições de vida das populações que habitam no seu interior."

Os geoparques trabalham em cima de 3 pilares principais, educação, geoconservação e geoturismo, promovendo um desenvolvimento sustentável com o intuito de conservar a biodiversidade para as próximas gerações (Catana & Brilha, 2020). A idéia é que um pilar sustente o outro. Somente através da educação podemos levantar a importância da geoconservação. Promovendo ações educacionais para todas as idades é possível criar um senso de atenção para a conservação de patrimônios geológicos, e sua relação com a natureza, cultura e patrimônio imaterial (Catana & Brilha, 2020). A manutenção da sustentabilidade também depende muito do turismo, uma vez em que a indústria do turismo gera receita para comunidade local, sendo um importante gerador de novas atividades e empregos, diversificação econômica e infra estrutura (Dowling, 2012), gerando assim uma integração entre os geoparques e as comunidades locais.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 Seleção das principais vias de escalada

Para a produção de material com melhor conteúdo e capaz de atingir o maior número possível de escaladores, foi escolhido o lugar e as vias de escaladas mais representativas da região. Foram escolhidas três vias, cada uma dando acesso para os cumes das três pedras: Bauzinho, Baú e Ana Chata localizadas no Monumento Natural Pedra do Baú.

Bollati (2016) apresenta uma metodologia de seleção de sítios de escalada esportiva para uso educacional em geociências para o Ensino Médio. Neste trabalho, a metodologia foi utilizada para selecionar vias de escalada com o intuito de produzir material para divulgação da Geologia na comunidade escaladora e fomentar o geoturismo em sítios de escalada.

A seleção das vias levou em consideração os dois primeiros passos apresentados na metodologia de Bollati et al (2016), porém adaptados para vias tradicionais, onde uma via representa um setor de vias esportivas. Vias esportivas são as que conseguimos completar com o comprimento de uma corda, normalmente terminam no meio do paredão rochoso. Vias tradicionais são mais longas, onde não conseguimos completar com o comprimento de uma corda, portanto é necessário parar no meio do paredão, para posteriormente dar continuidade a via. Normalmente são vias que dão acesso ao cume desses paredões.

O primeiro passo consistiu na análise das vias de acordo com os guias de escalada (livros explicativos com mapas, informações e croquis das vias de escalada) e a localização no contexto geológico e geomorfológico de acordo com os mapas geológicos e geomorfológicos.

O segundo passo consistiu em uma avaliação qualitativa da via de escalada em relação a acessibilidade tanto da aproximação quanto da dificuldade em relação a escalada, o tamanho e o conforto da base, a qualidade da rocha, riscos geológicos, a similaridade com outros lugares e se há lugares melhores, e se há intervenção humana.

4.1.1 Análise de guias e contextualização geológica a partir de mapas

Em 2017 foi publicado o livro "50 Vias Clássicas no Brasil", de Flávio e Cintia Daflon, que colocou em evidência as 50 vias contidas no livro. Dentre elas, três situam-se no complexo da Pedra do Baú: 1) Cresta com a Normal na Pedra do Baú, 2) V de Vingança na Pedra do Bauzinho e 3) Elektra na Pedra da Ana Chata. Por conter informações detalhadas sobre aproximação, estratégia, descida, além de um croqui muito preciso e boas fotos com identificação das vias, o livro aborda as características propostas por Bollati (2016).

Os croquis são desenhos esquemáticos das vias de escalada feitos para facilitar a navegação do escalador durante a escalada. Quanto mais detalhado o croqui, melhor a capacidade de leitura do escalador em relação ao caminho e aos desafios a serem transpostos durante a escalada tornando-a mais segura e planejada.

A localização das vias de escalada em mapas geológicos e geomorfológicos (figura 6) foram utilizadas para identificar possíveis características da rocha e suas estruturas para uma leitura previa juntamente com o croqui sobre como poderia ser a escalada.

Os croquis e as fotos esquemáticas apresentadas por Daflon & Daflon (2017) mostram um grande nível de detalhes, facilitando assim a leitura do escalador e até uma interpretação geológica das vias descritas. Os símbolos (figura 5) e a graduação precisa de cada trecho da escalada foram utilizados para uma interpretação prévia da geologia em relação à escalada.

A dificuldade das vias está relacionada diretamente com a inclinação da parede, o tamanho e a quantidade de agarras (apoios naturais para as mãos e pés dos escaladores durante a escalada), além da orientação de utilização dessas agarras. Inclinações positivas são menores que 90º e negativas são maiores que 90º. Quanto maior a inclinação, menores e mais escassas as agarras e quanto mais variações de orientação dessas agarras, maior será o grau de dificuldade da via de escalada.

A dificuldade da escalada é classificada em diferentes graus: I e II são graus de escalaminhada (caminhada com auxílio das mãos para transpor obstáculos); III e IV são escaladas normalmente positivas e com boas agarras; V pode conter trechos verticais e agarras medias; e a partir do VI são predominantemente escaladas verticais com agarras medias a pequenas.

A partir da graduação e interpretação dos croquis e mapas foi apresentada uma interpretação geológica de cada via escolhida.

Legenda / Topo Symbols

Proteção fixa Fixed Gear / Bolt	Parada Belay station	Parada opcional Optional Belay	Tamanho da enfiada Pitch length
Aproximação Line of approach	Rapel Rappel	Platô Ledge	Teto Roof
Pequeno platô ou apoio Small ledge	Veio Dike	Veio de cristal Crystal dike	Buracos Holes
Blocos Boulders	Fissura Crack	Fissura larga ou canaleta Wide crack runnel	Chaminé Chimney
Diedro para a esquerda Left-facing corner	Aresta Arête	Grampeação longa ou lance mal protegido runout	Cabo de aço Cable / Ferrata
Lance vertical (barriga) steep (bulge)	Vegetação Plants	Árvores Tree	

Figura 5: Legenda dos símbolos utilizados nos croquis do livro 50 Vias Clássicas no Brasil (Daflon & Daflon, 2017).

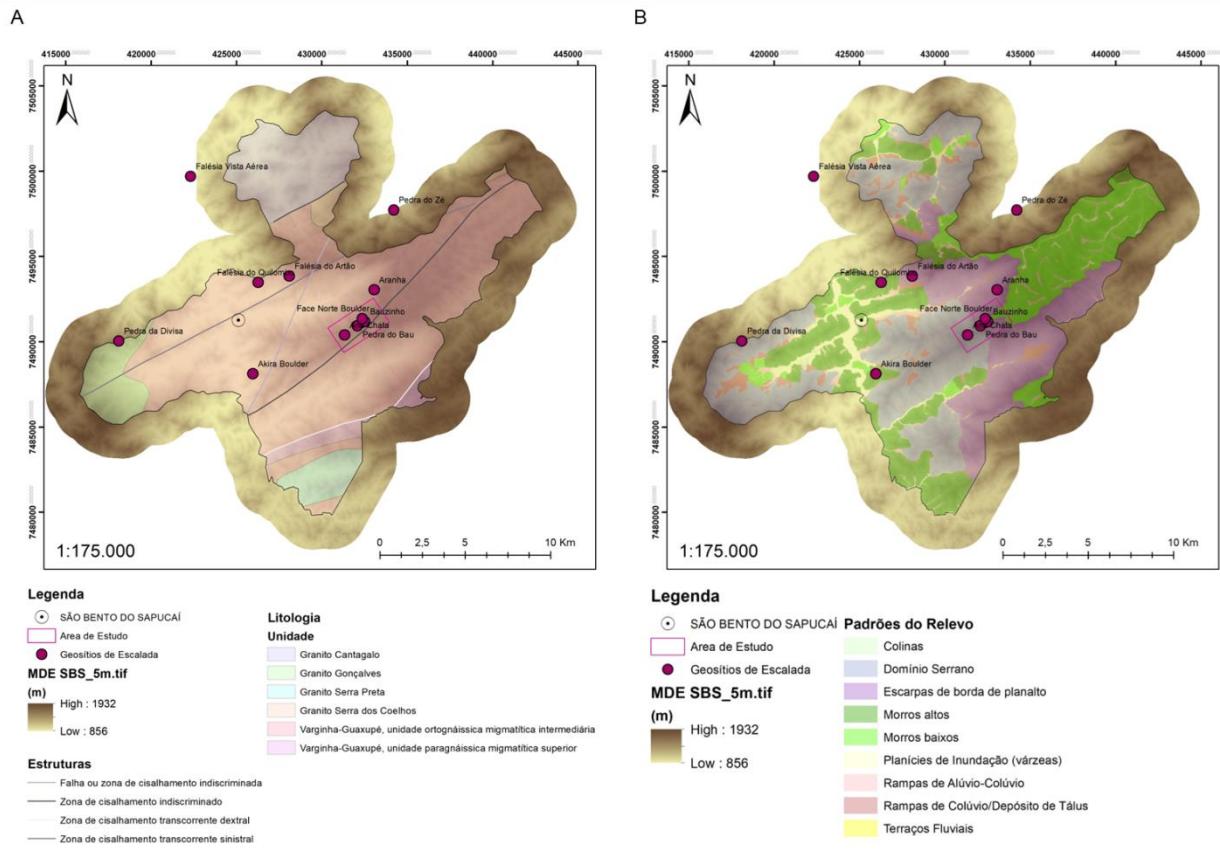


Figura 6. Inventário de sítios de escalada no Município de São Bento do Sapucaí e região, apresentando a área de estudo proposta. Em (A) mapa geológico e (B) padrões do relevo conforme CPRM (2018).

4.1.2 Caracterização Qualitativa

Por serem muito populares, as três vias possuem algumas características presentes no segundo passo de avaliação de Bollati (2016), como trilhas bem marcadas que facilitam a aproximação. Escaladas tradicionais populares costumam ter um grau de dificuldade menor e também um menor risco de acidentes, uma vez em que muitos escaladores passam constantemente pelo mesmo caminho e limpam a via, ou seja, quebram as agarras mais frágeis e retiram a camada mais friável e com líquens, que poderiam deixar a superfície mais escorregadia.

Daflon & Daflon (2017) mencionam alguns critérios de escolha, tais como beleza da linha, imponência da montanha, popularidade, história e se a via atinge cume, características presentes na análise de Bollati (2016).

Bollati (2014) apresenta uma tabela (tabela 1) de atributos para avaliar o sítio de escalada de acordo com o valor científico, acessibilidade, potencial de uso e valores cênico, cultural e sócio-econômico, na qual cada item tem uma nota de 0 a 1.

Tabela 1. Avaliação de sítios geológicos e geomorfológicos (Bollati et al, 2014).

ATTRIBUTES FOR GEOMORPHOSITE EVALUATION (modified from BOLLATI <i>et alii</i> , 2012)	
<i>Scientific value</i>	1. Representativeness of geomorphological process 2. Representativeness of geological process 3. Educational exemplarity 4. Spatial extension 5. Geodiversity 6. Geohistorical importance 7. Ecological support role 8. Integrity 9. Rarity
<i>Additional values</i>	10. Cultural value 11. Aesthetic value 12. Socio-economic value
<i>Potential for use</i>	13. Temporal accessibility 14. Spatial accessibility (primary accessibility) 15. Visibility 16. Services 17. Number of tourists 18. Sport activities (secondary accessibility) 19. Legal constraints 20. Use of geological/geomorphological interests 21. Use of additional interests 22. Presence of geosites of interests in the surroundings

A partir de valores dados para cada atributo da tabela apresentada, Bollati (2014) apresenta equações para calcular os valores dos principais fatores relacionados a qualidade de locais de escalada com potencial educativo e turístico.

As equações de Bollati 2014 para avaliar os sítios de escalada são:

- A. Valor científico = $(1+2+3+4+5+6+7+8+9)$
- B. Valor Adicional = $(10+11+12)$
- C. Valor Global = $(A+B)$
- D. Índice de Uso = $(3+4+11)$
- E. Potencial de Uso = $(D+13+14+15+16+17+18+19+20+21+22)$
- F. Índice Científico = $(1+2+6) / 3$
- G. Índice educacional = $(3+11+14) / 3$
- H. Total = $(C+E)$

Essas equações foram utilizadas para calcular o potencial educacional e geoturístico do complexo do Baú.

4.2 Trabalhos de campo para descrição das feições geológicas ao longo das vias e características dos elementos da vista

Em todas as escaladas foram utilizados equipamentos esportivos de segurança: capacete, corda dinâmica, cadeirinha de escalada, mosquetões, freio, fitas, costuras e peças móveis.

De modo a avaliar o efeito de estruturas geológicas na escalada foram realizadas medidas de bandamento e fraturas aferidas no smartphone pelo aplicativo eGeo compass, desenvolvido pela GeoStru Software e produzidas fotografias (pelo mesmo smartphone) de diversos ângulos, com marcação de escala com os próprios equipamentos esportivos de segurança à disposição.

A partir da escalada das vias propostas e do detalhamento dos croquis foi feita uma descrição geológica detalhada das litologias e estruturas de cada trecho da escalada, e como elas influenciam a escalada. As características e dificuldade da escalada são diretamente ligadas à geologia, portanto sua diversidade depende da diversidade geológica. Ou seja, podemos afirmar que a diversidade de estilos de escalada é diretamente relacionada à geodiversidade.

A descrição foi executada durante a escalada pelo pesquisador escalador, possibilitando assim a assimilação da movimentação com as características geológicas.

Por fim, foi realizada uma avaliação da paisagem vista do cume do Baú, visando analisar as potencialidades de interpretação da geologia e geomorfologia local e regional.

4.3 Produção de conteúdos interpretativos (textos e ilustração)

Na escalada em grandes paredes os escaladores precisam de informações precisas em relação ao acesso, aproximação à base da escalada, identificação da via e navegação na parede rochosa. Quanto mais precisa as informações mais segura é a escalada. Para facilitar o entendimento, fotos com explicações sobre as formas das agarras, textura da rocha e tipos de escalada foram inseridas com as respectivas explicações geológicas.

O conhecimento geológico pode ser uma excelente ferramenta para o detalhamento e entendimento dessas informações. Porém, de uma forma geral, é um conhecimento pouco disseminado entre os praticantes da escalada. Aproximar os escaladores da Geologia pode significar um aumento na segurança dos escaladores e uma forma de divulgar a Geologia e a geoconservação.

5 RESULTADOS

5.1 Caracterização primária através de fotos e croquis

5.1.1 *Via Cresta com Normal, Pedra do Baú*

A foto (figura 7) e croqui (figura 8) da via Cresta com a Normal (Daflon & Daflon, 2017) mostram que a aproximação para começar a via é feita pelo col (crista) entre o Baú e Bauzinho, um trecho marcado pelos processos tectônicos e erosivos que deram forma a esse monumento geológico.

O croqui demonstra que a aproximação até a primeira parada intercala trechos de caminhada e de grau I, com passagens em blocos. Neste trecho podemos interpretar uma forte influência de falhas e fraturas. Da primeira para a segunda parada podemos observar logo no começo da via um teto seguido de um diedro (encontro de duas paredes), transitioningando de um V grau no trecho desse teto, desviando para o diedro, até um II grau chegando na segunda parada. Por essas características, a feição de teto com diedro pode ser interpretada como uma fratura e o fato de ela estar no trecho mais difícil pode ter relação com a verticalidade do mergulho da fratura, tornando o trecho mais vertical da via. Da segunda para a terceira parada, a via se mantém num III grau, demonstrando um trecho mais homogêneo sem muita variação, provavelmente positivo com boas agarras.

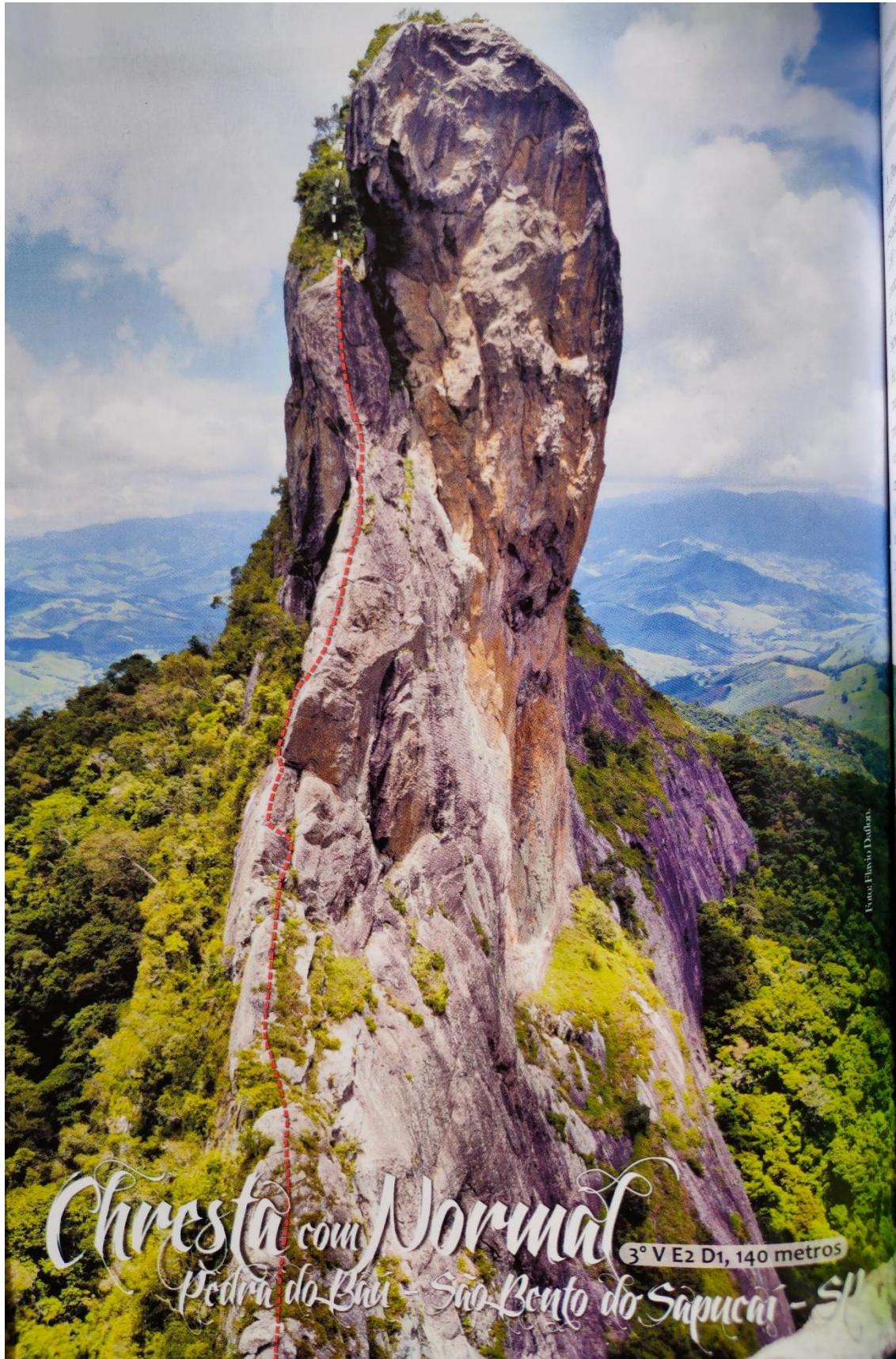


Figura 7. Foto da via Cresta com Normal (Daflon & Daflon, 2017).

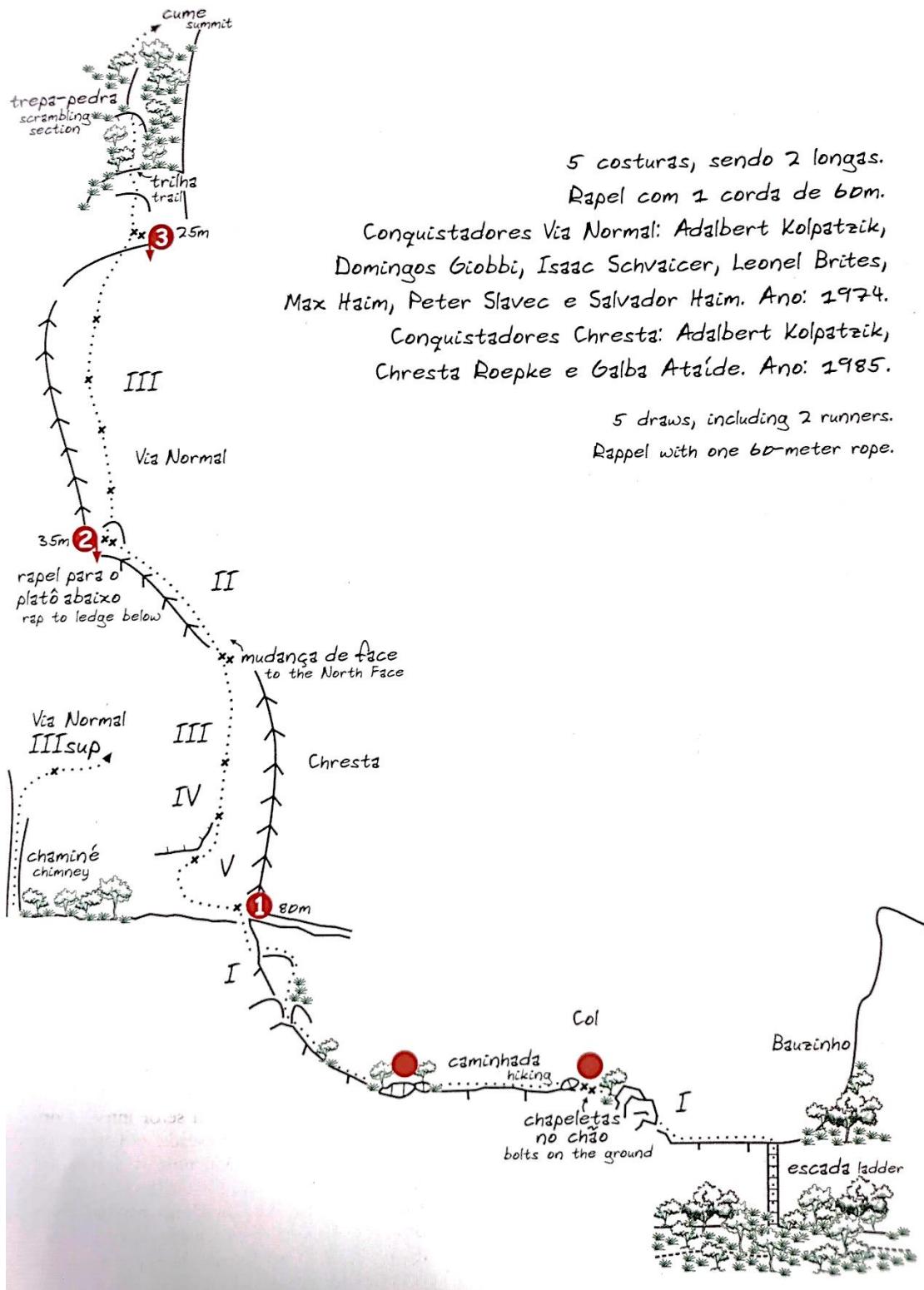


Figura 8. Croqui da via Cresta com a Normal (Daflon & Daflon, 2017).

5.1.2 Via Elektra, Ana Chata

A partir da foto (figura 9) e do croqui (figura 10) da via Elektra (Daflon & Daflon, 2017) podemos observar algumas feições interessantes.

Da primeira para a segunda parada, um pequeno teto marca quase a metade da cordada, porém sem variação de grau, um III sup, provavelmente positivo e com boas agarras.

Da segunda para a terceira parada há algumas feições interessantes, como uma canaleta, pequenas fendas horizontais e um grande platô com uma árvore que é utilizada como parada. Sendo os graus bastante variados, começando por um III, provavelmente com boas agarras com uma passagem em um pequeno platô, cruzando a canaleta, provavelmente formada por uma fratura e o escorramento de água, o grau aumenta para um IV sup, provavelmente por se tornar mais vertical e diminuir o tamanho ou a quantidade de agarras, terminando com um II, evidenciando um retorno para inclinações mais positivas e com mais agarras.

Da terceira para a quarta parada está o trecho mais interessante da via, um grande diedro que termina em um platô embaixo de um grande teto. Para se proteger nessa passagem os escaladores precisam de camalots (peças de proteções móveis colocadas normalmente em fendas, formadas por castanhas retráteis que se fixam ao se expandir dentro da fenda). Essas características apontam para presença de uma grande fratura ou falha e a dificuldade de V grau demonstra a verticalidade do trecho. Da quarta para a quinta e última parada há um grande diedro que seria a continuação da fratura ou falha do grande teto logo após a qual o grau aumenta novamente para V, porém sem feições aparentes, podendo ser referente à diminuição do tamanho ou disponibilidade de agarras.

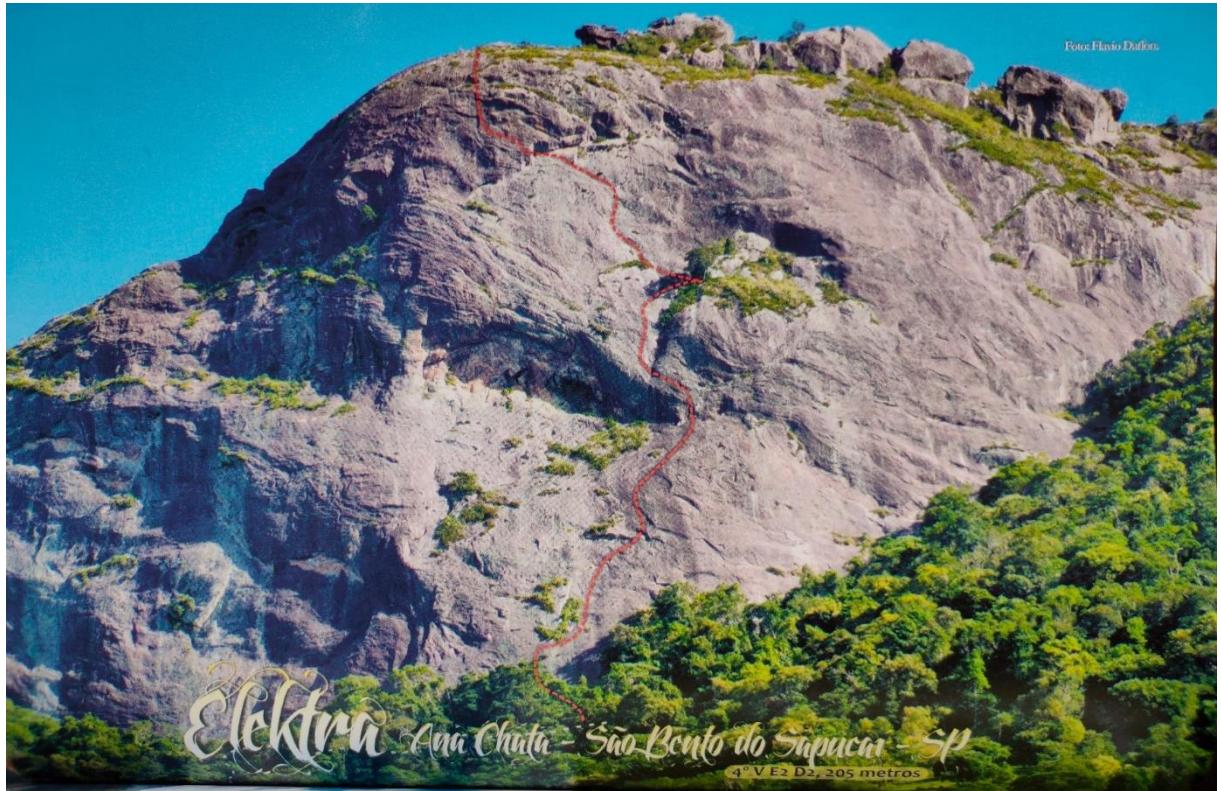


Figura 9. Foto da via Elektra (Daflon & Daflon, 2017).

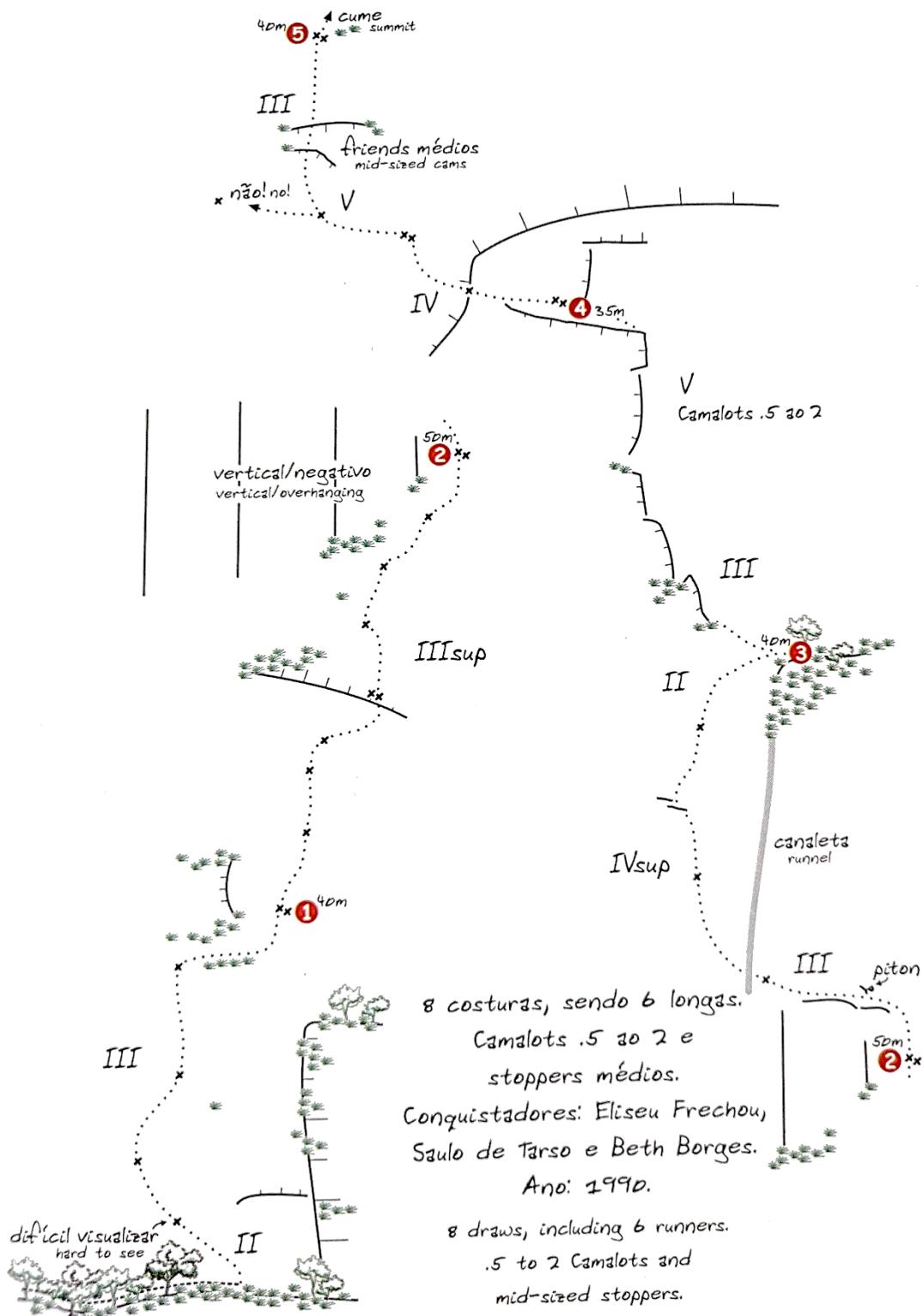


Figura 10. Croqui da via Elektra (Daflon & Daflon, 2017)

5.1.3 Via V de Vingança, Bauzinho

A via V de Vingança é a mais desafiadora em termos de dificuldade técnica entre as 3 vias selecionadas. O crux (trecho mais difícil da via) é de grau VIIa, um grau de dificuldade elevado em termos de vias tradicionais, com trechos constantes de V e VI graus.

A aproximação é feita por trilha e o começo da escalada já começa com um V grau, demonstrando uma verticalidade da parede. Logo acima aparece um longo trecho de diedro com proteções móveis, evidenciando uma possível fratura ou falha com mergulho possivelmente vertical, justificando a dificuldade de VI grau até o final do diedro onde se encontra a primeira parada.

Entre a segunda e a terceira parada vemos uma progressão na dificuldade, chegando ao crux da via próximo à terceira parada. A cordada começa em um IV grau, provavelmente um trecho positivo com boas agarras e passa para um V grau. O croqui indica a verticalidade do trecho e indica uso de proteções móveis em fendas, podendo ser interpretada por fraturas. Após esse trecho a dificuldade aumenta consideravelmente, passando para um VIIa, evidenciando uma escalada vertical a negativa, com agarras pequenas e escassas no trecho.

Entre a terceira e a quarta parada a via segue em uma travessia (escalada lateral), provavelmente procurando a linha natural de agarras, evidenciado pelo grau baixo, IV sup, e a proteção móvel indica a possibilidade de falha ou fratura.

Da quarta para quinta cordada um longo trecho de III grau evidenciando uma menor inclinação da parede e logo na saída um teto à direita indica a possibilidade de uma falha ou fratura no local.

Da quinta para a sexta parada a parede se torna mais verticalizada, evidenciada pelo grau V sup seguido por um IV grau. Da sexta até a última parada uma escalada em travessia com trechos de III e I grau evidenciam a proximidade ao cume e a baixa inclinação da parede.



Figura 11. Foto da via V de Vingança (Daflon & Daflon, 2017).

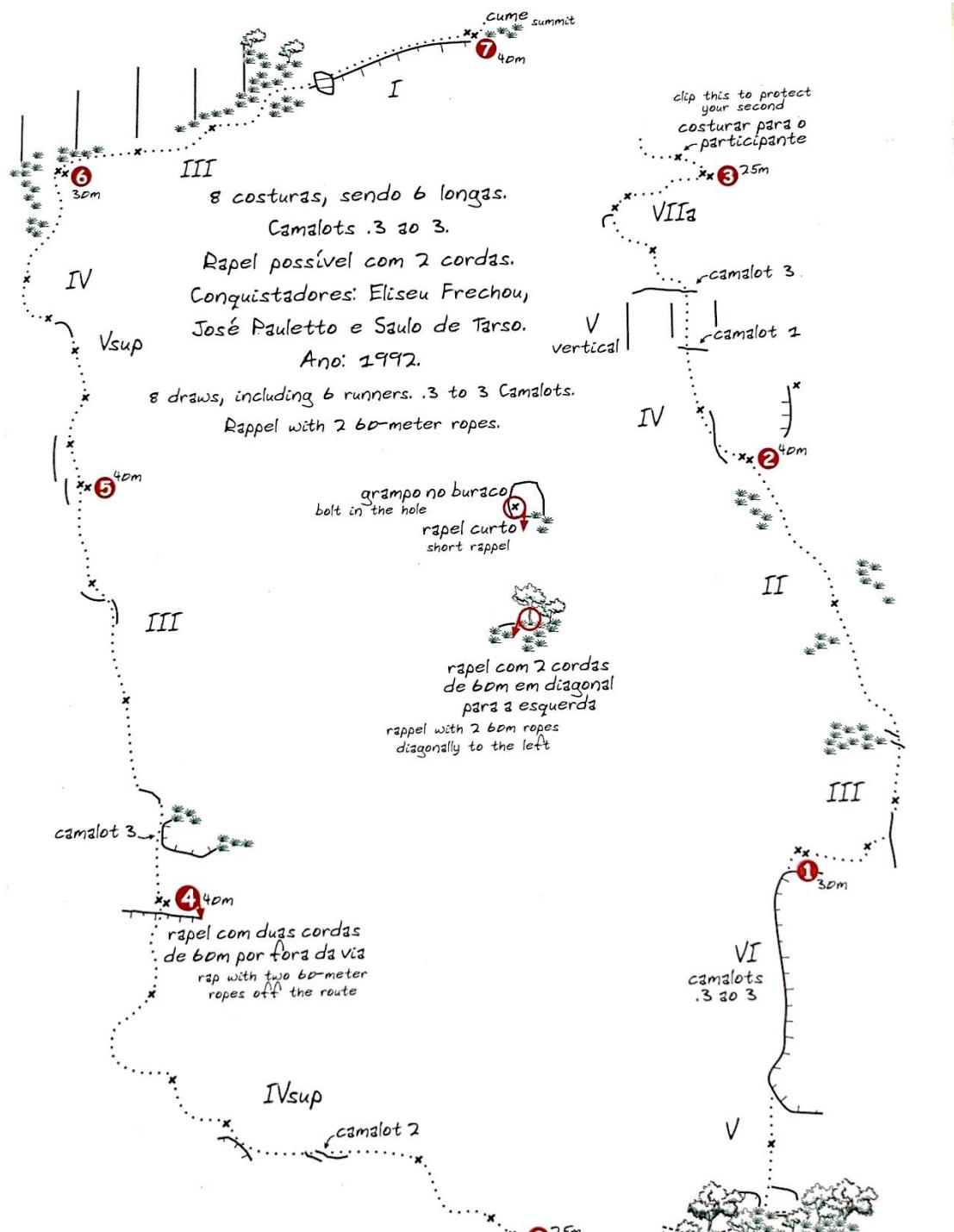


Figura 12. Croqui da Via V de Vingança (Daflon & Daflon, 2017).

5.2 Caracterização de Campo

O trabalho de campo consistiu na escalada e caracterização geológica das três vias propostas: Cresta com a Normal (Pedra do Baú), Elektra (Ana Chata), e V de Vingança (Bauzinho), além da observação geomorfológica regional proporcionada nos altos cumes.

O complexo da Pedra do Baú é composto por um gnaisse migmatítico bastante heterogêneo, com bandas variando de milimétricas a decimétricas e geralmente dobradas, com veios predominantemente de quartzo e feldspato com cristais de feldspato variando de milimétrico a decimétrico.

Durante o campo foram observadas diversas características geológicas que influenciam diretamente na escalada, como o litotipo, o bandamento, as fraturas e o nível de erosão da rocha, que serão descritas abaixo. Medidas de fraturas, bandamento foram tomadas para interpretação estrutural e análise da formação de agarras.

5.2.1 Cresta com a Normal, Pedra do Baú

A via se inicia com um trecho em escalaminhada, com uma característica bastante marcante em relação à forte presença de dobramentos (figura 13a) e pela grande quantidade de fraturas em diversas direções (figura 13b) evidenciadas pela grande quantidade de blocos encaixados até a primeira parada (figura 13c). Nos trechos onde é necessário escalar, marcados por graduação I no croqui (figura 8), as agarras são grandes e com um bom agarre, formadas principalmente pelo sistema de fraturas e pela forte erosão diferencial, ressaltando as bandas félsicas do gnaisse. Durante esse trecho a presença de fendas formadas por fraturas possibilita a proteção com peças móveis e a primeira parada pode ser feita adicionando segurança com peça móvel, como o camalot 3 (figura 13d), evidenciando o tamanho médio da fenda, de cerca de 5 a 7 cm.

A segunda cordada é marcada pelo crux (ponto mais difícil da escalada) de V grau. Logo no início, para vencer um lance negativo é preciso subir o pé alto em um pequeno platô originado do desprendimento de um bloco formado por uma fratura, observada no pequeno teto, que se torna uma agarra invertida (agarre com palma da mão voltada pra cima). O teto da continuidade para um pequeno diedro (figura 13e), e a fratura some dando origem a apenas agarras quase verticais (figura 13f) médias a pequenas trabalhadas pelo intemperismo em um bandamento quase vertical. A dificuldade desse lance se encontra na orientação dos apoios. Os apoios verticais e unilaterais (voltadas para apenas um lado) obrigam o escalador a aplicar uma força lateral nas mãos, e confiar nos pés. Nesse trecho pela característica unilateral, os apoios dos pés consistem apenas em cristais mais proeminentes nos bandamentos félsicos. Um deslize de pés seria o suficiente para derrubar um escalador, pois a força das mãos está

sendo aplicada lateralmente. Após esse pequeno trecho, a inclinação se torna mais positiva e as agarras mudam de orientação (diagonal), mudança dada pela mudança no ângulo da face de escalada e pela mudança do ângulo de mergulho do bandamento, provavelmente por um leve dobramento no bandamento. A inclinação do bandamento com mergulho para dentro da parede possibilita a formação de grandes agarras (figura 13g). O final desse trecho acessa a aresta (crista entre o Baú e o Bauzinho), trecho marcado por uma escalada fácil de II grau com grandes agarras, e positiva. É possível observar a erosão diferencial (figura 13h) e a forte presença de dobramentos e fraturas. Na segunda parada, já podemos observar a característica predominante do último trecho, que além do forte dobramento do bandamento e fraturamento, apresenta veios de quartzo e feldspato com mais frequência, e discordantes com o bandamento (figura 13i).

A terceira cordada é marcada por mais um trecho de escalada fácil de III grau, uma parede positiva com grandes agarras, formadas pelo forte intemperismo que realça as bandas félsicas. A presença marcante de dobramentos favorece a formação de agarras para diversas direções, de horizontais a verticais (Figura 13j), e o tamanho das agarras marca o mergulho discordante do bandamento com a face de escalada, ora mergulhando para dentro da face rochosa formando agarras na horizontal, ora bandamentos verticais formando agarras verticais. A presença de veios e fraturas também proporcionam boas agarras (figura 13k), e a extensão lateral dos veios pode ser vista em vias vizinhas, como na Domingos Giobbi, onde foi observado um escalador de pé em cima de um espesso veio (figura 13l).

Medidas de fraturas e bandamento com estruturas relacionadas a escalada foram tiradas durante a escalada (tabela 2).



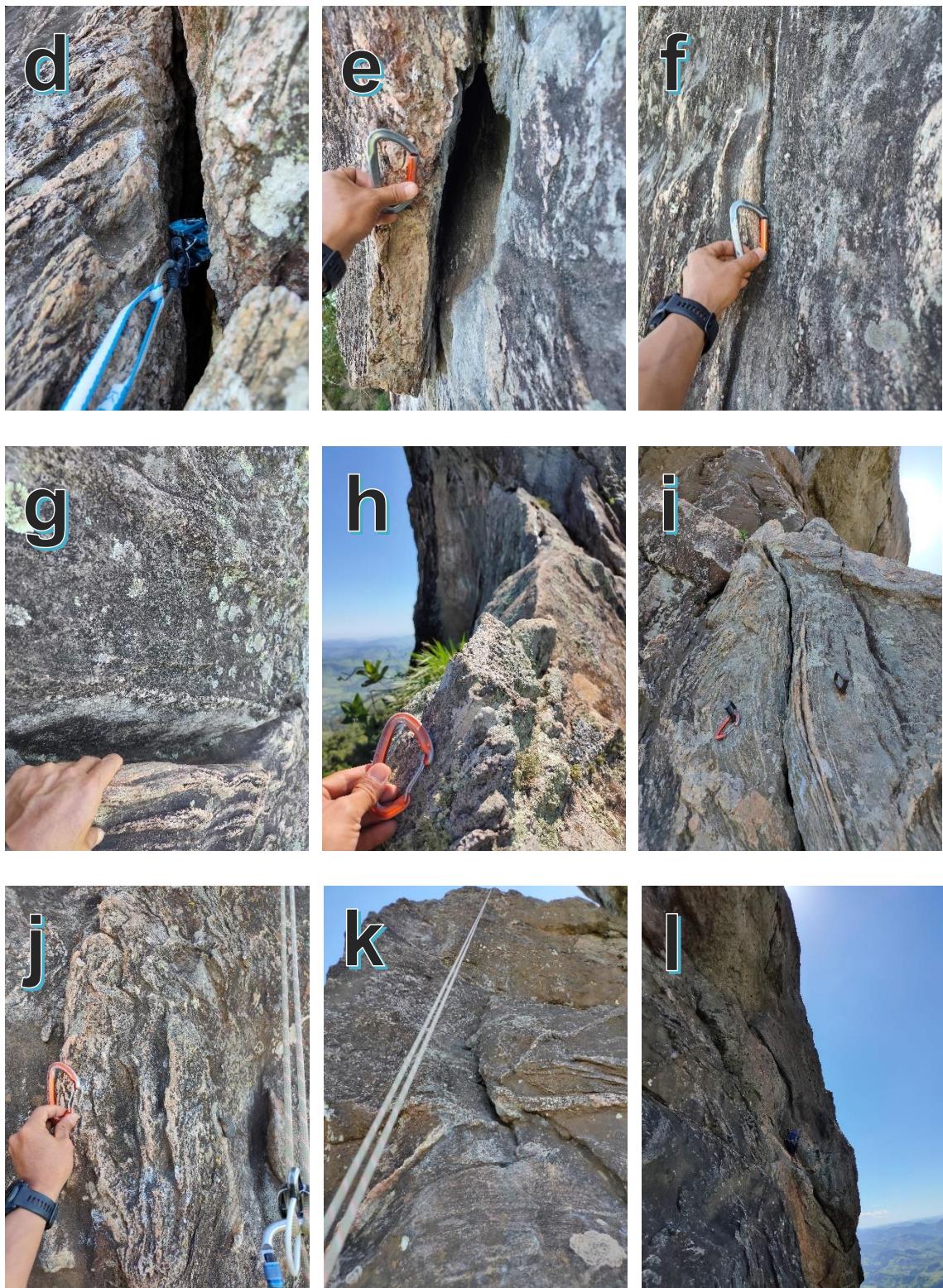


Figura 13. Fotos da caracterização geológica da via Cresta com a Normal, Pedra do Baú (Fotos de P. Hino): a) dobras e fraturas; b) fraturas; c) blocos encaixados, d) fratura e camalot 3; e) diedro fraturado; f) agarras verticais formadas pela erosão diferencial do bandamento; g) grande agarra formada pela erosão diferencial do bandamento; h) erosão diferencial formando grandes agarras na crista entre o Baú e o Bauzinho; i) bandamento, fraturas e veios; j) erosão diferencial do bandamento; k) veios discordantes com o bandamento; l) grande veio aos pés do escalador.

Tabela 2. Medidas de feições geológicas observadas na via Cresta com a Normal.

Rumo do mergulho	Ângulo de mergulho	Feição geológica	Figura de referência
N200E	88	fratura	-
N223E	67	fratura	12b
N345E	39	fratura	12b
N213E	64	fratura	-
N146E	84	fratura	-
N163E	83	fratura	-
N181E	77	fratura	-
N197E	62	fratura	12e
N28E	90	bandamento	12f
N23E	76	bandamento	12g
N160E	83	bandamento	-
N17E	68	bandamento	-
N153E	76	fratura	-
N266E	76	bandamento	-
N277E	69	bandamento	-
N270E	63	bandamento	-
N270E	83	bandamento	12i
N281E	68	fratura	12k
N290E	80	bandamento	-
N269E	84	bandamento	12j
N201E	62	bandamento	-
N89E	82	bandamento	-

5.2.2 Elektra, Ana Chata

A Elektra inicia em um grau fácil, II e III grau evidenciando sua parede com inclinações bem positivas e presença de grandes agarras. A primeira movimentação se dá em um veio rico em quartzo e feldspato (figura 14a), com tamanhos variados de cristais, passando de milimétricos a centimétricos. Esses cristais dão uma textura muito aderente para a sapatilha, e os cristais maiores dão bons apoios. Após esse veio a característica muda, predominando um bandamento dobrado com mergulho para dentro da face rochosa (figura 14b) e bastante intemperizado, formando grandes agarras. Chegando à primeira parada foi observado um grande veio, discordante ao bandamento.

A segunda parte da via se mantém com um grau fácil III sup, mas a característica muda e a via pode ser separada em duas metades divididas por um pequeno teto (figura 14c) formado por uma fratura. A parte de baixo possui uma característica mais lisa, menos aderente, por conta da baixa intemperização, as agarras são formadas principalmente por fraturas (figura 14d), a espessura do teto vai diminuindo para a direita e passa para um diedro

(figura 14e), onde foi possível observar que nesse trecho o bandamento é concordante com a face rochosa, e que claramente há uma diferença de textura, a direita uma erosão mais forte marcando o bandamento e a esquerda uma parede mais lisa, pouco erodida. Logo acima do diedro a erosão volta a ser evidente, porém com menor intensidade mostrando o bandamento dobrado (figura 14f), os apoios diminuem, mas continuam presentes, principalmente nas dobras (figura 14g). A segunda parada localiza-se em um local onde claramente as características mudam, o paredão rochoso fica mais vertical e a erosão passa a ficar bem mais forte, evidenciando o bandamento bastante dobrado (figura 14h).

A canaleta da terceira cordada estava bastante molhada por conta das chuvas nos dias anteriores, o que dificultaria e tornaria a escalada mais arriscada, portanto seguimos pela Via da Árvore, que possui uma cordada paralela à terceira cordada e que compartilha a terceira parada no mesmo platô, utilizando a árvore como ancoragem natural. Neste trecho a escalada passa para um IV sup, vertical com trechos levemente negativos, porém com agarras grandes e bom agarre. A característica predominante era de um bandamento espesso, fortemente dobrado e erodido, com trechos onde o bandamento mergulhava para dentro da rocha, formando agarras profundas (figura 14i).

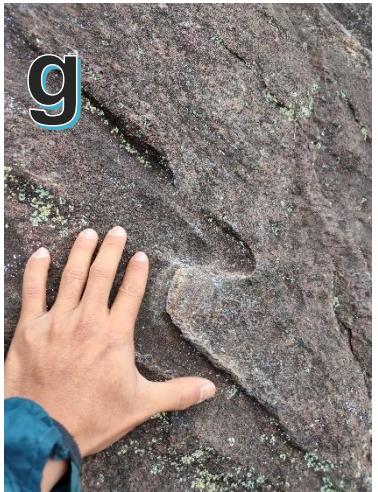
Do platô da árvore podemos observar a beleza e imponência da quarta cordada (figura 14j), um lindo diedro fendado formado por uma fratura quase vertical com uma dificuldade de V grau. As fraturas variam em tamanho, podendo ter de 5 centímetros a 1 centímetros, evidenciadas pelo tamanho das peças móveis utilizadas nessa cordada, do 2 (figura 14k) ao 0,4 (figura 14l). Em alguns pontos é possível observar uma borda dentro da fenda bastante rica em quartzo e feldspato com grandes cristais de feldspato e também manchas desse mesmo material (figura 14m) na face rochosa a direita do diedro, a fratura pode ter sido originada por um veio de quartzo e feldspato, o plano da fratura segue um mergulho próximo ao bandamento vertical levemente positivo. No final do diedro a via se torna negativa e com grandes agarras onde é possível se proteger com peça móvel (figura 14n), aparentemente o bandamento dá uma leve dobrada, e o mergulho do bandamento passa a ser para dentro da face rochosa. A quarta parada localiza-se abaixo de um teto formado por um interessante sistema de fraturas, um concordante e outro discordante ao bandamento (figura 14o).

A quinta cordada começa em uma travessia (escalada lateral) para esquerda, saindo da faixa fraturada para uma predominantemente marcada por forte erosão do bandamento (figura 14p), durante a transição passamos por um lindo diedro e uma aresta (figura 14o) com agarras afiadas formadas pelo descolamento de um grande bloco. O final da travessia é marcado por um trecho onde a parede dá uma verticalizada e as agarras diminuem de tamanho, marcando um crux bem definido de V grau, neste trecho aparece uma sequência de agarras muito peculiares formada aparentemente por um boudin de um veio de quartzo e feldspato (figura 14q) um pequeno pedaço do veio original com cerca de 3 centímetros

aparece mais preservado e levemente rotacionado (figura 14r). Após o crux, a parede volta a ficar mais positiva e com grandes agarras formadas pela forte erosão do bandamento fortemente dobrado e com presença de veios de quartzo e feldspato.

Medidas de fraturas e bandamento com estruturas relacionadas a escalada foram tiradas durante a escalada (tabela 3).

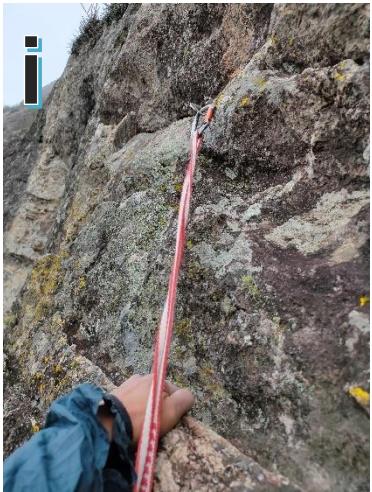




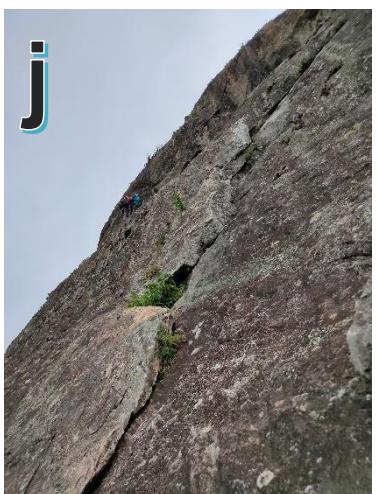
g



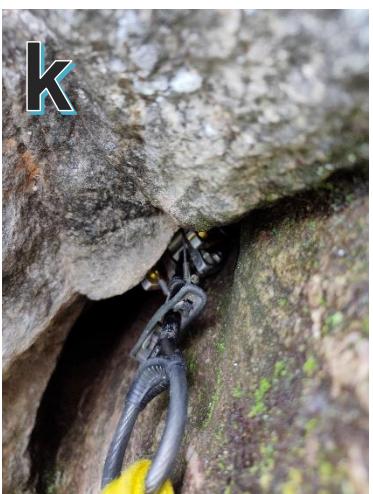
h



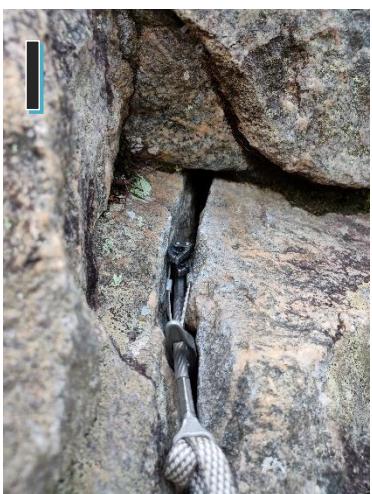
i



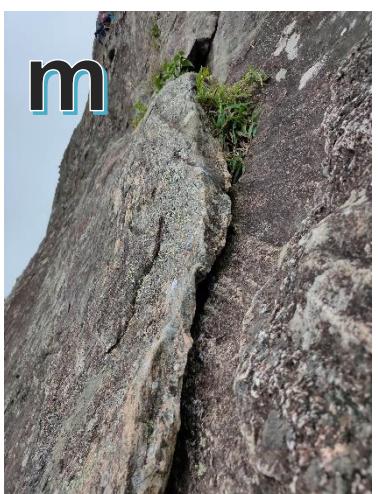
j



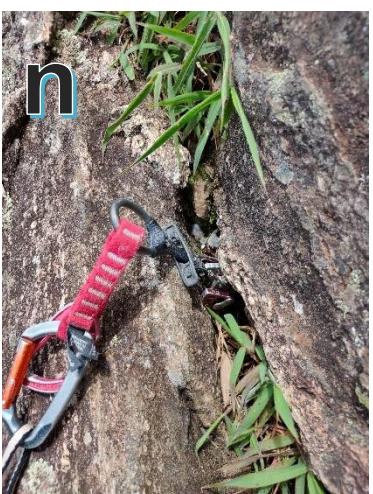
k



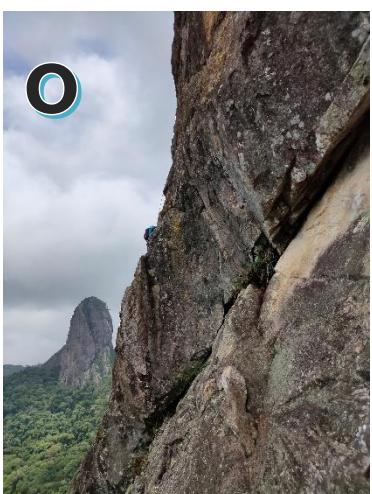
l



m



n



o

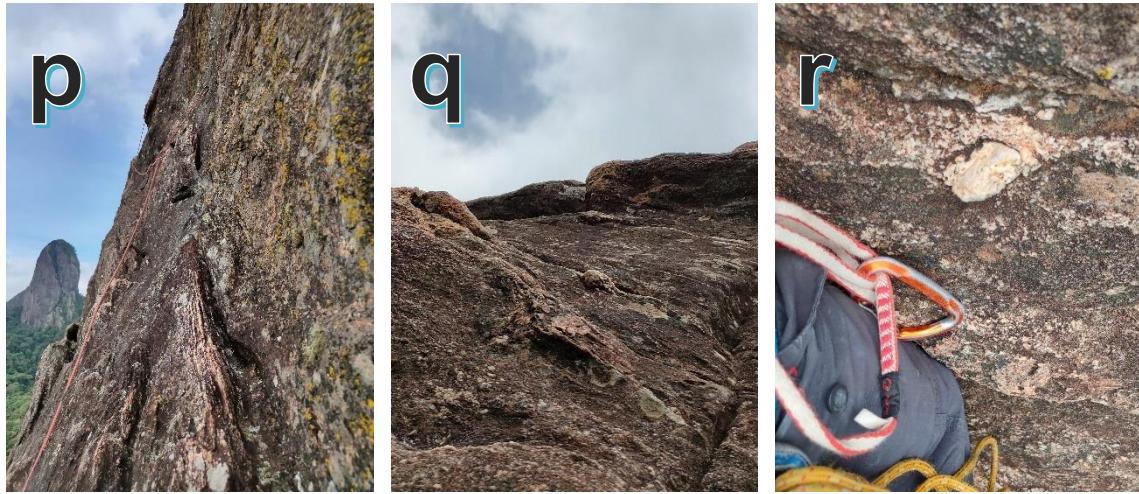


Figura14. Fotos da caracterização geológica da via Elektra, Ana Chata (Fotos de P. Hino): a) bolsão pegmatítico de quartzo e feldspato; b) grande agarra formada pela erosão diferenciada do bandamento; c) escalador logo abaixo do pequeno teto da segunda cordada; d) agarra formada pelo faturamento; e) fratura concordante com o bandamento; f) bandamento dobrado; g) agarra formada no eixo da dobra; h) bandamento fortemente dobrado; i) grandes agarras formadas pela erosão diferencial; j) diedro fraturado; k) camalot 2 em fratura; l) camalot 0,4 em fratura; m) a direita mancha de quartzo e feldspato, a esquerda diedro fraturado com a borda interna rica em quartzo e feldspato; n) camalot 1 em fratura, o) diedro e aresta; p) grande agarra formada pela erosão diferencial do bandamento; q) boudin de veio de quartzo e feldspato; r) cristal de feldspato bem formado aparentemente rotacionado.

Tabela 3. Medidas de feições geológicas observadas na via Elektra.

Rumo do mergulho	Ângulo de mergulho	Feição geológica	Figura de referência
N351E	55	fratura	12c abaixo do teto
N349	54	fratura	12c acima do teto
N318E	66	fratura	12k
N11E	78	bandamento	12k
N4E	69	fratura	12l
N17E	42	fratura	12o
N5E	42	fratura	12o
N161E	76	bandamento	12o
N210E	64	bandamento	12p

5.2.3 V de Vingança, Bauzinho

A via V de Vingança é a via mais difícil tecnicamente dentre as 3 vias analisadas, com uma movimentação variada e desafiadora. Da base da via já podemos ver a beleza e imponência dessa escalada (figura 15a).

A primeira cordada é marcada por um grande diedro fendado formado por um grande faturamento. A via começa em grandes agarras formadas pela forte erosão nos bandamentos e veios de quartzo e feldspato dobrados (figura 15b), porém as agarras diminuem rapidamente com a aproximação do diedro, mostrando a diferença de erosão nos dois trechos. Chegando ao diedro já é possível observar a variação de tamanho da fenda (de 1 a 20 centímetros) ao longo da fratura, possibilitando a colocação de peças móveis de tamanhos variados (figuras 15c e 15d). Três características determinam a dificuldade da via, VI grau, a verticalidade do diedro, a baixa erosão deixando a parede com poucos apoios e o tamanho da fenda formada pela fratura. Esse tipo de estrutura força a escalada em oposição (a orientação da força dos pés é oposta a das mãos, como se o escalador quisesse abrir a fenda), quanto menor a fenda mais difícil a escalada, no crux da cordada a fenda chega a ter pouco mais de 1 centímetro (figura 15d), cabendo apenas a ponta dos dedos. O diedro acaba em um pequeno platô onde está instalada a primeira parada.

A segunda cordada começa com uma travessia para direita até acessar um pequeno diedro (figura 15e). A dificuldade da via abaixa para III e II grau, demonstrando um terreno mais positivo, no primeiro trecho a erosão se torna visível, ressaltando o bandamento, porém não há formação de grandes agarras, os apoios estão principalmente à direita desse pequeno diedro, onde a erosão parece um pouco mais forte, formando agarras um pouco maiores. Neste trecho o bandamento parece mergulhar preferencialmente para o mesmo sentido da face de escalada, porém com um mergulho menor. A inclinação se torna cada vez mais positiva até chegar em uma parede mais verticalizada, onde o bandamento aparece fortemente erodido e bandado. Neste ponto foi instalada a segunda parada (figura 15f).

A terceira cordada é a cordada crux da via, ela se inicia com um IV grau, ainda levemente positiva. As agarras ficam na diagonal quase verticais, marcadas pelo bandamento, que aparece fortemente onde o bandamento é mais grosso e menos evidente onde o bandamento é mais fino (figura 15g). A parede se verticaliza mais, e a dificuldade aumenta, V grau, ainda com grandes agarras, onde o bandamento é mais fino se nota a formação de grandes buracos concordantes com o bandamento onde é possível se proteger com peças móveis (figura 15h). A entrada do crux, VII a, é marcada por uma grande agarra de quartzo e feldspato (figura 15i), a partir dela inicia-se uma movimentação na diagonal em agarras milimétricas (figura 15j). A dificuldade do trecho é dada pela verticalidade da parede e pelos

pequenos apoios presentes para ultrapassar esse trecho. A quarta parada localiza-se logo após o crux.

A quarta cordada se trata de uma longa travessia para a esquerda, ainda bastante vertical, mas com boas agarras, dando uma graduação de IV sup. As agarras variam entre cristais de quartzo e feldspato isolados (figura 15k), buracos formados nos bandamentos (figura 15l) onde é possível se proteger com peças móveis, e um grande veio de quartzo e feldspato (figura 15m). A quarta parada foi instalada em uma forte concentração de quartzo e feldspato com cristais bem formados (figura 15n).

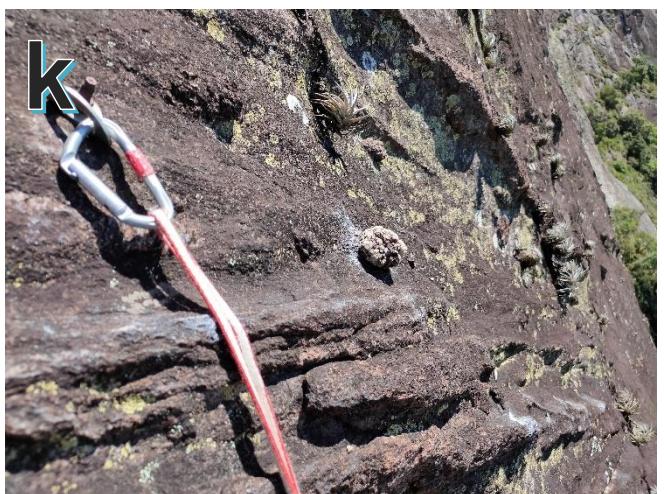
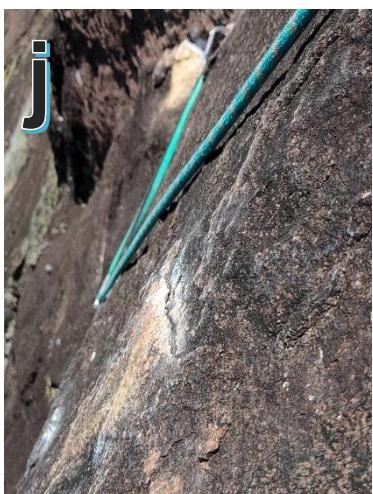
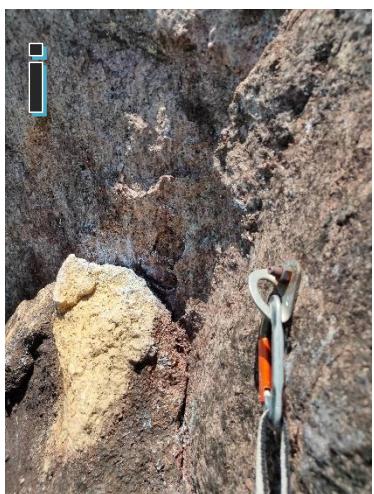
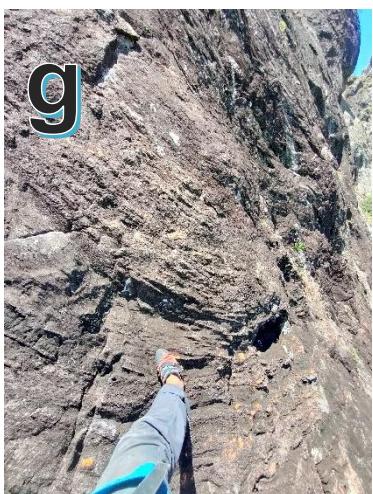
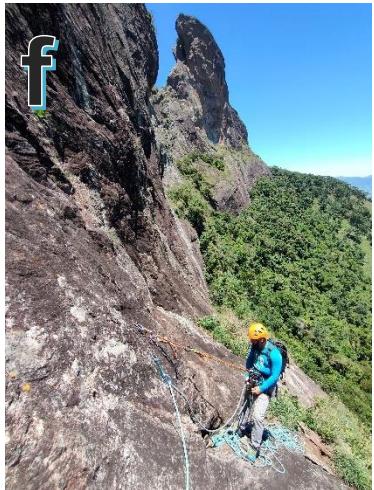
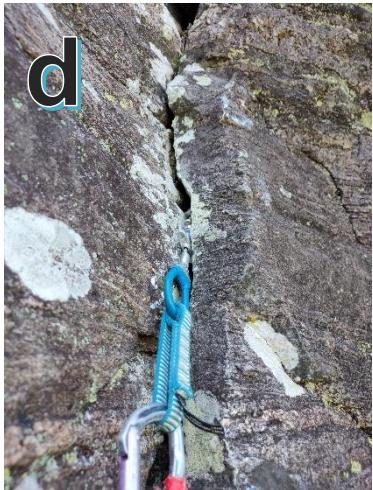
A quinta cordada se trata de um trecho bastante positivo de III grau, bandamento aparente, mas sem a formação de grandes agarras (figura 15o) e a presença de fratura utilizada para proteção móvel (figura 15p).

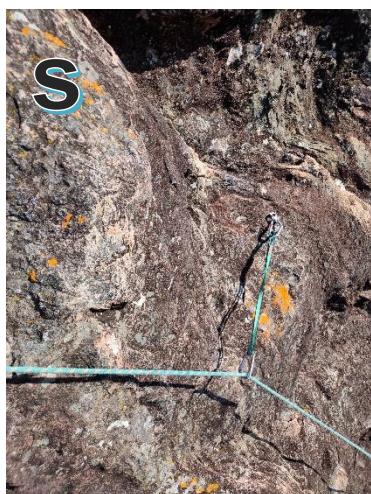
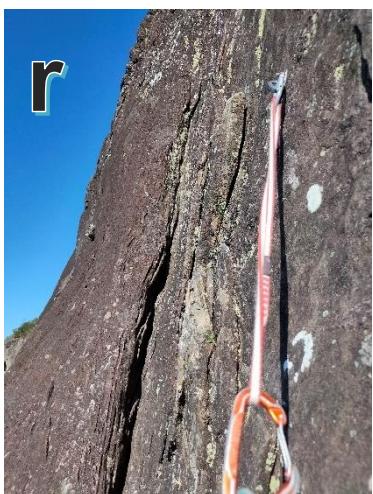
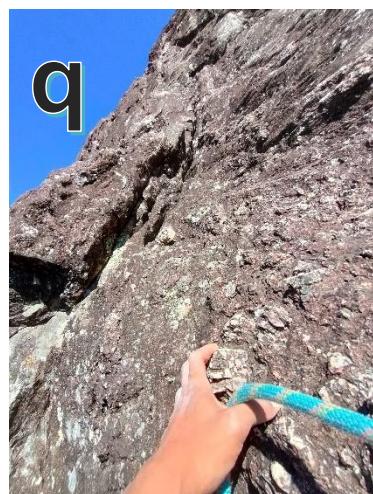
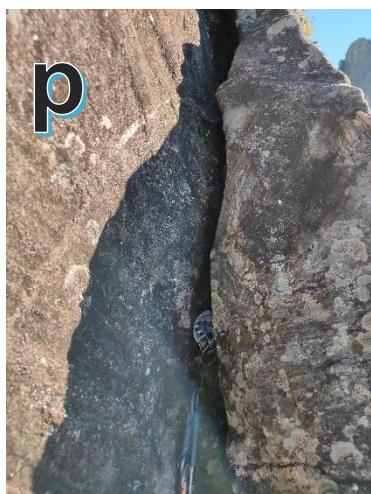
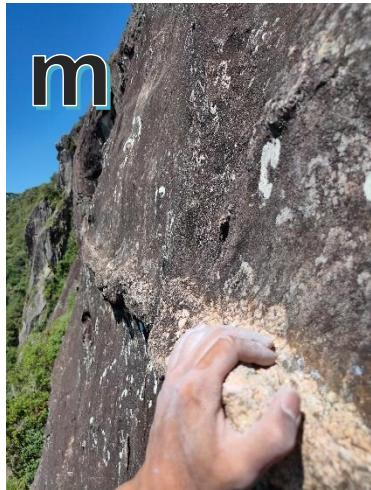
A sexta cordada inicia-se em grandes agarras de quartzo e feldspato (figura 15q) e passa para agarras verticais formadas pelo forte intemperismo no bandamento (figura 15r). Cordada bem vertical, dando o grau de Vsup, no trecho do crux o forte dobramento do bandamento fica bem evidente, e a parede fica levemente negativa, evidenciada pela coloração mais clara da parede (figura 15s).

A via termina em uma travessia para esquerda bastante positiva (figura 15t), com bandamento aparente (figura 15u), e presença de fraturas utilizadas para proteções móveis, concordantes com o bandamento (figura 15v), e discordantes com o bandamento (figura 15x). A sétima parada fica bem próxima ao cume e nela é possível ver o bandamento dobrado pouco erodido (figura 15z).

Medidas de fraturas e bandamento com estruturas relacionadas a escalada foram tiradas durante a escalada (tabela 4).







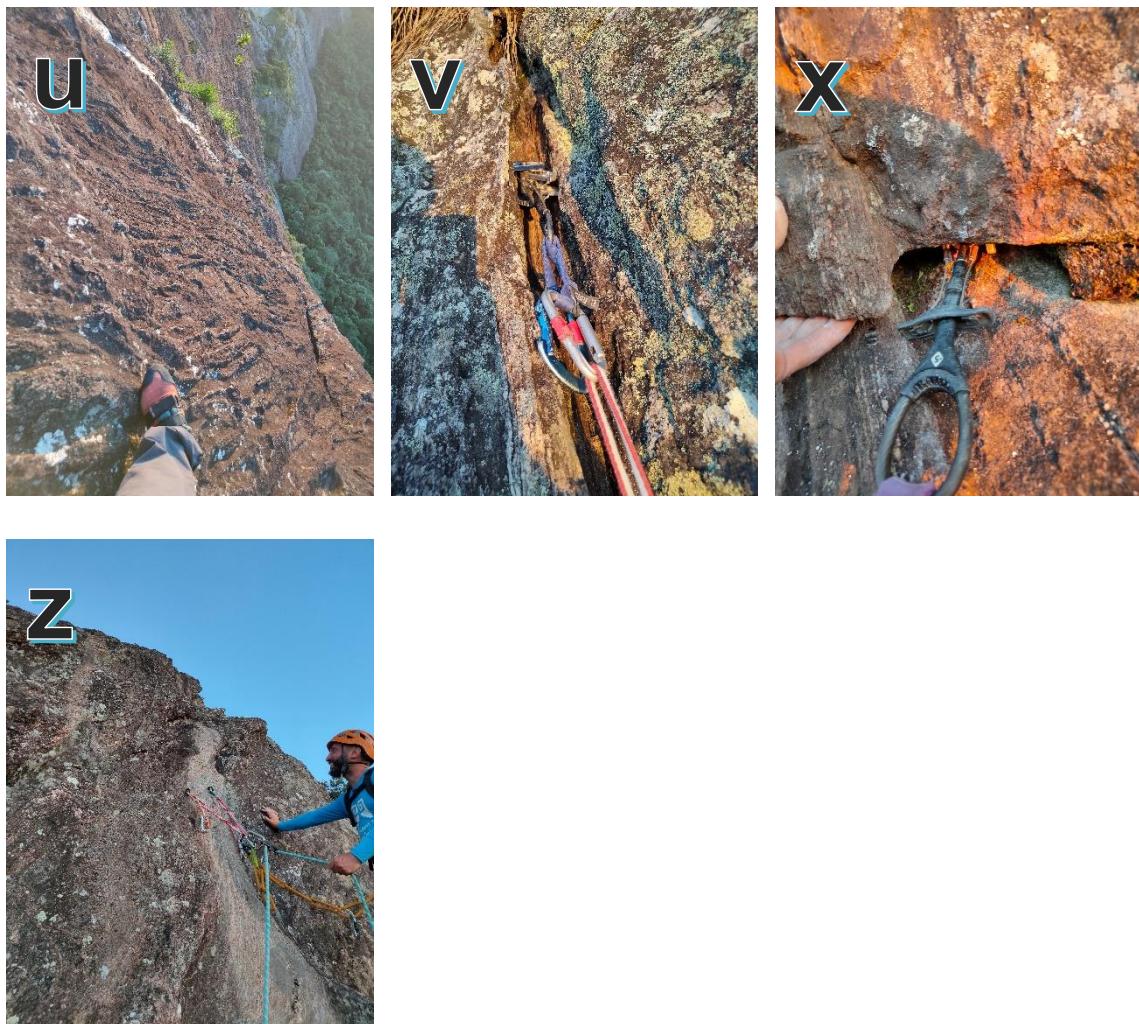


Figura 15. Fotos da caracterização geológica da V de vingança, Bauzinho (Fotos de P. Hino): a) diedro da primeira cordada; b) grandes agarras formada pela erosão diferencial do bandamento; c) camalot 2 em fratura; d)camalot 0.3 em fratura; e) pequeno diedro; f) segunda parada, com bandamento bem aparente; g) bandamento bem aparente e diferentes granulometria no bandamento; h) buraco formado pela erosão diferenciada no bandamento; i) grande agarra de um bolsão de quartzo e feldspato; j) micro agarra em veio aplítico; k) grande agarra de cristal de feldspato, l) camalot 3 em bucaco formado pela erosão diferenciada do bandamento; m) grande agarra no veio de quartzo e feldspato; n) veio pegmatítico de quartzo e feldspato; o) camalot 3 em fratura; q) bandamento aparente levemente erodido; p) grande agarra formada na borda de uma concentração pegmatítica de quartzo e feldspato; r) bandamento vertical; s) forte dobramento aparente; t) última cordada bem positiva; u) bandamento aparente; v) camalot 3 em fratura; x) camalot 0.5 em fratura; z) última parada bandamento exposto em fratura recente.

Tabela 4. Medidas de feições geológicas observadas na via V de Vingança.

Rumo do mergulho	Ângulo de mergulho	Feição geológica	Figura de referência
N127E	68	fratura	14b
N140E	64	fratura	14c
N321E	81	fratura	14d
N341E	70	fratura	-
N229E	72	bandamento	14e
N281E	21	bandamento	-
N133E	50	face da parede	-
N321E	55	bandamento	-
N203E	74	bandamento	-
N150E	49	face da parede	-
N255E	78	bandamento	-
N247E	80	bandamento	-
N98E	23	bandamento	-
N320E	76	face da parede	14j
N171E	83	bandamento	-
N106E	74	bandamento	14l
N203E	53	bandamento	-
N356E	79	fratura	14r
N194E	68	bandamento	-
N247E	55	bandamento	-
N207E	76	fratura e bandamento	14v
N352E	32	fratura	14x

5.2.4 Observação Geomorfológica Regional

A pedra do Baú (1964 metros de altitude) é um ótimo lugar para observar a Serra da Mantiqueira.

Da ponta Sudoeste (figura 16a), além da vista privilegiada da Ana Chata e da Cidade de São Bento do Sapucaí, podemos observar importantes picos do sul da Serra da Mantiqueira, como o Pico Agudo (1634 metros de altitude), localizado em Santo Antônio do Pinhal, e a Pedra de São Domingos (2050 metros de altitude), localizada em Cambuí, e também um pequeno trecho de Taubaté.

Da ponta Nordeste (figura 16b) além da vista privilegiada do Bauzinho, podemos observar na proximidade o Observatório do Pico dos Dias (1864 metros de altitude), e o Plateau de Campos do Jordão (com ponto culminante no Pico do Imbiri, 1862 metros de altitude). Em dias de boa visibilidade podemos observar os pontos mais altos da Mantiqueira, como o Pico dos Marins (2420 metros de altitude), localizado na divisa entre Piquete e Cruzeiro, e a Pedra da Mina (2798 metros de altitude), o ponto mais alto da Serra da Mantiqueira, localizada na tríplice divisa entre Passa Quatro, Lavrinhas e Queluz.



Figura 16. Fotos panorâmicas das duas pontas da Pedra do Baú: a) vista da ponta SW; b) vista da ponta NE.

6 DISCUSSÃO

Durante o trabalho de campo muitas ideias e questionamentos surgiram sobre como a natureza e sua geodiversidade possibilitaram uma escalada de tamanha qualidade em um ambiente de igual beleza.

Os fatores geológicos, processos internos e externos, que geraram a rocha e suas estruturas, e posteriormente esculpiram o monumento natural, foram responsáveis pela fonte de inspiração para a abertura de vias de escalada, onde as formas criadas por esses processos passaram a ser apoios para a ascensão de escaladores.

As principais características de movimentação e dificuldade da escalada estão ligadas às agarras utilizadas para a ascensão e a inclinação da parede, que são diretamente relacionadas com características geológicas (erosão, composição litológica, bandamento e fraturamento).

A qualidade da exposição geológica favorece tanto o estudo da geodiversidade quanto o uso desses paredões para a prática da escalada, tornando o Complexo do Baú um importante geossítio no contexto educacional e geoturístico.

6.1 Erosão

O principal fator de formação de agarras no gnaisse migmatítico certamente é a erosão diferencial entre as bandas félsicas e maficas do gnaisse e entre o leucossoma e melanossoma em partes mais migmatizadas. As bandas félsicas e os leucossomas são compostas por uma concentração maior de quartzo e feldspato, minerais mais resistentes ao intemperismo em relação aos outros que compõem esse gnaisse.

As bandas félsicas, os leucossomas e os veios de quartzo e feldspato, se apresentam destacados no paredão rochoso e visualmente podemos identificar as agarras de acordo com a coloração amarelada do K-feldspato presente em grande proporção nas bandas félsicas e veios de quartzo e feldspato.

Durante a escalada fica evidente que ao longo da via a rocha apresenta diferentes graus de erosão. Próximo às fraturas a rocha aparecia menos erodida, evidenciando que se trata de uma parte da rocha exposta há menos tempo às intempéries. Locais onde o dobramento é intenso aparecem normalmente mais erodidos, demonstrando o que parece ser uma característica mais friável da rocha nesses pontos, e em alguns casos apresentando buracos onde era possível a colocação de peças de proteções móveis.

A erosão determina o tamanho das agarras, sendo assim determinante para caracterizar a dificuldade e movimentação da via.

6.2 Composição litológica

Foram identificados três tipos litológicos em campo: gnaisse migmatítico, veios e bolsões pegmatíticos com formação de grandes cristais e veios aplíticos de granulação fina.

Foi interpretado que a maior parte dos veios e bolsões pegmatíticos, assim com os veios aplíticos, fazem parte desse material fundido originado pela grande concentração de leucossoma.

O gnaisse migmatítico apresenta agarras formadas pela erosão diferencial, onde havia uma grande concentração de leucossoma, as agarras eram grandes e por vezes formavam buracos interpretados como o desgaste do melanossoma e do paleossoma.

Os bolsões e veios pegmatíticos apresentam grandes cristais de K-feldspato, que por vezes aparecem como grandes agarras (figura 15q) normalmente nas bordas desses veios e bolsões, ou como cristais afiados que dão uma textura bastante aderente na escalada.

Os veios aplíticos, por serem mais finos, são pouco utilizados na escalada do Complexo do Baú que normalmente possuem boas agarras, porém o trecho mais difícil de todas as escaladas provavelmente é marcado por um veio aplítico. O crux da V de Vingança tem como característica micro agarras, formadas justamente em uma face do veio aplítico (figura 17) discordante a foliação, provavelmente esse veio foi responsável por uma antiga fratura que utilizou esse veio como ponto de fraqueza, não foi observada tal fratura, porém a face plana e a discordância com o bandamento evidencia a possibilidade de ser uma face formada por uma fratura. As micro agarras são semelhantes às agarras formadas em granitos de granulação fina, composição e textura semelhante à de um veio aplítico.

Os diferentes tipos litológicos formam agarras distintas, dando características diferentes na escalada.

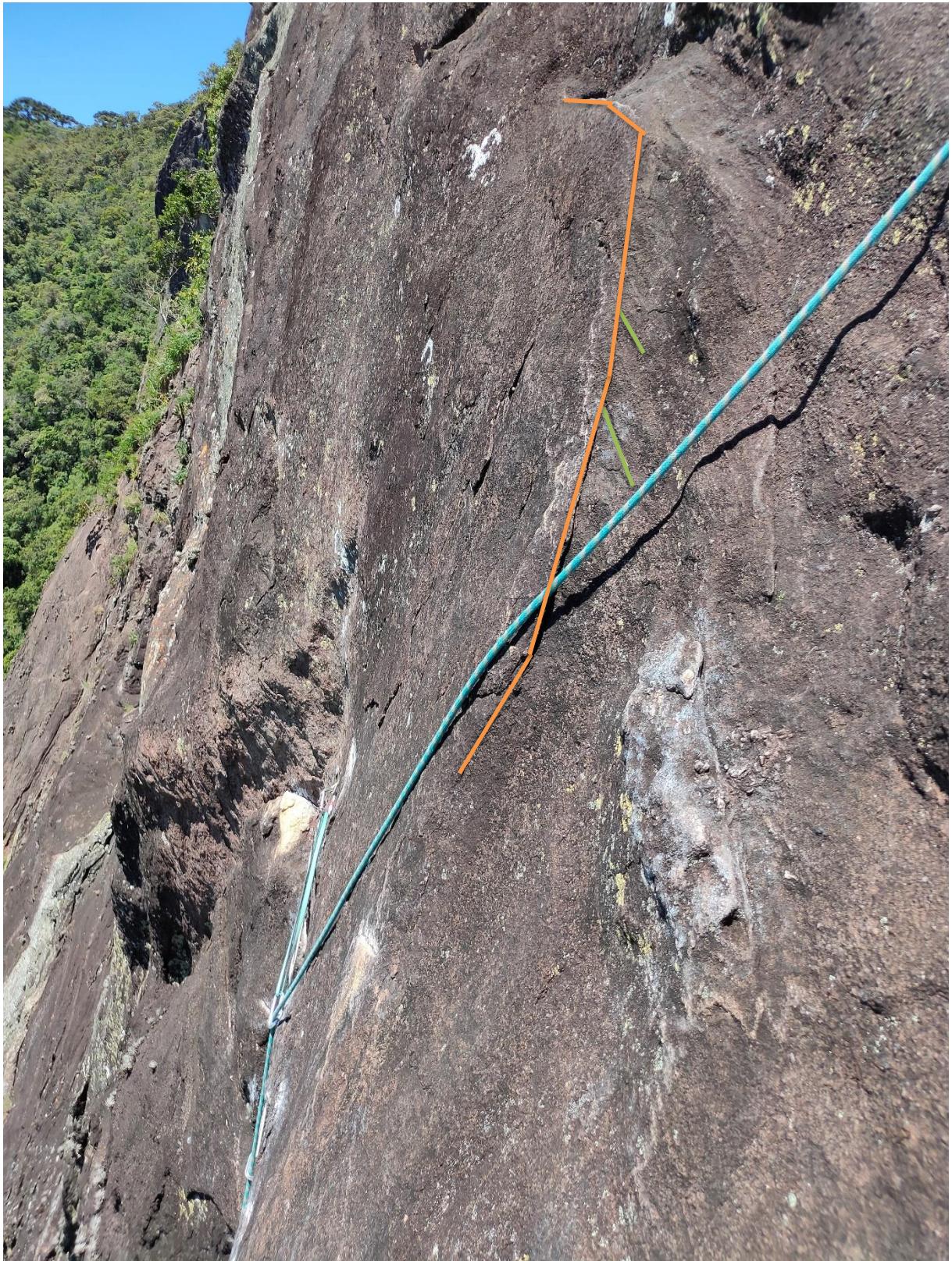


Figura 17. Possível fratura formada em veio aplítico, a linha laranja representa a superfície de fratura e as linhas verdes o bandamento.

6.3 Bandamento

O bandamento gnáissico é predominantemente vertical em todo o Complexo do Baú, porém, é fortemente dobrado, podendo mergulhar para diferentes direções em trechos da escalada. E é justamente esse mergulho que determina a direção da formação das agarras.

O bandamento no complexo é predominante vertical podendo ser visto no estereograma (figura 18), onde os pontos plotados se encontram mais próximos a borda do estereograma, mergulhando para diversas direções, os pontos se encontram espalhados (figura 18), evidenciando o forte dobramento dessa estrutura, porém existe uma predominância do rumo de mergulho para SW, conforme visto no diagrama de roseta (figura 18).

As agarras são formadas pela intersecção dos planos de bandamento com o plano da face de escalada. Se são paralelos, as agarras são horizontais; quando os planos têm direção de mergulho ortogonais ou quando ambos os planos são verticais formam-se agarras verticais. Quando existe um ângulo entre as direções de mergulho as agarras são diagonais. Para futuros trabalhos seria interessante para cada medida de bandamento ter uma medida da face de escalada.

O tamanho das agarras também está relacionado com a direção de mergulho do bandamento. Se o bandamento mergulha para dentro da face de escalada ou possui um mergulho maior que a face de escalada, as agarras são maiores e com pegas melhores.

O forte dobramento proporciona agarras com tamanhos e direções variadas, tornando a escalada extremamente diversa.

Tabela 5. Medidas do mergulho dos bandamentos no complexo do Baú.

Via	Rumo do mergulho	Ângulo de mergulho	Figura de referência
Cresta com Normal	N28E	90	12f
Cresta com Normal	N23E	76	12g
Cresta com Normal	N160E	83	-
Cresta com Normal	N17E	68	-
Cresta com Normal	N266E	76	-
Cresta com Normal	N266E	69	-
Cresta com Normal	N277E	63	-
Cresta com Normal	N270E	83	12i
Cresta com Normal	N290E	80	-
Cresta com Normal	N269E	84	12j
Cresta com Normal	N201E	62	-
Cresta com Normal	N89E	82	-
Elektra	N11E	78	12k

Elektra	N161E	76	12o
Elektra	N210E	64	12p
V de Vingança	N329E	72	14e
V de Vingança	N281E	21	-
V de Vingança	N321E	55	-
V de Vingança	N203E	74	-
V de Vingança	N225E	78	-
V de Vingança	N247E	80	-
V de Vingança	N98E	23	-
V de Vingança	N171E	83	-
V de Vingança	N192E	74	14l
V de Vingança	N203E	53	-
V de Vingança	N194E	68	-
V de Vingança	N247E	55	-
V de Vingança	N207E	76	14v

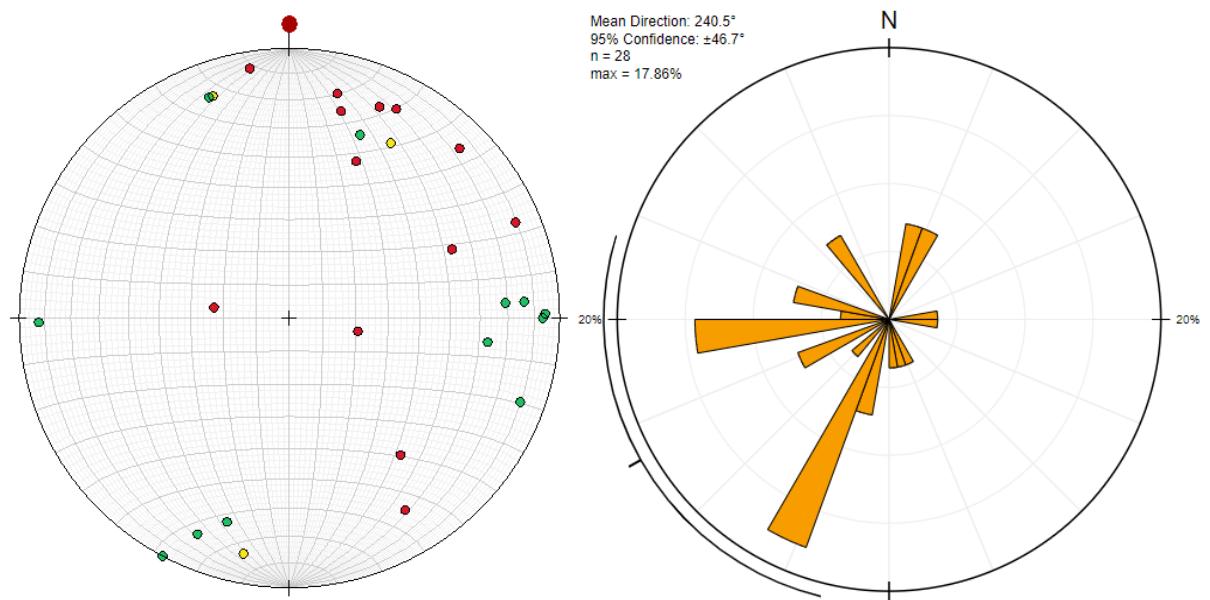


Figura 18. A direita temos o estereograma faltando os polos dos planos de bandamento, em verde medidas da via Cresta com Normal, em amarelo da via Elektra e em vermelho da via V de Vingança. A esquerda temos o diagrama de roseta indicando os principais rumos de mergulho entre as 3 vias analisadas.

6.4 Fraturamento

O fraturamento segue paralelo a discordante ao bandamento. Em locais onde o faturamento é evidente, como na primeira cordada da V de vingança ou na quarta cordada da Elektra, a face rochosa é mais lisa, com menos apoios formados pela erosão (onde houve o

deslocamento do bloco a rocha sofreu menos exposição aos agentes erosivos), obrigando o escalador a utilizar prioritariamente a fratura para escalar a parede rochosa. As fraturas proporcionam também locais ideais para a colocação de peças móveis, facilitando a conquista da via, uma vez em que não é preciso instalar proteções fixas na parede, o que leva tempo e é um custo material para o conquistador (responsável por abrir uma via de escalada).

O fraturamento mergulha prioritariamente para NNW como pode ser visto no diagrama de roseta (figura 19), evidenciando sua importância na formação da geomorfologia local.

Em determinadas partes das vias, as fraturas também proporcionam boas agarras, como na segunda cordada da Elektra antes do teto, e na virada da aresta na última cordada também da Elektra.

As fraturas e os elementos formados pelas fraturas (diedros e arestas) são linhas naturais para a escalada, e são elementos que são vistos à distância, por isso são muito procurados durante as conquistas de vias de escalada.

Na proximidade dos cumes foi observado um decaimento no mergulho das fraturas, provavelmente um sistema de fraturas de alívio auxiliadas também por uma porção fortemente dobrada que deram formas às cristas do Baú.

Tabela 6. Medidas do mergulho das fraturas no complexo do Baú.

Via	Rumo do mergulho	Ângulo de mergulho	Figura de referência
Cresta com Normal	N200E	88	-
Cresta com Normal	N223E	67	12b
Cresta com Normal	N345E	39	12b
Cresta com Normal	N213E	64	-
Cresta com Normal	N146E	84	-
Cresta com Normal	N163E	83	-
Cresta com Normal	N181E	77	-
Cresta com Normal	N197E	62	12e
Cresta com Normal	N153E	76	-
Cresta com Normal	N281E	68	12k
Elektra	N351E	55	12c abaixo do teto
Elektra	N349E	54	12c acima do teto
Elektra	N318E	66	12k
Elektra	N4E	69	12l
Elektra	N17E	42	12o
Elektra	N5E	42	12o
V de Vingança	N127E	68	14b
V de Vingança	N140E	64	14c
V de Vingança	N321E	81	14d
V de Vingança	N341E	70	-
V de Vingança	N356E	79	14r

V de Vingança	N207E	76	14v
V de Vingança	N352E	32	14x

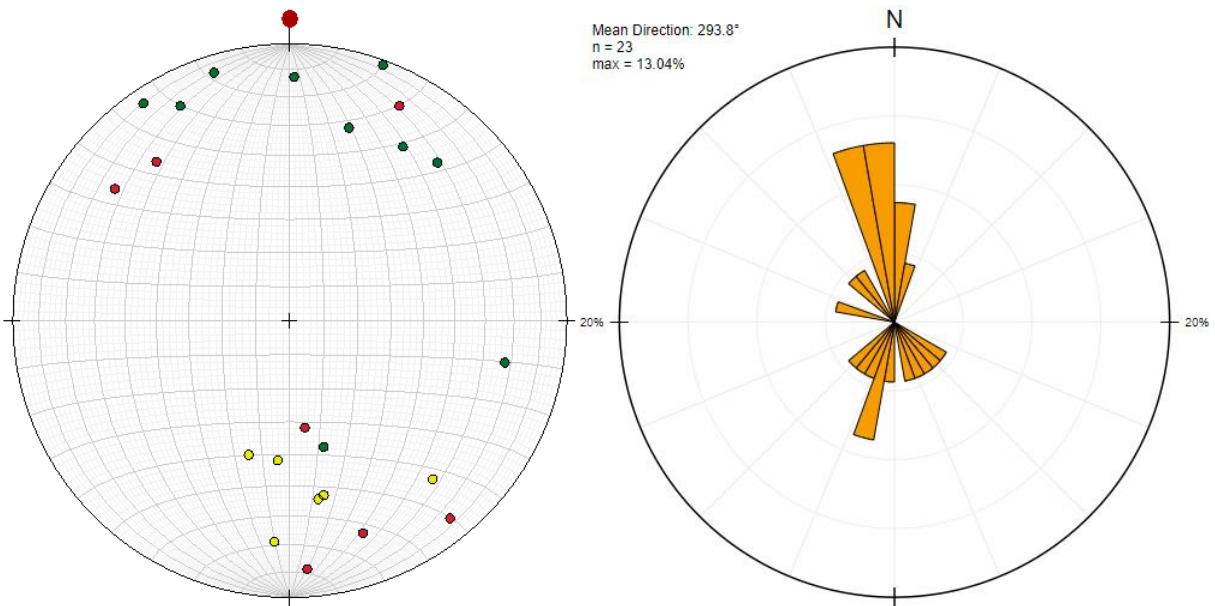


Figura 19. A direita temos o estereograma mancando os polos dos planos de fraturamento, em verde medidas da via Cresta com Normal, em amarelo da via Elektra e em vermelho da via V de Vingança. A esquerda temos o diagrama de roseta indicando os principais rumos de mergulho do fraturamento entre as 3 vias analisadas.

6.5 Geomorfologia

Em campo foi possível ver de perto os fatores controladores da geomorfologia local, a predominância de um bandamento vertical e um sistema de fraturas com direções de mergulho predominantemente para NNW deram forma às cristas do complexo do Baú.

Do cume podemos observar os vales formados pelas falhas do Paiol Grande a noroeste e de Sapucaí Mirim a sudeste do Complexo do Baú.

E a distância conseguimos enxergar importantes cumes da Serra da Mantiqueira. Fica evidente que os picos mais altos estão alinhados numa direção semelhante à direção das cristas do Complexo do Baú, que por sua vez estão subparalelas à direção da Serra da Mantiqueira. Localmente e regionalmente as estruturas são concordantes, seguindo a direção NE-SW das zonas de cisalhamento transcorrente e foliações metamórficas do Orógeno Socorro Guaxupé (Hiruma e Teixeira, 2011).

6.6 Geoconservação

A geoconservação é a conservação de geossítios como unidades básicas do patrimônio geológico (Henriques, 2011). Em campo foi possível observar a importância do Complexo da Pedra do Baú como Monumento Geológico, a geodiversidade observada nas diferentes litologias e suas respectivas estruturas geológicas, e as características geomorfológicas observadas no cume da Pedra do Baú demonstram a riqueza em termos de educação e geoturismo desse importante geossítio.

Nesse contexto a escalada aparece como um meio potencial de divulgação das geociências, e um importante atrativo turístico para a cidade de São Bento do Sapucaí.

Uma avaliação das vias de escalada em relação ao potencial educacional e geoturístico foi feita a partir da metodologia de Bollati (2014) (tabela 7).

Os altos valores indicam um grande potencial das vias para a divulgação das geociências no meio da escalada, tendo pontuação máxima em diversos índices. Porém, as vias de escaladas tradicionais no Brasil normalmente possuem uma acessibilidade primária difícil, e poucas facilidades de serviços, abaixando a pontuação em alguns índices, o que não é um agravante levando em consideração que os escaladores de grandes paredes no Brasil estão acostumados com essa condição.

Tabela 7. Tabela de avaliação das vias de escalada.

	Cresta com a Normal, Pedra do Baú	Elektra, Ana Chata	V de Vingança, Bauzinho
A	9/9	9/9	9/9
B	3/3	3/3	3/3
C	12/12	12/12	12/12
D	3/3	3/3	3/3
E	10,7/12	10,7/12	11,5/12
F	1/1	1/1	1/1
G	0,9/1	0,9/1	0,9/1
H	22,7/25	22,7/25	23,5/25

7 CONCLUSÃO

Os escaladores estão em constante contato com a rocha. Por vezes conhecem cada detalhe de uma via de escalada, memorizam a sequência de agarras, a movimentação de cada trecho, criam uma intimidade com esse elemento, porém pouco sabem sobre seu passado, como foi formada, como se mantém em constante transformação e por que ela propicia tal atividade.

A geodiversidade ainda é um tema pouco difundido na comunidade de escalada, pois existem poucos materiais que divulgam a geociências para os escaladores. Alguns guias possuem informações geológicas sobre os sítios de escalada descritos, porém pouco se fala sobre a conexão entre a escalada e a geodiversidade. Este trabalho teve como principal foco esse diálogo entre a escalada e a geologia, como a escalada pode ser explicada através da geologia.

Através de uma caracterização geológica detalhada das vias de escalada selecionadas, comparando a geologia com informações contidas nos croquis do livro 50 Vias Clássicas no Brasil (Daflon & Daflon, 2017), foi possível identificar que a geologia determina como vai ser a escalada. É possível ter vias com uma movimentação semelhante, se estiverem em um mesmo contexto geológico, provavelmente terão características geológicas também semelhantes. Essas observações foram possíveis pois cada trecho descrito também foi escalado pelo pesquisador, tendo a consciência da escalada e da geologia combinadas na prática. Essas informações podem esclarecer como a escalada é moldada pela geologia, levando a comunidade da escalada um material que pode ajudar a entender o que podemos esperar das vias de escaladas do Complexo do Baú.

O levantamento de dados sobre o bandamento e fraturamento foram importantes para o entendimento da formação geomorfológica do Complexo do Baú, indo de encontro com as idéias de Hiruma & Teixeira (2011).

Os grandes paredões de escalada como os descritos neste trabalho são uma importante fonte de conhecimento geológico, porém, a verticalidade e tamanho dos afloramentos impossibilita seu estudo sem técnicas verticais como a escalada, esse trabalho ainda tem poucas referências, porém, com o crescimento da escalada em rocha e o fortalecimento da geoconservação podemos esperar novos trabalhos como este.

Os processos geológicos são responsáveis pela criação dos ambientes onde é praticada a escalada, e explicar esse assunto para esse público pode ser um bom meio de divulgação das geociências. O próximo passo desse trabalho será a criação de um material voltado para esse público, para divulgar a geociências e criar uma intimidade ainda maior

entre os escaladores e a rocha, além de divulgar a escalada para outros públicos, com o fim de fomentar essa atividade com tanto potencial educacional e geoturístico.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Biancotti A., Motta L., Motta M. (2001). Valutazione delle potenzialità d'uso turistico-sportivo di beni paesaggistici: um esempio d'applicazione ai siti d'arrampicata sportiva. In II Colloquio Int."Turismo, ambiente e parchi naturali. Sonesta. <http://hdl.handle.net/2318/47765>
- Bollati, I., Zucali, M., Giovenco, C., Pelfini, M. (2014). Geoheritage and sport climbing activities; using de Montestrutto Cliff (Austroalpine domain, Western Alps) as na example os scientific and educational representativeness. Italian Journal os Geosciences, 133 (2), 187-199.
- Bollati I., Fossati M., Zanoletti E., Zucali M., Magagna A., Pelfini M. (2016). A methodological proposal for the assessment of cliffs equipped for climbing as a component of geoheritage and tools for earth science education: The case of the Verbano-Cusio-Ossola (Western Italian Alps). J. Virtual Explor. 49, 1–23.
- Brilha, J., 2009. A importância dos geoparques no ensino e divulgação das geociências. Geologia-USP. Publ. Esp. 5, 2733.
- Brilha J. B. R. (2016). Inventory and Quantitative Assessment of Geosites and Geodiversity Sites: a review. Geoheritage, v.8, n.2, p.119-134.
- Brito Neves,B.B.; Cordani,U.G. 1991. Tectonic evolution of South America during the Late Proterozoic. Precambrian Research, 53: 34-40
- Catana, M. M. & Brilha, J. B. 2020. The Role of UNESCO Global Geoparks in Promoting Geosciences Education for Sustainability. Geoheritage (2020) 12: 1 <https://doi.org/10.1007/s12371-020-00440-z>.
- CPRM (2018). Carta de suscetibilidade a movimentos gravitacionais de massa e inundaçāo: município de São Bento do Sapucaí, SP. Escala: 1:50.000.
- Daflon, F. & Daflon, C. 2017. 50 Vias Clássicas no Brasil. Companhia da Escalada.
- Dowling, R. K. (2013). Global Geotourism – An Emerging Form of Sustainable Tourism. Czech Journal of Tourism, 2(2), 59-79. DOI: 10.2478/cjot-2013-0004.0024-7.
- Garcia, M. G. M. et al., (2018). The Inventory of Geological Heritage of the State of São Paulo, Brazil: Methodological Basis, Results and Perspectives. Geoheritage, Heidelberg, Alemanha, v. 10, n. 2, p. 239-258.
- Garcia, M. G. M., Nascimento, M. A. L., Mansur, K. L., Pereira, R. G. A. F. (2022). Geoconservation strategies framework in Brazil: Current status from the analysis of representative case studies. Environmental Science & Policy, 128, 194-207.
- Gordon, J.E., Barron, H.F., 2013. The role of geodiversity in delivering ecosystem services and benefits in Scotland. Scottish J. Geol. 49, 4158.
- Gray J. M., 2004. Geodiversity: developing the paradigm. Proceedings of the Geologists' Association. Volume 119, Issues 3–4, 2008, Pages 287-298. [https://doi.org/10.1016/S0016-7878\(08\)80307-0](https://doi.org/10.1016/S0016-7878(08)80307-0)
- Gray, M., 2012. Valuing geodiversity in an “ecosystem services” context. Scottish Geogr. J. 128, 177194.
- Gray, M., 2013. Geodiversity: Valuing and Conserving Abiotic Nature, second ed. Wiley Blackwell, Chichester.

Gray, M., 2018. Geodiversity: The Backbone of Geoheritage and Conservation. IN Geoheritage: Assessment, Protection, and Management. Elsevier.

Hartnady,C.J.H.; Joubert,P.; Stowe,C. 1985. Proterozoic crustal evolution of Southwestern Africa. *Episodes*, 8: 236-244

Henriques, M. H., Reis, R.P., Brilha, J., Mota, T. Geoconservation as an Emerging Geoscience. *Geoheritage*, 3 (2) (2011), pp. 117-128, 10.1007/s12371-011-0039-8

Hiruma,S.T.; Teixeira,A.L. 2011. Pedra do Baú, São Bento do Sapucaí, SP - Imponente paisagem e registro de eventos tectônicos e denudacionais pós-ruptura continental. In: Winge,M.; Schobbenhaus,C.; Souza,C.R.G.; Fernandes,A.C.S.; Berbert-Born,M.; Sallun filho,W.; Queiroz,E.T.; (Edit.) Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil. Publicado na Internet em 30/06/2011 no endereço <https://sigep.eco.br/sitio055/sitio055.pdf>

Panizza V., Mennella M. (2007). Assessing geomorphosites used for rock climbing: the example of Monteleone Roccadoria (Sardinia, Italy): *Geographica Helvetica*, 62(3), 181-191.

Perrota,M.M.; Salvador,E.D.; Lopes,R.C.; D'Agostino,L.Z.; Peruffo,N.; Gomes,S.D.; Sachs,L.L.B.; Meira,V.T.; Lacerda Filho,J.V. 2005. Mapa Geológico do Estado de São Paulo - Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil. São Paulo, CPRM, escala 1:750.000.

Riccomini,C., Sant'Anna,L.G., Ferrari,A.L. 2004. Evolução geológica do Rift Continental do Sudeste do Brasil. In: MantessoNeto,V.; Bartorelli,A.; Carneiro,C.D.R.; Neves,B.B.B. (eds.) *Geologia do Continente Sul-Americano: Evolução da Obra de Fernando Flávio Marques de Almeida*. São Paulo, Beca, p. 383-405.

Riccomini,C., Velázquez,V.F., Gomes,C.B. 2005. Tectonic controls of the Mesozoic and Cenozoic alkaline magmatism in central-southeastern Brazilian Platform. In: Gomes, C.B.; Comin-Chiaromonti,P. (eds.) *Mesozoic to Cenozoic alkaline magmatism in the Brazilian Platform*. São Paulo, EDUSP-FAPESP, p. 31-55.

Sharples, C. (1995) Geoconservation in forest management: principles and procedures. *Tasforest*, 7, 37–50.

Sharples C. (2002). Concepts and Principles of Geoconservation. Horbat, Austrália: Parks & Wildlife Service.