

# Engenharias, Ciência e Tecnologia 4

Luís Fernando Paulista Cotian  
(Organizador)



**Atena**  
Editora  
Ano 2019

**Luís Fernando Paulista Cotian**

(Organizador)

# **Engenharias, Ciência e Tecnologia**

## **4**

Atena Editora

2019

2019 by Atena Editora

Copyright © da Atena Editora

**Editora Chefe:** Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

**Diagramação e Edição de Arte:** Geraldo Alves e Natália Sandrini

**Revisão:** Os autores

#### Conselho Editorial

Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília  
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa  
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista  
Profª Drª Deusilene Souza Vieira Dall’Acqua – Universidade Federal de Rondônia  
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria  
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná  
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice  
Profª Drª Juliane Sant’Ana Bento – Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense  
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista  
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas  
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande  
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

#### Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)

E57 Engenharias, ciência e tecnologia 4 [recurso eletrônico] / Organizador  
Luís Fernando Paulista Cotian. – Ponta Grossa (PR): Atena  
Editora, 2019. – (Engenharias, Ciência e Tecnologia; v. 4)

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia.

ISBN 978-85-7247-087-2

DOI 10.22533/at.ed.872193101

1. Ciência. 2. Engenharia. 3. Inovações tecnológicas.  
4. Tecnologia. I. Cotian, Luís Fernando Paulista. II. Série.

CDD 658.5

**Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422**

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de  
responsabilidade exclusiva dos autores.

2019

Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos  
autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)

## APRESENTAÇÃO

A obra “Engenharia, Ciência e Tecnologia” aborda uma série de livros de publicação da Atena Editora. O volume IV apresenta, em seus 29 capítulos, conhecimentos relacionados a Modelagem, Análise e Simulação relacionadas à engenharia de produção nas áreas de Programação Matemática, Decisão Multicriterial e Teoria da Decisão e Teoria dos Jogos.

A área temática de Modelagem, Análise e Simulação trata de temas relevantes para a mecanismos que auxiliam na tomada de decisão, desde a modelagem e simulação até a análise dos resultados envolvendo assuntos relacionados a engenharia. As análises e aplicações de novos estudos proporciona que estudantes utilizem conhecimentos tanto teóricos quanto tácitos na área acadêmica ou no desempenho da função em alguma empresa.

Para atender os requisitos do mercado as organizações precisam levar em consideração a área de sustentabilidade e desenvolvimento sustentável, sejam eles do mercado ou do próprio ambiente interno, tornando-a mais competitiva e seguindo a legislação vigente.

Aos autores dos capítulos, ficam registrados os agradecimentos do Organizador e da Atena Editora, pela dedicação e empenho sem limites que tornaram realidade esta obra, que retrata os recentes avanços científicos do tema.

Por fim, espero que esta obra venha a corroborar no desenvolvimento de novos conhecimentos de Modelagem, Análise e Simulação e auxilie os estudantes e pesquisadores na imersão em novas reflexões acerca dos tópicos relevantes na área de engenharia de produção.

Boa leitura!

Luís Fernando Paulista Cotian

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
A UTILIZAÇÃO DE UM SOFTWARE PARA O DIMENSIONAMENTO DE UMA ESTRUTURA METÁLICA	
<i>Douglas Freitas Augusto dos Santos</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.8721931011</b>	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>11</b>
ALGORITMOS EVOLUTIVOS APLICADOS A OTIMIZAÇÃO OFF-LINE DE UM MAPA COGNITIVO FUZZY DE UM MISTURADOR INDUSTRIAL	
<i>Márcio Mendonça</i>	
<i>Edson Hideki Koroishi</i>	
<i>Lillyane Rodrigues Cintra</i>	
<i>Lucas Botoni de Souza</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.8721931012</b>	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>19</b>
APLICAÇÕES MATEMÁTICAS EM MEDIDAS AGRÁRIAS: UM CONHECIMENTO ETNOMATEMÁTICO DO HOMEM DO CAMPO CONTEXTUALIZADO COM O CONTEÚDO ESCOLAR	
<i>Deonísio Hul</i>	
<i>Silton José Dziadzio</i>	
<i>Clodogil Fabiano Ribeiro dos Santos</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.8721931013</b>	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>34</b>
AVALIAÇÃO DOS EFEITOS DA CONEXÃO DE UMA UNIDADE GERADORA DISTRIBUÍDA A UM ALIMENTADOR DE 13,8 KV UTILIZANDO O ATP	
<i>Jaqueline Oliveira Rezende</i>	
<i>Larissa Marques Peres</i>	
<i>Geraldo Caixeta Guimarães</i>	
<i>Marcelo Lynce Ribeiro Chaves</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.8721931014</b>	
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	<b>46</b>
CÁLCULO FRACIONÁRIO APLICADO À GENERALIZAÇÃO DA MODELAGEM MATEMÁTICA DA SECAGEM DE BAGAÇO DE UVA	
<i>Amanda Peruzzo da Motta</i>	
<i>Bruna de Souza Nascimento</i>	
<i>Fernanda Batista de Souza</i>	
<i>Douglas Junior Nicolin</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.8721931015</b>	
<b>CAPÍTULO 6</b> .....	<b>57</b>
CINÉTICA DE DEGRADAÇÃO TÉRMICA DO BAGAÇO DE CANA	
<i>Edvan Vinícius Gonçalves</i>	
<i>Wardleison Martins Moreira</i>	
<i>Emanuel Souza Barros</i>	
<i>Sérgio Inácio Gomes</i>	
<i>Marcos de Souza</i>	
<i>Luiz Mario de Matos Jorge</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.8721931016</b>	

**CAPÍTULO 7 ..... 67**

CONTAGEM AUTOMÁTICA DE OVOS DO AEDES AEGYPTI EM PALHETAS DE OVITAMPAS: UM SISTEMA PARA AQUISIÇÃO E PROCESSAMENTO DE IMAGENS

*Carlos Diego Franco da Rocha*  
*Ayla Márcia Cordeiro Bizerra*  
*Demétrios Araújo Magalhães Coutinho*  
*Luiz Fernando Virginio da Silva*  
*Michel Santana de Deus*  
*Phablo Márcio de Paiva Souto*

**DOI 10.22533/at.ed.8721931017**

**CAPÍTULO 8 ..... 75**

CONTROLADOR FUZZY MAMDANI APLICADO À NAVEGAÇÃO AUTÔNOMA EM AMBIENTE DESCONHECIDO VARIANTE NO TEMPO

*Eduardo Vilela Pierangeli*  
*Jordann Alessander Rosa Almeida*  
*Marcelo Vilela Pierangeli*

**DOI 10.22533/at.ed.8721931018**

**CAPÍTULO 9 ..... 82**

CONTROLE ROBUSTO APLICADO EM UMA VIGA DE MATERIAL COMPÓSITO VISANDO ATENUAÇÃO DE VIBRAÇÕES

*Camila Albertin Xavier da Silva*  
*Daniel Almeida Colombo*  
*Edson Hideki Koroishi*  
*Albert Willian Faria*

**DOI 10.22533/at.ed.8721931019**

**CAPÍTULO 10 ..... 96**

ESTRATÉGIAS HEURÍSTICAS PARA POSICIONAMENTO DE UNIDADES DE MEDIÇÃO FASORIAL

*Marcio André Ribeiro Guimaraens*  
*Julio Cesar Stacchini de Souza*  
*Milton Brown Do Coutto Filho*  
*Breno Crespo Zeba*

**DOI 10.22533/at.ed.87219310110**

**CAPÍTULO 11 ..... 109**

ESTUDO DE CARACTERIZAÇÃO E DESENVOLVIMENTO DA URBANIZAÇÃO DO MUNICÍPIO DE SOUSA-PB NO PERÍODO DE 1984 A 2016

*Márcia de Lacerda Santos*  
*Thayse Bezerra da Silva*  
*Maria Raiana Almeida Silva*  
*Danielle Leal Barros Gomes*

**DOI 10.22533/at.ed.87219310111**

**CAPÍTULO 12 ..... 116**

FLAMBAGEM LINEAR E NÃO-LINEAR UTILIZANDO UMA ANÁLISE NUMÉRICA PELO MÉTODO DOS ELEMENTOS FINITOS

*Rodrigo Villaca Santos*  
*Leticia Barizon Col Debella*

**DOI 10.22533/at.ed.87219310112**

**CAPÍTULO 13..... 121**

GEOLOGIA DA SERRA DO CARAÇA: PERFIS REAIS

*Carolina Cristiano Barbosa*  
*Ariadne Duarte Libutti Nuñez*  
*Adriane Abreu Cadar*  
*Alexandre Motta Tunes*  
*Bárbara Alves Oliveira*  
*Ulisses Cyrino Penha*

**DOI 10.22533/at.ed.87219310113**

**CAPÍTULO 14..... 132**

GERENCIAMENTO DE RESERVATÓRIOS DE PETRÓLEO: PREVISÃO DE COMPORTAMENTO ATRAVÉS DA SIMULAÇÃO NUMÉRICA

*Josué Domingos da Silva Neto*  
*Débora Cristina Almeida de Assis*  
*Nayra Vicente Sousa da Silva*  
*Zenilda Vieira Batista*

**DOI 10.22533/at.ed.87219310114**

**CAPÍTULO 15..... 143**

INFLUÊNCIA DA INÉRCIA A TORÇÃO NO MOMENTO FLETOR DE PLACAS MACIÇAS DE CONCRETO

*Leticia Barizon Col Debella*  
*Rodrigo Villaca Santos*

**DOI 10.22533/at.ed.87219310115**

**CAPÍTULO 16..... 149**

METODOLOGIA DE CONTROLE PREVENTIVO BASEADA EM ÁRVORE DE DECISÃO PARA A MELHORIA DA SEGURANÇA ESTÁTICA E DINÂMICA DO SISTEMA INTERLIGADO DA ELETRONORTE

*Ubiratan Holanda Bezerra*  
*João Paulo Abreu Vieira*  
*Werboston Douglas de Oliveira*  
*Daniel Augusto Martins*  
*Dione José Abreu Vieira*  
*Bernard Carvalho Bernardes*  
*Benedito das Graças Duarte Rodrigues*  
*Vilson Castro*

**DOI 10.22533/at.ed.87219310116**

**CAPÍTULO 17 ..... 166**

O WATSON DA IBM

*Eduardo Bruno de Almeida Donato*  
*Amanda Moura Camilo*

**DOI 10.22533/at.ed.87219310117**

**CAPÍTULO 18..... 173**

PROTÓTIPO DE UM PERMEÂMETRO DE CARGA CONSTANTE A PARTIR DA LEI DE DARCY

*Guilherme Medina Cameu*  
*Victor Araujo Figueredo Fischer*  
*Wataru Iwamoto*  
*Rômulo Henrique Batista de Farias*

**DOI 10.22533/at.ed.87219310118**

**CAPÍTULO 19 ..... 178**

SIMULADOS ELETRÔNICOS DO PROCESSO SELETIVO DO IFPR: INSTRUMENTO DE DIVULGAÇÃO E DEMOCRATIZAÇÃO DO ENSINO

*João Henrique Berssanette*  
*Antonio Carlos de Francisco*  
*Fabiane Ferreira*  
*Maria Fernanda Müller Pereira da Silva*

**DOI 10.22533/at.ed.87219310119**

**CAPÍTULO 20 ..... 188**

SOLARIZAÇÃO DO SOLO E BIOFUMIGAÇÃO NA VIABILIDADE DE SCLEROTIUM ROLFSSII

*João Luiz Lopes Monteiro Neto*  
*Roberto Tadashi Sakazaki*  
*Raphael Henrique da Silva Siqueira*  
*Carlos Abanto-Rodríguez*  
*Sonicley da Silva Maia*  
*Rannyonara Oliveira Rodrigues*  
*Lucas Aristeu Anghinoni dos Santos*  
*Beatriz Sayuri Campaner Sakazaki*

**DOI 10.22533/at.ed.87219310120**

**CAPÍTULO 21 ..... 194**

SYNOPTERO: RECONSTRUINDO O MUNDO TRIDIMENSIONAL A PARTIR DO BIDIMENSIONAL

*Lucas Maquedano da Silva*  
*Marcos Cesar Danhoni Neves*  
*Fernanda Tiemi Karia*  
*Gabriel Francischini de Oliveira*  
*Leandro Moraes Azevedo*

**DOI 10.22533/at.ed.87219310121**

**CAPÍTULO 22 ..... 202**

TENDÊNCIAS CLIMATOLÓGICAS DA EVAPOTRANSPIRAÇÃO DE REFERÊNCIA NA REGIÃO SUL DE MINAS GERAIS, BRASIL

*Lucas Rosa de Almeida*  
*Marcelo Vieira-Filho*  
*Sílvia Yanagi*  
*Marcelo Ribeiro Viola*

**DOI 10.22533/at.ed.87219310122**

**CAPÍTULO 23 ..... 217**

TEORIA NA PRÁTICA: SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL DAS PRINCIPAIS PARTIDAS DA MÁQUINA DE INDUÇÃO

*Murilo Miceno Frigo*  
*Paulo Irineu Koltermann*

**DOI 10.22533/at.ed.87219310123**

**CAPÍTULO 24 ..... 229**

UM ALGORITMO ITERATED LOCAL SEARCH PARA O STABLE MATCHING PROBLEM APLICADO AO PROBLEMA DE ALOCAÇÃO DE ALUNOS NAS ESCOLAS DA REDE PÚBLICA DE ENSINO

*Robson Vieira de Oliveira*  
*Matheus Correia Teixeira*  
*Marco Antonio Bonelli Junior*

**DOI 10.22533/at.ed.87219310124**



**CAPÍTULO 25 ..... 242**

USO DE IMAGENS SENTINEL - 2A E O ALGORITMO SVM PARA MONITORAR AS APP DE NASCENTES E CURSOS D'AGUA DO RIBEIRÃO MARANHÃO, LAVRAS, MG

*Ester Afonso*  
*Katyanne Conceição*  
*Beatriz Campos*  
*Franklin Inácio*  
*Margarete Volpato*  
*Helena Alves*

**DOI 10.22533/at.ed.87219310125**

**CAPÍTULO 26 ..... 249**

UTILIZAÇÃO DA EVOLUÇÃO DIFERENCIAL EM PROBLEMAS INVERSOS PARA A IDENTIFICAÇÃO DE PARÂMETROS DE UMA VIGA EULER-BERNOULLI

*Rennan Otavio Kanashiro*  
*Edson Hideki Koroishi*  
*Fabian Andres Lara-Molina*

**DOI 10.22533/at.ed.87219310126**

**CAPÍTULO 27 ..... 258**

UTILIZAÇÃO DA TÉCNICA DE VELOCIMETRIA POR IMAGENS DE PARTÍCULAS (PIV) PARA O ESTUDO DO MÓDULO DE ELASTICIDADE DE PAINÉIS DE MADEIRA COMPENSADA

*Eduardo Hélio de Novais Miranda*  
*Rodrigo Allan Pereira*  
*Francisco Carlos Gomes*  
*Roberto Alves Braga Junior*  
*Fernando Pujaico Rivera*  
*Lucas Henrique Pedrozo Abreu*

**DOI 10.22533/at.ed.87219310127**

**CAPÍTULO 28 ..... 264**

UTILIZAÇÃO DO SENSOR PT100 NO ARDUINO PARA CAPTAÇÃO DA TMR

*Mariana Espíndola Vieira*  
*Helena Dufau*  
*Christian Muller*  
*Anderson Ferrugem*  
*Antonio Silva*  
*Rafael Soares*

**DOI 10.22533/at.ed.87219310128**

**CAPÍTULO 29 ..... 269**

DINÂMICA DE ESCOAMENTOS PARTICULADOS EM DUTOS VERTICAIS

*Diego Nei Venturi*  
*Francisco José De Souza*

**DOI 10.22533/at.ed.87219310129**

**SOBRE O ORGANIZADOR ..... 280**

## GEOLOGIA DA SERRA DO CARAÇA: PERFIS REAIS

### **Carolina Cristiano Barbosa**

Centro Universitário de Belo Horizonte, Faculdade  
de Geologia  
Belo Horizonte – Minas Gerais

### **Ariadne Duarte Libutti Nuñez**

Centro Universitário de Belo Horizonte, Faculdade  
de Geologia  
Belo Horizonte – Minas Gerais

### **Adriane Abreu Cadar**

Centro Universitário de Belo Horizonte, Faculdade  
de Geologia  
Belo Horizonte – Minas Gerais

### **Alexandre Motta Tunes**

Centro Universitário de Belo Horizonte, Faculdade  
de Geologia  
Belo Horizonte – Minas Gerais

### **Bárbara Alves Oliveira**

Centro Universitário de Belo Horizonte, Faculdade  
de Geologia  
Belo Horizonte – Minas Gerais

### **Ulisses Cyrino Penha**

Centro Universitário de Belo Horizonte, Faculdade  
de Geologia  
Belo Horizonte – Minas Gerais

**RESUMO:** A região da Serra do Caraça, situada na borda oriental do Quadrilátero Ferrífero, porção sul do Cráton São Francisco, apresenta grande importância metalogenética por estar inserida entre depósitos paleoproterozoicos de ferro do tipo BIF – Lago Superior (Supergrupo

Minas) e depósitos auríferos neoarqueanos hospedados em *metaBIFs* e em metapelitos hidrotermalizados do Supergrupo Rio das Velhas. Sua grande variedade de rochas e estruturas sedimentares, metamórficas e ígneas motivaram a realização de perfis reais. O presente trabalho expõe o levantamento de cinco perfis de semidetalhe e extensões quilométricas a subquilométricas. O método utilizado iniciou-se com a seleção dos perfis, baseada na análise e interpretação de imagens de sensores remotos e mapas geológicos pré-existentes. Seguiram-se trabalhos de campo com caminhamentos, observação, coleta de dados e amostras, finalizando com sua interpretação e elaboração de um relatório final. Os perfis seccionaram: a porção vulcânica basal máfico-ultramáfica e a sequência clasto-química intermediária do Grupo Quebra Osso (do Supergrupo Rio das Velhas, Neoarqueano); a sequência metapsamítica paleoproterozoica do Grupo Caraça; diques máficos de idade indeterminada; e sedimentos quaternários da bacia do córrego Caraça. Os resultados levantados mais relevantes foram à identificação: de estruturas diagnósticas de vulcanismo komatiítico (*spinifex* e *pillow lavas*); de um flanco de dobra invertida em quartzitos do Grupo Caraça; e um hiato geológico superior a 2.6 Ga.

**PALAVRAS-CHAVE:** Perfis Reais, Serra do

**ABSTRACT:** The region of Serra do Caraça, located on the eastern border (edge) of the Quadrilátero Ferrífero-MG, which covers the southern portion of the São Francisco Craton, it presents an important metallogenic area that are inserted between Paleoproterozoic deposits of Iron BIF type – Superior Lake (Minas Supergroup), Neoproterozoic gold deposits hosted in BIF and hydrothermal metapelites of the Rio das Velhas Supergroup. The amplitude and wide range of rocks and sedimentary structures, metamorphic and igneous motivated the actual profiles. This article presents a survey of five profiles of semi detail as also kilometer or subkilometers extensions. The methodology began with the selection of the profiles, based on the analysis and interpretation of images from remote sensors and pre-existing geological maps. Followed by field work which involves observation, walk through the area, data collection and samples ending with the interpretation and preparation of a final report. Therefore the profiles select: the basal volcanic mafic-ultramafic portion and the intermediate clastochemical portion of Quebra Osso Group (Rio das Velhas Supergroup, Neoproterozoic age); the Paleoproterozoic metapsamitic sequence that belongs at Caraça Group; mafic dykes of a unknown age and quaternary sediments of Caraça stream basin. The results raise more relevant were to identify such as diagnostic structures, like komatiitic volcanism structures (spinfex and pillow lavas), an inverted flank of fold in quartzites of the Caraça Group and a geological gap superior to 2.6 Ga.

**KEYWORDS:** Real Profiles, Serra do Caraça, Quadrilátero Ferrífero

## 1 | INTRODUÇÃO

Os perfis geológicos são importantes pois são considerados ferramentas valiosas de observação que fornecem dados para pesquisa com relação a todos os processos pelos quais o conteúdo rochoso foi submetido. A construção de tais perfis e sua interpretação requerem conhecimento prévio sobre a área estudada, e também servem de base para a interpretação destes processos. Dessa maneira, a sua construção baseia-se em mapas geológicos e cartas topográficas e assim, os perfis podem ser validados através da constatação em campo de sua veracidade.

Segundo McKlay (1987) a identificação e descrição das estruturas, juntamente com a compreensão do ambiente geológico, incluem-se litologias, processos genéticos, metamórficos e deformacionais, são de extrema relevância para a interpretação da geometria das estruturas durante o mapeamento da região.

A área de pesquisa está inserida na região da Serra do Caraça, borda oriental do Quadrilátero Ferrífero (QF), representado pelo Supergrupo Rio das Velhas, que corresponde a uma sequência metavulcanossedimentar neoproterozoica, sobreposta estratigraficamente pelo Supergrupo Minas, sequência paleoproterozoica formada essencialmente por rochas sedimentares clásticas e químicas (DORR, 1969).

O objetivo principal deste trabalho é fornecer, através de perfis reais e fotos, informações sobre as litologias aflorantes na região, bem como sobre as feições resultantes de eventos deformacionais. O produto deste trabalho consiste em 4 perfis geológicos, que abordam unidades importantes dentro do contexto regional do QF, na área da Serra do Caraça.

## 2 | MATERIAIS E MÉTODOS

Realizou-se um levantamento bibliográfico sobre a geologia regional e local. Posteriormente, os locais mais representativos para a realização dos perfis foram escolhidos e para tanto foram utilizados mapas geológicos locais e mapas topográficos com escala de 1:25000 e 1:50000, aliados às ferramentas *Google Maps* e *Earth*, a fim de se obter informações das condições de acesso. Após a definição destes locais, o trabalho de campo possibilitou a coleta de dados que foram transformados no presente trabalho.

O material utilizado em campo segue as orientações de Lisle (2012), que sugere os seguintes itens: bússola geológica *Brunton*, martelo geológico, mapas geológicos (1:50000 das folhas de Catas Altas, Gandarela e Santa Bárbara), fotos aéreas, caderneta para anotações, aparelho portátil de GPS, prancheta, papel milimetrado e sacos para coleta de amostras.

Na descrição dos afloramentos, várias observações foram levantadas como: litologias, contatos geológicos, falhas, dobras, cisalhamentos, foliações e estruturas sedimentares e vulcânicas, medidas estruturais, ocorrência de mineralizações e minerais índices.

GEOLOGIA REGIONAL - ÁREA ESTUDADA

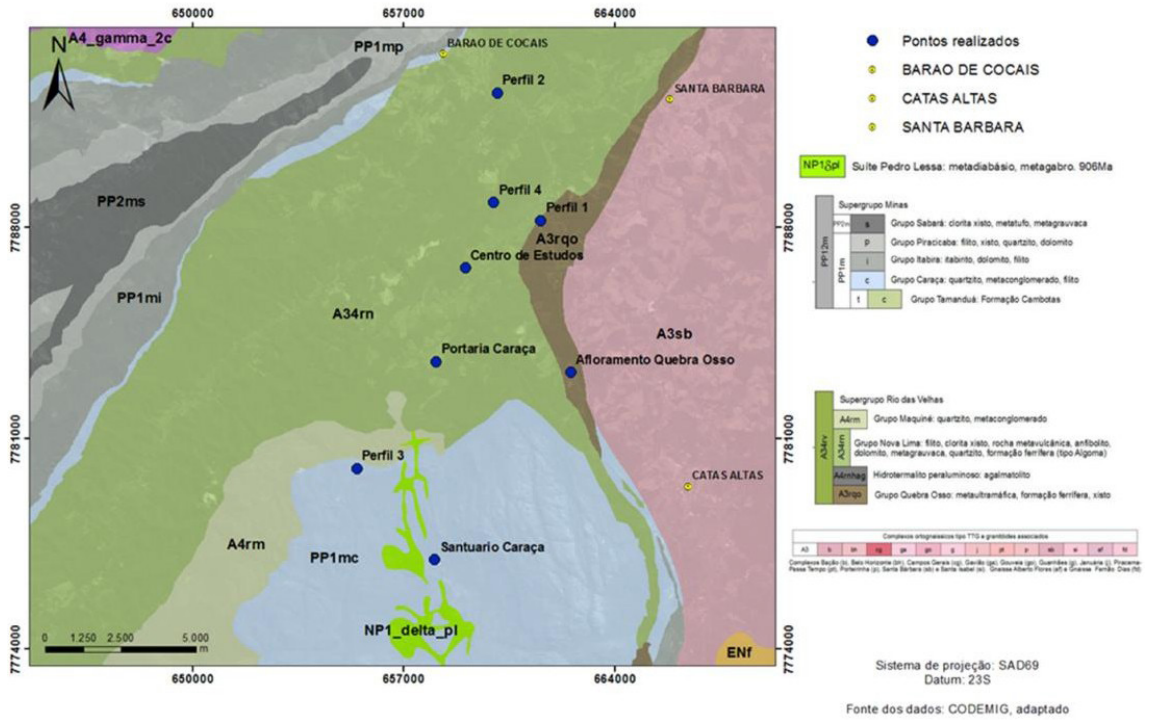


Figura 1: Mapa Geológico da área estudada evidenciando os pontos amostrais escolhidos.

Fonte: Shapefiles CODEMIG 2014, adaptado.

As amostras coletadas, Figura 1, foram identificadas em sacos e registradas fotograficamente. Além disso, foram feitos croquis com o objetivo de correlacionar e sintetizar as litologias e estruturas. No laboratório e escritório seguiram-se a análise, integração, interpretação dos dados e confecção de um relatório foi elaborado. Somente após estas etapas puderam ser desenvolvidos os perfis.

### 3 I GEOLOGIA DA ÁREA

A evolução do Quadrilátero Ferrífero está relacionada com uma tectônica policíclica, em que estudos realizados por Alkmim e Marshak (1998) e Baltazar e Zucchetti (2000) indicam três eventos deformacionais de grande amplitude caracterizados como: Evento Rio das Velhas; Evento Transamazônico e Evento Brasileiro, evidenciados nas seqüências arqueanas e/ou nas coberturas proterozoicas da região.

Segundo Lima (2009), o Supergrupo Rio das Velhas representa uma típica seqüência *greenstone belt*, composta por rochas de natureza metavulcanossedimentar e que abriga em suas formações as principais jazidas de ouro de Minas Gerais. É subdividido em três grupos em função da natureza predominante de suas rochas, que são da base para o topo: Grupo Quebra-Ossos (GQO), composto por rochas metavulcânicas máficas a ultramáficas; Grupo Nova Lima (GNL), representado por

rochas metavulcânicas, metassedimentares de origens química e clástica no topo; e finalmente o Grupo Maquiné (GM), composto pelas metassedimentares essencialmente siliciclásticas.

As rochas encontradas no GQO apresentam feições predominantemente de metamorfismo dinamothermal regional, ocorrendo principalmente em zonas de falhas menores, onde encontram-se rochas com alterações metassomáticas (SANTOS e SCHORSCHER, 2010). Tendo sido identificados veios de serpentina, talco, quartzo e sulfetos. Schorscher (1979) chegou à conclusão de que essas rochas foram geradas em um contexto paleoambiental do tipo assoalho oceânico de águas profundas, dada a ausência de vesículas/amídalas.

O GNL se subdivide em três unidades: a Unidade Basal se caracteriza pela predominância de rochas metavulcânicas básicas a ultrabásicas, com intercalações menos expressivas de xistos carbonosos, micaxistos quartzosos, clorita xistos quartzosos e metachertes. A Unidade Média é regida pelo regime deposicional químico e é composta por filito carbonoso ou carbonático, com intercalações de *metaBIFs* e metachertes. A Unidade Superior, uma sequência deposicional essencialmente clástica, é composta por metaconglomerados, metagrauvacas, metapelitos, metatufos félsicos, quartzo xistos e quartzitos.

Sobrepondo-se ao Grupo Nova Lima, estão as rochas do Grupo Maquiné. O contato entre estes dois grupos se dá de maneira gradacional e é marcado pela presença de conglomerados (DORR, 1969). É dividido em duas formações, na base a Formação Palmital, constituída por filitos grafitosos com lentes de quartzitos e de conglomerados, e acima a Formação Casa Forte, constituída por quartzitos cloríticos e sericíticos, xistosos a maciços, metaconglomerados e menores quantidades de filitos e xistos cloríticos (GAIR, 1962).

A sequência paleoproterozoica, denominada de Supergrupo Minas (SM), consiste em rochas metassedimentares supracrustais (DORR, 1969), que se sobrepõem às rochas arqueanas, geralmente por falhas de empurrão. Sua unidade basal clástica denominada Grupo Caraça (GC), está sobreposta pela unidade química do Grupo Itabira (GI), com *metaBIFs* do tipo Lago Superior e dolomitos; e finalmente a unidade clástica superior, o Grupo Piracicaba (GP).

O GC, também objeto do presente estudo, foi subdividido em Formação Moeda composta por ortoquartzitos, quartzitos, conglomerados com pirita detrítica e filitos; sobreposta pela Formação Batatal, constituída por filitos, filitos grafitosos, metachertes e itabiritos.

O GI é composto pela Formação Cauê, com itabiritos, itabiritos dolomíticos, filitos, dolomitos e xistos verdes, sobrepostos pela Formação Gandarela, que são dolomitos com brechas intraformacionais, calcários, itabiritos, dolomitos, que são filitos e xistos verdes. O GP é constituído pela Formação Cercadinho e apresenta filitos, sericita quartzitos, quartzitos, filitos ferruginosos, metachertes, conglomerados e dolomitos. (SCHORSCHER, 1992).

A unidade final do SM, Grupo Sabará, contém grauwacas, pelitos e, subordinadamente, conglomerados, filitos carbonosos, metachertes, metatufos, rochas vulcânicas máficas e ácidas (LIMA, 2009). Seu contato com o GP se dá por discordância erosiva e angular (LADEIRA, 1980).

O arcabouço estrutural do Quadrilátero Ferrífero é marcado por feições condicionadas pela tectônica do tipo domos e quilhas (CARNEIRO et al. 1995). Sua evolução teve início há 3,2 Ga quando, através de um regime tectônico compressivo geraram-se domos e complexos granito-gnáissicos do tipo TTG.

Tais complexos serviram de embasamento para o *Greenstone Belt* Rio das Velhas (2,8 – 2,7 Ga). Há aproximadamente 2,7 – 2,6 Ga uma tectônica compressional com caráter direcional transpressiva provocou a Orogenia Rio das Velhas, com deformação e metamorfismo do Supergrupo Rio das Velhas, acompanhado por magmatismo ácido a intermediário (CHEMALE JR et al. 1994).

Entre 2,6 e 2,4 Ga ocorre uma fase de rifteamento inicial com o posterior estabelecimento de uma plataforma continental intracratônica de bacia de margem passiva, com a deposição dos sedimentos que compõem o Supergrupo Minas. Há 2,1 Ga, um evento tectônico de caráter compressivo, a Orogênese Transamazônica, gerou um cinturão de falhas e dobras com vergência geral para NW (ALKMIM e MARSHAK 1998).

O segundo grande evento foi o Ciclo Brasileiro, que segundo Chemale Jr. et al. (1994), foi marcado por uma fase extensional com o rifteamento mesoproterozoico do cráton São Francisco, seguida de uma fase compressional caracterizando a Orogenia do Brasileiro, que desenvolveu um sistema de dobras e falhas com vergência geral para oeste. Esse evento regenerou e deformou estruturas préteritas reativando a borda leste do Quadrilátero Ferrífero no Neoproterozoico (ALKMIM e MARSHAK 1998).

As condições que precederam o retrabalhamento sofrido pela borda leste durante o evento Brasileiro, são marcadas pela ascensão de domos do embasamento, ocorrido após o colapso da cadeia Transamazônica (MARSHAK et al. 1992, ENDO 1997, ALKMIM & MARSHAK 1998).

Por volta de 135 Ma iniciou-se a separação dos continentes africano e sul-americano, marcada pela tectônica mesocenozoica que resultou em intrusões de diques máficos e formação de bacias sedimentares (CHEMALE JR et al. 1994).

## 4 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

Na Figura 2 encontram-se os perfis realizados na região da Serra do Caraça – MG, e a localização de cada ponto visitado está indicada na figura a seguir.

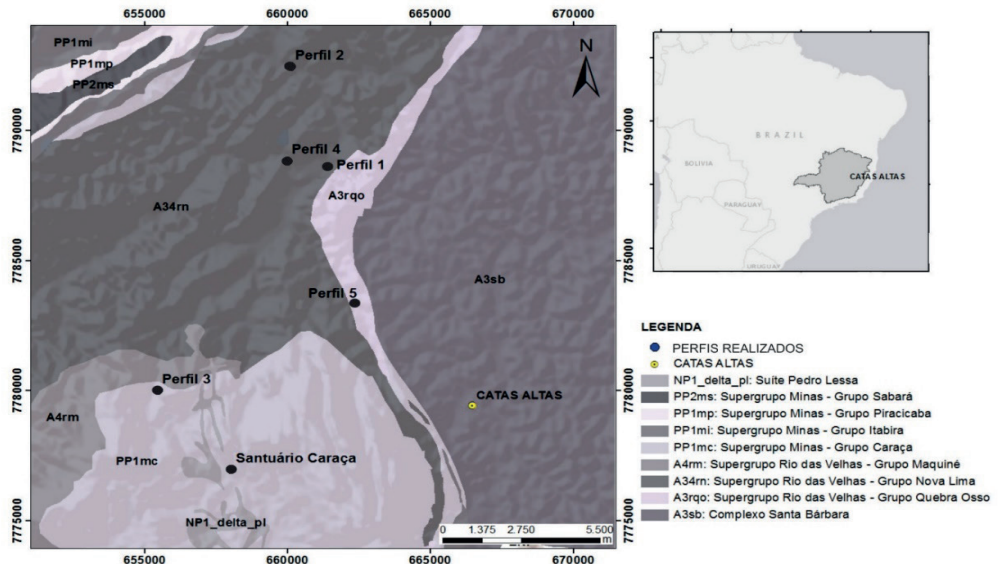


Figura 2: Mapa de localização da área estudada com os perfis plotados. Modificado de Shapefile – CODEMIG, 2014.

O trecho correspondente a Brumal – Sumidouro, referente ao Perfil 1, apresenta contato erosivo inferido (representado pela linha tracejada) indica um hiato deposicional com mais de 2.6, Ga de um paleocascalho fluvial de matriz silto-arenosa, modificado por processos de coluvionamento (1, 2, 3), sobre sericita filitos arqueanos do Grupo Nova Lima (4). Notou-se a diminuição do tamanho dos clastos de 1 a 3, caracterizando uma feição de *coarsing-up*, o que sugere o aumento de energia fluvial rumo ao topo deste paleocanal. A atitude da camada observada em (4) é N40E / 12NW (Figura 3).

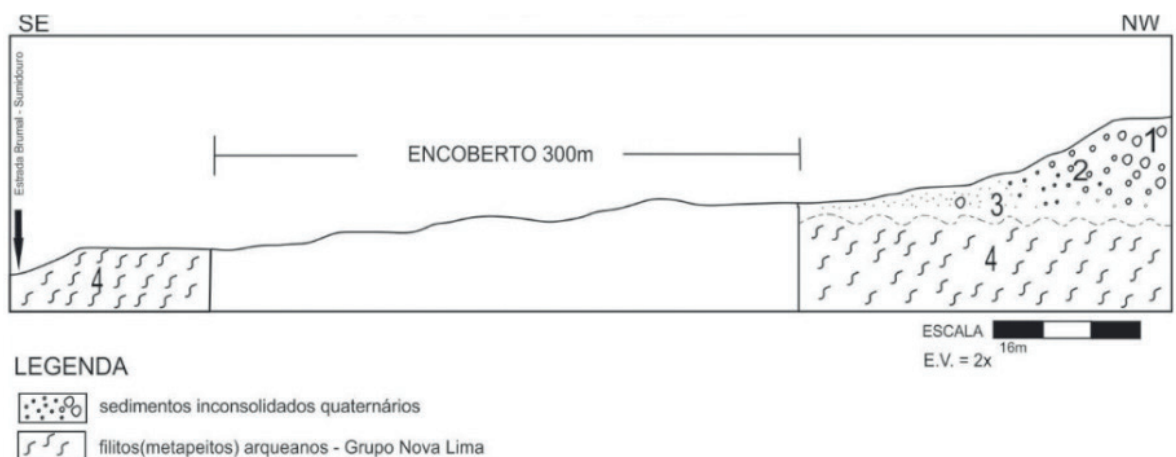


Figura 3: Perfil 1 de coordenadas: 661554/7788230 – 777m. Afloramento localizado na estrada Brumal–Sumidouro.

Na região próxima a Mina Córrego do Sítio II (AngloGold Ashanti), referente ao Perfil 2, é possível notar uma sequência de metapelitos (1, 3, 5, 7 e 13) com veios de quartzo (3), filitos carbonosos(10) e chertes (2), todos pertencentes ao Grupo Nova



Lima, intrudidos por corpos máficos (12, 14) localmente sobrepostos por sedimentos quaternários (8, 9). O contato em (6) indica um hiato deposicional de pelo menos 2.4 Ga. Todas as camadas apresentam atitude média de N45E/50SE, com exceção do paleocanal (8 e 9), que não apresentou orientação dos clastos, neste somente foi observada a feição *coarsening-upward*, indicativa de aumento de energia para o topo (Figura 4).

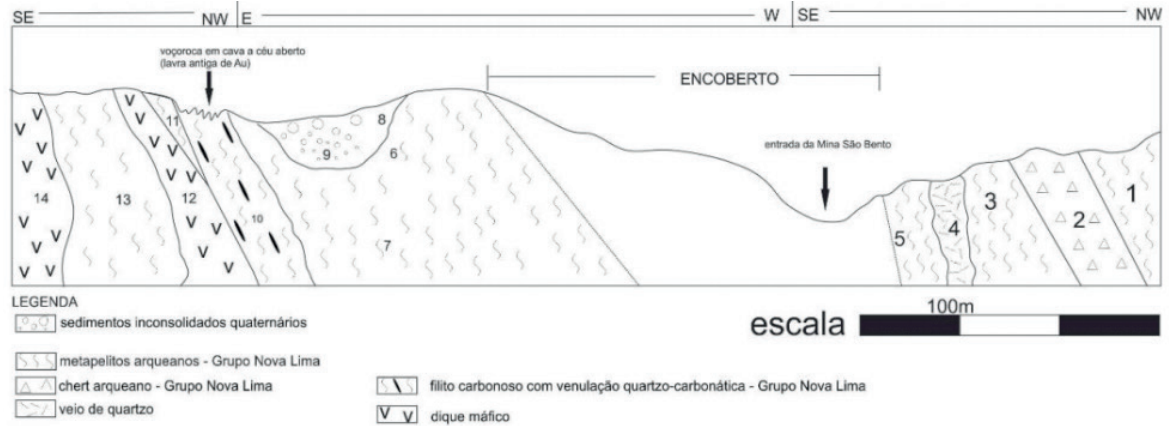


Figura 4: Perfil 2 de coordenadas: Início (1) 660110/7792464, 885m Fim (14) 661031/7791755, 830m. Afloramento na Rodovia, próximo à entrada da Mina Córrego do Sítio II, da AngloGold Ashanti.

Na Serra do Caraça, local aonde foi realizado o Perfil 3, o Grupo Nova Lima, representado pelos metapelitos intemperizados (1), ocorre provavelmente cavalgando (contato encoberto) os quartzitos da Formação Moeda do Grupo Caraça, dos pontos (3) a (6). Devido à posição dos *sets* de estratos cruzados ananallados (tangenciando para o topo) , deduz-se que a camada quartzítica se encontra estratigraficamente invertida por uma dobra (Figura 5 e 6).

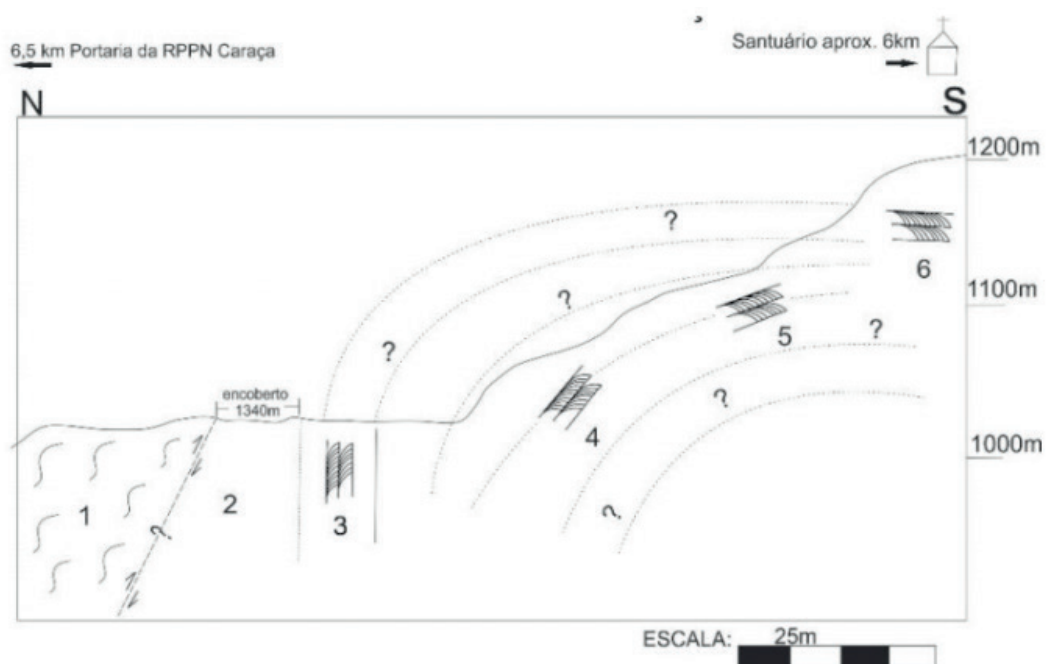


Figura 5: Perfil 3 de coordenadas: início (1)655787/7781238 ,1030m e final (6) 655470/7780000,1150m. Estrada interna de acesso ao Santuário do Caraça.

O Perfil 4, situado próximo à ponte sobre o Rio Conceição, em estrada de terra que leva à Mina Córrego do Sítio I (também de propriedade da AngloGold Ashanti), esquematiza uma zona onde as camadas da formação ferrífera bandada a magnetita neoarqueana (2) encontram-se em contato com metapelitos. O conjunto está dobrado e localmente truncado por veios de quartzo leitoso (1 e 3), estes também deformados (Figura 6).

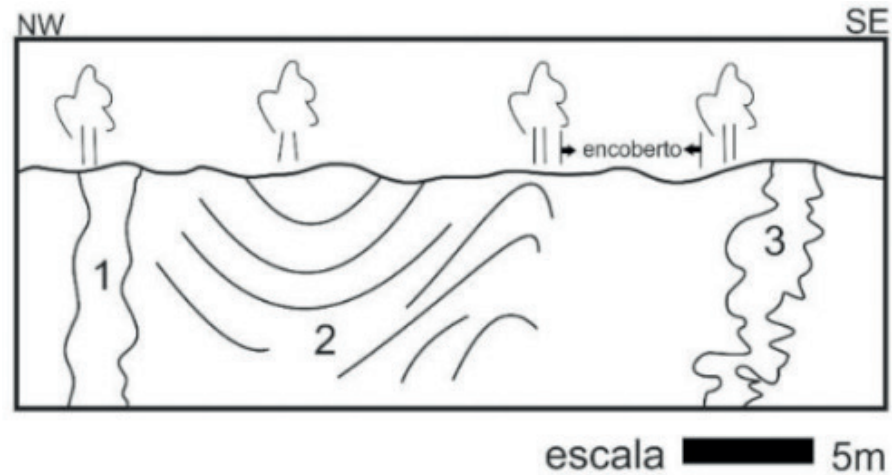


Figura 6: Perfil 4 de coordenadas: 659993/7788831, 918m. Afloramento próximo à ponte do Rio Conceição.

O Perfil 5, referente ao Córrego Quebra-Ossos, mostra um afloramento do Grupo Quebra-Ossos (1), unidade ultramáfica neoarqueana, sobreposta por sedimentos quaternários (4) inconsolidados (contato indicado pela linha tracejada). Foram observadas texturas ígneas *spinifex* (2), diagnóstica de lavas komatiíticas e resultante do arranjo de olivinas e piroxênios em processo de resfriamento rápido; e *pillow lavas* (3), feição típica de magmatismo subaquoso marinho (Figura 7). A deformação tectônica observada, de caráter dúctil, não se deu em intensidade suficiente para obliterar as feições acima descritas.

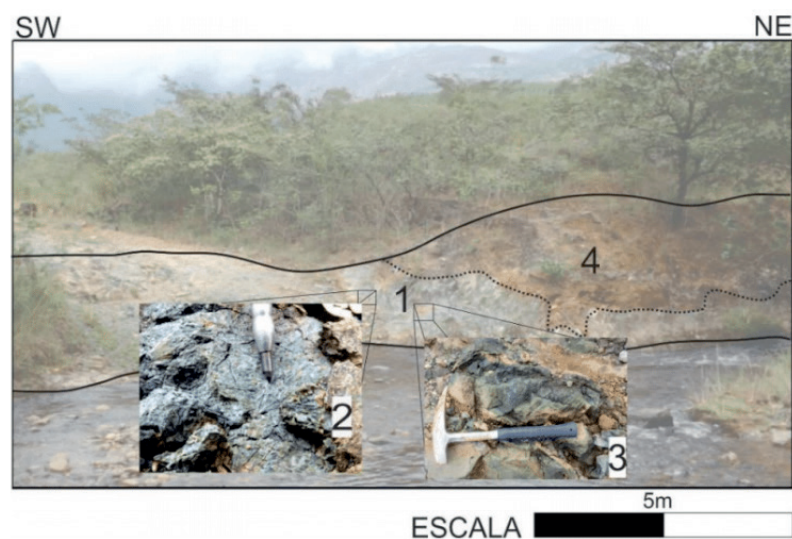


Figura 7: Perfil 5. Seção esquemática da margem esquerda do Córrego Quebra-Ossos, nas imediações da Pedreira Um (da empresa Valemix).

## 5 | CONCLUSÃO

Os locais visitados são didáticos para a realização de perfis geológicos em escalas de detalhe e semidetalhe em função (1) de abrangerem unidades litoestratigráficas desde o Neoarqueano ao Quaternário, (2) de permitirem o reconhecimento de feições estruturais que podem ser associadas aos ciclos tectônicos descritos na literatura para o Quadrilátero Ferrífero, (3) de possibilitarem estudos em rochas metavulcânicas e metassedimentares que, embora metamorfozadas e tectonizadas, localmente preservam estruturas primárias (*pillow lavas*, *spinifex*, estratos cruzados acanalados), e (4) de viabilizarem a identificação de hiatus deposicionais entre unidades neoarqueanas, paleoproterozoicas e quaternárias.

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos a todas as pessoas que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho.

## REFERÊNCIAS

- ALKMIM, F.F.; MARSHAK, S. 1998. **The Transamazonian orogeny in the Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais, Brazil: Paleoproterozoic collision and collapse in the Southern São Francisco Craton region.** UFOP. Precambrian Research 90, 29–58.
- BALTAZAR, O.F.; ZUCCHETTI, M. 2007. **Lithofacies associations and structural evolution of the Archean Rio das Velhas greenstone belt, Quadrilátero Ferrífero, Brazil: A review of the setting of gold deposits.** Ore Geology Reviews 32 (2007) 471–499.
- BALTAZAR, O.F.; ZUCCHETTI, M. 2000. **Rio das Velhas greenstone belt structural evolution, Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais, Brazil.** 31th International Geological Congress. Rio de Janeiro, Brazil, CD-ROM.
- CAMPOS, M. I. B. 2006. **Caracterização da deformação frágil e sua relação com os processos de voçorocamento na porção sudeste do Complexo Metamórfico Bação – Quadrilátero Ferrífero – Minas Gerais.** 157 f. Dissertação (Mestrado em Evolução Crustal e Recursos Naturais) - Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2006.
- CARNEIRO, M.A.; NOCE, C. M; TEIXEIRA, W. 1995. **Evolução policíclica do Quadrilátero Ferrífero: uma análise fundamentada no conhecimento atual da geocronologia U-Pb e geoquímica isotópica Sm-Nd.** Revista da Escola de Minas, 48 (4): 264-273.
- Chemale Jr.,F; Rosière, C.A.;Endo, I.1994. **The tectonic evolution of the Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais, Brazil.** Precambrian Research 65: 22 – 54
- CODEMIG 2014. Portal da Geologia. Disponível em: <http://www.portalgeologia.com.br/>
- DORR II, J.V.N. 1969. **Physiographic, stratigraphic and structural development of Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais, Brazil.** USGS. Prof. Paper, 641-A, 110 pp, Washington.
- GAIR, J.E. 1962. **Geology and ore deposits of the Nova Lima and Rio Acima Quadrangles, Minas**

**Gerais, Brazil.** Geological Survey Professional Paper, v. 341- A, p. 65.

LADEIRA, E.A. 1980. **Metallogenesis of Gold at the Morro Velho Mine, and in Nova Lima District, Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais, Brazil.** London: University of Western Ontario,. 272p. (PhD Thesis).

LIMA, L.C. 2009. **Depósito Lode Au-As-Sb Laranjeiras em Metaturbitos do Grupo Nova Lima, Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais, Brasil.** Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Minas Gerais.

LISLE, R.J.; BRABHAM, P; BARNES, J. 2012. **Mapeamento Geológico Básico: Guia Geológico de Campo.** 5<sup>ed</sup>. São Paulo: Bookman Editora-.

MCKLAY, K.R. 1987. **The mapping of geological structures.** Department of Geology Royal Holloway and Bedford New College University of London, Geological Society of London Handbook.

NOCE, C.M. 1995. **Geocronologia dos eventos magmáticos, sedimentares e metamórficos na região do Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais.** São Paulo, 128 p. Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo.

SANTOS,C.A. ; SCHORSCHER, J. H. D. 2010 . **Alterações Black Wall nos Komatiitos do Grupo Quebra Osso, Supergrupo Rio das Velhas, MG, Brasil..** In: 45 Congresso Brasileiro de Geologia, 2010, Belém. Anais do 45 Congresso Brasileiro de Geologia.

SCHORSCHER, H. D.1978 **Komatiitos na estrutura “Greenstone Belt” Série Rio das Velhas, Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais, Brasil.** In: Congr. Bras. Geol., 30. Anais... Recife: SBG, v. 1, p. 292-293

SCHORSCHER, H.D.1979. **Evolução geotectônica e petrogenética do embasamento Arqueano do Quadrilátero Ferrífero.** AI/. Acad. Bras. Ciências, Rio de Janeiro, 51 (4) 766-768.

ZUCCHETTI, M. 1998. **Geoquímica dos metabasaltos do Grupo Nova Lima, Greenstone Belt Rio das Velhas, Quadrilátero Ferrífero, MG.** 1998. 98 p. Dissertação (Mestrado em Geociências) - Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

Agência Brasileira do ISBN  
ISBN 978-85-7247-087-2

