

RESSALVA

Atendendo solicitação da autora,
o texto completo desta dissertação
será disponibilizado somente a partir
de 30/04/2025.

Dissertação de Mestrado

Magnetoestratigrafia da Bacia Bauru (Cretáceo) nos estados de São Paulo e Paraná

Malena Sandim Bispo

Orientador: Prof. Dr. Giancarlo Scardia

Coorientador: Prof. Dr. Alessandro Batezelli

Rio Claro (SP)

2023

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
Instituto de Geociências e Ciências Exatas
Campus Rio Claro

Programa de Pós-Graduação em Geociências e Meio Ambiente

MALENA SANDIM BISPO

MAGNETOESTRATIGRAFIA DA BACIA BAURU (CRETÁCEO) NOS ESTADOS DE SÃO PAULO E PARANÁ

Dissertação de Mestrado apresentada ao Instituto de Geociências e Ciências Exatas do Câmpus de Rio Claro, da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Geociências e Meio Ambiente.

Orientador: Giancarlo Scardia

Coorientador: Alessandro Batezelli

Rio Claro – SP

2023

B622m Bispo, Malena Sandim
 Magnetoestratigrafia da Bacia Bauru (Cretáceo) nos estados
 de São Paulo e Paraná / Malena Sandim Bispo. -- Rio Claro,
 2023
 93 p. : tabs., fotos, mapas

 Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista
 (Unesp), Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Rio Claro
 Orientador: Giancarlo Scardia
 Coorientador: Alessandro Batezelli

 1. Paleomagnetismo. 2. Estratigrafia. 3. Bacia Bauru. 4.
 Cronoestratigrafia. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca do
Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Rio Claro. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
Instituto de Geociências e Ciências Exatas
Campus Rio Claro

MALENA SANDIM BISPO

MAGNETOESTRATIGRAFIA DA BACIA BAURU (CRETÁCEO) NOS ESTADOS DE SÃO PAULO E PARANÁ

Dissertação de Mestrado apresentada ao Instituto de Geociências e Ciências Exatas do Câmpus de Rio Claro, da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Geociências e Meio Ambiente.

Comissão Examinadora

Prof. Dr. Giancarlo Scardia (orientador)

IGCE / UNESP/Rio Claro (SP)

Prof. Dr. Gelvam André Hartmann

IG / UNICAMP/Campinas (SP)

Profa. Dra. Leidy Alexandra Delgado Blanco

Instituto Colombiano del Petróleo / Piedecuesta – Colômbia

Conceito: Aprovada.

Rio Claro/SP, 30 de abril de 2023

AGRADECIMENTOS

A autora agradece o apoio financeiro do Programa de Recursos Humanos da Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis – PRH-ANP, suportado com recursos provenientes do investimento de empresas petrolíferas qualificadas na Cláusula de P, D&I da Resolução ANP nº 50/2015.

RESUMO

A magnetoestratigrafia é uma importante ferramenta de correlação estratigráfica e datação por se basear nas alternâncias de polaridade do campo geomagnético que ocorreram globalmente ao longo do tempo geológico. A investigação apresentada nessa dissertação busca refinar a cronoestratigrafia da Bacia Bauru, uma bacia presente na porção sudeste do Brasil e com idade estimada do Cretáceo Superior. Análises paleomagnéticas realizadas através de desmagnetização térmica e por aplicação de campos magnéticos alternados foram conduzidas em 135 amostras de 21 sítios das formações Rio Paraná (Grupo Caiuá), Santo Anastácio (Grupo Caiuá), Araçatuba (Grupo Bauru), Adamantina (Grupo Bauru) e Marília (Grupo Bauru). Também foram realizados estudos da mineralogia magnética que identificaram magnetita e hematita como principais portadores magnéticos nos sedimentos amostrados.

A integração entre a magnetoestratigrafia determinada e os dados já existentes da paleontologia e geocronologia indicam idades do Campaniano Superior (entre 79,8 e 71.4 Ma) para todo o Grupo Bauru na área estudada, sendo documentados os chrons C33n e C32.

Palavras chave: Paleomagnetismo, Estratigrafia, Bacia Bauru, Cronoestratigrafia.

ABSTRACT

Magnetostratigraphy is an important tool for stratigraphic correlation and dating as it is based on polarity alternations of the geomagnetic field that occurred globally over geological time. The investigation presented in this dissertation seeks to refine the chronostratigraphy of the Bauru Basin, a basin that is present in the southeastern portion of Brazil and with an estimated age of the Upper Cretaceous. Paleomagnetic analyzes carried out through thermal demagnetization and by application of alternating magnetic fields were conducted on 135 samples from 21 sites of the Rio Paraná (Caiuá Group), Santo Anastácio (Caiuá Group), Araçatuba (Bauru Group), Adamantina (Bauru Group) and Marília (Bauru Group). Magnetic mineralogy studies were also carried out, which identified magnetite and hematite as the main magnetic phases in the sampled sediments.

The integration between the determined magnetostratigraphy and existing data from paleontology and geochronology indicate Upper Campanian ages (between 79.8 and 71.4 Ma) for the entire Bauru Group in the studied area, within the range of the chrons C33n and C32.

Keywords: Paleomagnetism, Stratigraphy, Bauru Basin, Chronostratigraphy.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Mapa com a localização e dispersão dos pontos visitados no oeste do estado de São Paulo e noroeste do estado do Paraná. 2

Figura 2: Representação esquemática do campo geomagnético de um dipolo axial geocêntrico. Durante a polaridade normal, a inclinação é positiva (apontando para baixo) no hemisfério norte e negativa (apontando para cima) no hemisfério sul. Por outro lado, durante a polaridade inversa, a inclinação é negativa no hemisfério norte e positiva no hemisfério sul (Modificado de Langereis *et al.*, 2010). 6

Figura 3. (a) Magnetização, J , versus campo magnetizante, H , para uma substância diamagnética. A suscetibilidade magnética, c , é uma constante negativa. (b) J versus H para uma substância paramagnética. A suscetibilidade magnética, c , é uma constante positiva. (c) J versus H para uma substância ferromagnética. O caminho da magnetização exibe histerese (é irreversível), e a suscetibilidade magnética, c , não é uma constante simples (Butler, 1996). 8

Figura 4. Curva de histerese (indução magnética, B , versus campo aplicado). 12

Figura 5. Exemplos de curvas de histerese para diferentes tipos de minerais: (a) diamagnéticos; (b) paramagnéticos; (c) superparamagnéticos (vidro basáltico submarino); (d) uniaxiais, domínio único; (e) magnetocristalinos, domínio único; (f) pseudodomínio único. Exemplos de curvas de histerese para misturas de vários minerais: (g) magnetita e hematita; (h) magnetita domínio único e magnetita superparamagnética; (i) magnetita domínio único e magnetita superparamagnética. Grãos multidomínio apresentam baixos campos coercitivos e grãos domínio único e pseudodomínio único possuem altos campos coercitivos (Tauxe, 2005). 13

Figura 6. Evolução da escala de tempo de polaridade geomagnética Plioceno-Pleistoceno entre 1963 e 1979. Nesta e em todas as colunas de polaridade ou escalas de tempo subsequentes, intervalos pretos indicam polaridade normal e intervalos brancos indicam polaridade invertida; as referências são dadas à direita de cada escala de tempo; a nomenclatura “evento” e “época” aplicada a esta parte da escala de tempo é dada na parte inferior (McDougall, 1979 apud Butler, 1998). 18

Figura 7. Mapa com localização das seções (traço branco) em relação aos pontos visitados de afloramento (BAU 1-17 e CAIU 7). Branco = Fm. Marília; Azul = Fm. Adamantina; Vermelho = Fm. Araçatuba e Fm. Santo Anastácio. 22

Figura 8. Técnica de amostragem com broca refrigerada a água: a) amostra sendo perfurada, b) tubo com fenda não magnética (material de bronze) com uma

plataforma ajustável ao redor da amostra para medição. Gira-se a ranhura para o topo da amostra para observação do azimute e o mergulho da direção de perfuração (no afloramento) com bússola magnética (Brunton) e inclinômetro. Marca-se, então, a amostra através do slot com um fio de material não magnético. c) Extração da amostra. d) Desenha-se uma seta permanente na lateral da amostra na direção da perfuração e rotulação da amostra em uma caderneta com a devida orientação da seta (Tauxe, 2005).

.....23

Figura 9. Técnica de amostragem manual para sedimentos friáveis: a) cavar até o material fresco, b) raspar uma superfície plana, c) marcar o azimute e mergulho na amostra, d) extrair a amostra e rotulá-la (Tauxe, 2005).24

Figura 10. Tipos de formas de amostra possíveis e convenções de orientação: a) Um cilindro de um núcleo perfurado por broca, apelidada de “paçoquinha”; e b) Um cubo de sedimento lixado de uma amostra manual (Tauxe, 2005).24

Figura 11. Magnetômetro spinner portátil para medições de AF. A amostra é inserida na abertura do copo na parte superior. Ele gira, gerando uma força eletromagnética que é detectada com um fluxo circular (AGICO, 2022).26

Figura 12. Magnetômetro criogênico. A amostra é inserida na abertura das blindagens. Existem três eixos SQUIDS que detectam o momento magnético que é lido nas três caixas eletrônicas (USPMag, 2022).27

Figura 13. Evolução regional ilustrada da Bacia Bauru (Modificado de Fernandes & Ribeiro, 2015).30

Figura 14. Mapa geológico da Bacia Bauru (Batezelli, 2017).35

Figura 15. Carta cronoestratigráfica da sequência cretácea no sul do Brasil (Batezelli, 2017).36

Figura 16. Seção estratigráfica 1 com as localizações dos afloramentos do Grupo Bauru no oeste do estado de São Paulo. Os contatos em subsuperfície foram inferidos.46

Figura 17. Seção estratigráfica 2 com as localizações dos afloramentos do Grupo Bauru no oeste do estado de São Paulo. Os contatos em subsuperfície foram inferidos.46

Figura 18. Seção estratigráfica 3 com as localizações dos afloramentos do Grupo Bauru no oeste do estado de São Paulo. Os contatos em subsuperfície foram inferidos.47

Figura 19. Seção estratigráfica 4 com as localizações dos afloramentos do Grupo Bauru no oeste do estado de São Paulo. Os contatos em subsuperfície foram inferidos.47

Figura 20. Histograma com os valores de susceptibilidade magnética das amostras da Fm. Adamantina.51

Figura 21. Histograma com os valores de susceptibilidade magnética das amostras da Fm. Araçatuba.51

Figura 22. Histograma com os valores de susceptibilidade magnética das amostras da Fm. Marília.52

Figura 23. Produtos das análises paleomagnéticas através de desmagnetização térmica plotados com correção no diagrama de Zijderveld (esquerda), estereograma (centro) e momento magnético através das etapas (direita). Estas amostras são representativas dos resultados obtidos para a Fm. Marília no estado de São Paulo.53

Figura 24. Produtos das análises paleomagnéticas através de desmagnetização térmica plotados com correção no diagrama de Zijderveld (esquerda), estereograma (centro) e momento magnético através das etapas (direita). Esta amostra foi obtida para a Fm. Marília no estado de São Paulo.53

Figura 25. Produtos das análises paleomagnéticas através de desmagnetização térmica plotados com correção no diagrama de Zijderveld (esquerda), estereograma (centro) e momento magnético através das etapas (direita). Esta amostra foi obtida para a Fm. Marília no estado de São Paulo.54

Figura 26. Produtos das análises paleomagnéticas através de desmagnetização térmica plotados com correção no diagrama de Zijderveld (esquerda), estereograma (centro) e momento magnético através das etapas (direita). Estas amostras são representativas dos resultados obtidos para a Fm. Adamantina no estado de São Paulo.54

Figura 27. Produtos das análises paleomagnéticas através de desmagnetização térmica plotados com correção no diagrama de Zijderveld (esquerda), estereograma (centro) e momento magnético através das etapas (direita). Esta amostra foi obtida para a Fm. Adamantina no estado de São Paulo.55

Figura 28. Produtos das análises paleomagnéticas através de desmagnetização térmica plotados com correção no diagrama de Zijderveld (esquerda), estereograma (centro) e momento magnético através das etapas (direita). Esta amostra foi obtida para a Fm. Adamantina no estado de São Paulo.55

Figura 29. Produtos das análises paleomagnéticas através de desmagnetização térmica (BAU-14B) e aplicação de campos alternados (BAU-8B) plotados com correção no diagrama de Zijderveld (esquerda), estereograma (centro) e momento magnético através das etapas (direita). Estas amostras são representativas dos resultados obtidos para a Fm. Araçatuba no estado de São Paulo.56

Figura 30. Produtos das análises paleomagnéticas através de desmagnetização térmica plotados com correção no diagrama de Zijderveld (esquerda), estereograma (centro) e momento magnético através das etapas (direita). Estas amostras são representativas dos resultados obtidos para a Fm. Araçatuba no estado de São Paulo.56

Figura 31. Produtos das análises paleomagnéticas através de aplicação de campos alternados plotados com correção no diagrama de Zijderveld (esquerda), estereograma (centro) e momento magnético através das etapas (direita). Esta amostra foi obtida para a Fm. Araçatuba no estado de São Paulo.....57

Figura 32. Produtos das análises paleomagnéticas através de aplicação de campos alternados plotados com correção no diagrama de Zijderveld (esquerda), estereograma (centro) e momento magnético através das etapas (direita). Esta amostra foi obtida para a Fm. Araçatuba no estado de São Paulo.....57

Figura 33. Produtos das análises paleomagnéticas através de aplicação de campos alternados plotados com correção no diagrama de Zijderveld (esquerda), estereograma (centro) e momento magnético através das etapas (direita). Esta amostra foi obtida para a Fm. Araçatuba no estado de São Paulo.....58

Figura 34. Produtos das análises paleomagnéticas através de aplicação de campos alternados plotados com correção no diagrama de Zijderveld (esquerda), estereograma (centro) e momento magnético através das etapas (direita). Esta amostra foi obtida para a Fm. Araçatuba no estado de São Paulo.....58

Figura 35. Produtos das análises paleomagnéticas através de desmagnetização térmica plotados com correção no diagrama de Zijderveld (esquerda), estereograma (centro) e momento magnético através das etapas (direita). Estas amostras são representativas dos resultados obtidos para a Fm. Santo Anastácio (Grupo Caiuá) no estado do Paraná.....59

Figura 36. Produtos das análises paleomagnéticas através de desmagnetização térmica plotados com correção no diagrama de Zijderveld (esquerda), estereograma (centro) e momento magnético através das etapas (direita). Estas

amostras são representativas dos resultados obtidos para a Fm. Santo Anastácio (Grupo Caiuá) no estado do Paraná. Na amostra CAIU-2A e seu vetor secundário das primeiras etapas e vetor primário subsequente, onde no estereograma pode-se observar o círculo de remagnetização.....59

Figura 37. Produtos das análises paleomagnéticas através de desmagnetização térmica plotados com correção no diagrama de Zijderveld (esquerda), estereograma (centro) e momento magnético através das etapas (direita). Estas amostras são representativas dos resultados obtidos para a Fm. Santo Anastácio (Grupo Caiuá) no estado do Paraná.....60

Figura 38. Produtos das análises paleomagnéticas através de desmagnetização térmica plotados com correção no diagrama de Zijderveld (esquerda), estereograma (centro) e momento magnético através das etapas (direita). Estas amostras são representativas dos resultados obtidos para a Fm. Santo Anastácio (Grupo Caiuá) no estado do Paraná.....60

Figura 39. Estereograma com direções de magnetização e as médias por Fisher de cada sítio com correção de mergulho das camadas e correção geográfica. Círculos vazios e cheios indicam inclinações positivas e negativas, respectivamente.61

Figura 40. Gráfico de aquisição linear (LAP), gráfico de aquisição gradiente (GAP) e gráfico de aquisição padronizada (SAP) de duas amostras representativas da (Fm. Araçatuba (BAU-1B) e da Fm. Marília (BAU-7D)).....62

Figura 41. Diagrama (Day *et al.*, 1977) dos parâmetros de histerese Mr/Ms versus Bcr/Bc para as 9 amostras representativas da Bacia Bauru. Os pontos vermelhos indicam as amostras provenientes do Grupo Bauru, enquanto os pontos verdes indicam as amostras provenientes do Grupo Caiuá.64

Figura 42. Magnetoestratigrafia do Grupo Bauru, onde se observa uma única polaridade negativa na Formação Marília.....65

Figura 43. Escala de tempo integrada com dados da presente dissertação. (1) Gobbo-Rodrigues *et al.* (1999a); (2) Dias *et al.* (2021); (3) Castro *et al.* (2018).....68

Figura 44. Relação entre as cotas (m) e o tempo de deposição dos sedimentos em Ma.....70

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Tabela com as localidades, altitudes, unidades e número de amostras dos afloramentos (pontos) visitados (Ar = Fm. Araçatuba; Ma = Fm. Marília; Ad = Fm. Adamantina; Caiu = Grupo Caiuá)..... 3

Tabela 2. Análise de susceptibilidade magnética (K) das amostras do Grupo Bauru em ordem crescente. (Ar = Fm. Araçatuba; Ad = Fm. Adamantina; Ma = Fm. Marília).....51

Tabela 3. Contribuições em porcentagem (%), $B_{1/2}$ (força coercitiva de aquisição remanente) e DP (parâmetro de dispersão) de cada amostra analisada.63

Tabela 4. Parâmetros utilizados na confecção do diagrama de SD-MD das 9 amostras representativas da Bacia Bauru. (Mr = saturação remanente; Ms = saturação de magnetização; Bcr = coercividade remanente; Bc = coercividade).64

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
1.1 Área de estudo	2
1.2 Aspectos Fisiográficos	3
1.2.1 Características gerais do relevo	3
1.2.2 Clima e Vegetação	4
1.2 Objetivos e Justificativas	4
2. PALEOMAGNETISMO E MAGNETOESTRATIGRAFIA.....	5
2.1 O Campo Magnético da Terra	5
2.2 Minerais Magnéticos	8
2.3 Ciclo de Histerese	10
2.3.1 Domínios Magnéticos	10
2.3.2 Coercividade.....	10
2.3.3 Histerese	11
2.4 Tipos de Magnetização Remanente em Rochas.....	13
2.4.1 Magnetismo Remanente Natural (NRM)	13
2.4.2 Magnetismo Termorremanente (TRM).....	14
2.4.3 Magnetismo Remanente Químico (CRM).....	15
2.4.4 Magnetismo Remanente Detritico (DRM).....	15
2.4.5 Magnetismo Remanente Viscoso (VRM).....	16
2.4.6 Magnetismo Remanente Isotérmico (IRM)	16
2.5 Estratigrafia de Polaridade Magnética	16
2.5.1 Histórico.....	17
2.5.2 Princípios.....	19
3. MATERIAIS E MÉTODOS.....	21
3.1 Construção de seções geológicas e definição de sítios de amostragem	21
3.2 Amostragens, Orientação de Amostras e Preparação	22
3.3 Procedimentos de Desmagnetização e Obtenção de Dados	24
3.3.1 Desmagnetizações Térmica e Aplicação de Campo Magnético Alternado..	24
3.3.4 Mineralogia Magnética	27
3.3.5 Métodos Estatísticos	28
4. CONTEXTO GEOLÓGICO REGIONAL	29
4.1 Bacia Bauru.....	29
4.1.1 Contexto Tectônico e Evolução da Bacia	29
4.1.2 Contexto Histórico e Evolução dos Conhecimentos Geológicos	31

4.1.3 Litoestratigrafia da Bacia Bauru.....	34
4.2 Grupo Caiuá.....	36
4.3.1 Formação Santo Anastácio	37
4.2 Grupo Bauru.....	38
4.2.1 Formação Araçatuba	38
4.2.2 Formação Adamantina	38
4.2.3 Formação Marília.....	40
5. CRONOESTRATIGRAFIA DA BACIA BAURU.....	41
5.1 Microfósseis	41
5.2 Datações U-Pb em zircões.....	42
5.3 Idade final.....	44
6. RESULTADOS	45
6.1 Seções Estratigráficas	45
6.2 Análise Paleomagnética	47
6.3 Mineralogia Magnética	61
6.4 Magnetoestratigrafia	65
7. DISCUSSÃO	67
8. CONCLUSÃO.....	71
7. BIBLIOGRAFIA.....	72

1. INTRODUÇÃO

O estudo das sequências sedimentares da Bacia Bauru teve início com a descoberta de uma unidade formada por arenitos vermelhos próximo ao município de Bauru, no Estado de São Paulo (Campos, 1905). Esses arenitos mais tarde se tornaram famosos por conter uma das maiores ocorrências fósseis do Cretáceo no Brasil. Apesar do interesse paleontológico, pouco se avançou no entendimento sedimentar desses arenitos até o início da década de 1980, quando após campanhas de mapeamento geológico serval no oeste do estado de São Paulo foi possível estabelecer uma primeira subdivisão estratigráfica formal (Soares et al., 1980), amplamente aceito por sua operacionalidade.

Entre as décadas de 1990 e 2000, diversos estudos aprimoraram o entendimento estratigráfico da Bacia Bauru (Fernandes, 1992, 1998; Batezelli, 1998). Segundo Fernandes (1992), a ocorrência de discordâncias regionais no topo e no fundo documenta uma evolução geológica distinta da Bacia do Paraná e justifica a individualização dos depósitos do Cretáceo Superior em uma unidade geotectônica autônoma, denominada Bauru Bacia. Fernandes & Coimbra (2000) propuseram posteriormente a estratigrafia formal dos grupos Caiuá e Bauru.

A atribuição cronoestratigráfica do Grupo Bauru tem sido baseada principalmente na paleontologia de vertebrados e invertebrados, o que indica sedimentação entre o Santoniano e o Maastrichtiano (Gobbo-Rodrigues et al., 2000a, b, c; Dias-Brito et al., 2001; Bertini & Santucci, 2002). Uma primeira tentativa de aplicação do paleomagnetismo foi feita por Tamrat et al. (2002), que documentou uma idade mais jovem que o Chron C34n (125,8–83,7 Ma) com base em algumas magnetizações reversas encontradas nas formações Uberaba e Marília. Tal determinação foi recentemente confirmada pela datação U-Pb de zircões detríticos, o que sugere que a sedimentação do Grupo Bauru é mais jovem que 82 Ma (Marques et al., 2017, Castro et al., 2018).

Nesta dissertação, é apresentado dados paleomagnéticos que permitem construir a magnetoestratigrafia do Grupo Bauru na área entre Marília e Presidente Prudente no Estado de São Paulo, e propor uma correlação com a escala de tempo de polaridade geomagnética (Gradstein et al., 2012). Isso melhora significativamente a calibração de idade do Grupo Bauru do Cretáceo Superior e fornece novos insights sobre a evolução tectônica da bacia.

1.1 Área de estudo

A área de estudo (Figura 1) localiza-se na região oeste do estado de São Paulo, nas sub-regiões de Adamantina, Presidente Prudente e Marília, e na região noroeste do estado do Paraná, na sub-região de Maringá.

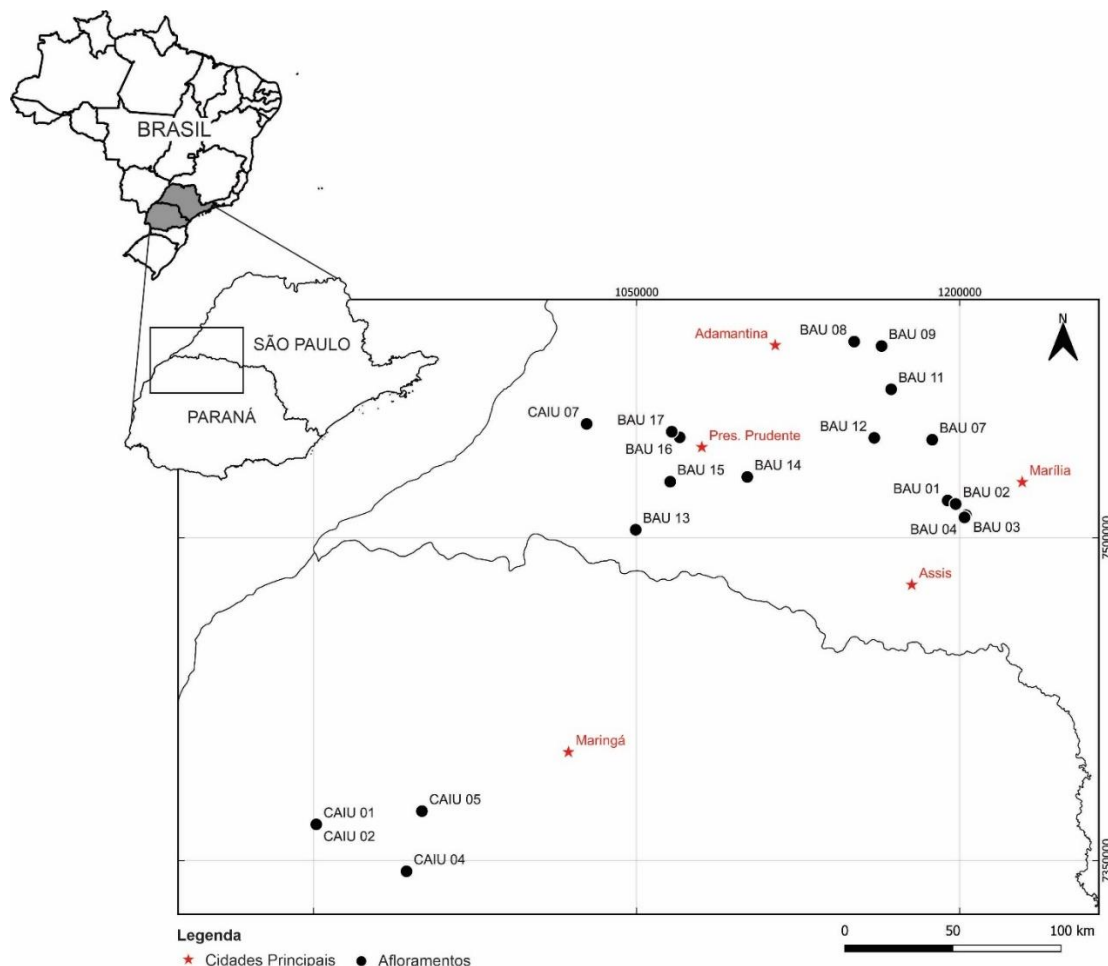


Figura 1. Mapa com a localização e dispersão dos pontos visitados no oeste do estado de São Paulo e noroeste do estado do Paraná.

Os afloramentos os quais originaram as amostras podem ser encontrados ao longo desta região, com diversos acessos de estradas não asfaltadas e rodovias estaduais.

Pontos	Unidade estratigráfica	Altitude (m)	Nº Amostras	Coordenadas UTM (22 K)	
BAU 01	Ar	432,0	4	575274	7532642
BAU 02	Ma	507,0	4	579021	7531180
BAU 03	Ma	510,0	4	583998	7526149

BAU 04	Ma	557,0	3	583337	7525138
BAU 07	Ma	554,0	3	567033	7560380
BAU 08	Ar	383,0	6	529247	7604283
BAU 09	Ar	363,0	5	541968	7602716
BAU 10	Ar	350,0	5	540248	7560209
BAU 11	Ad	448,0	6	547162	7582940
BAU 13	Ar	402,0	6	431747	7513340
BAU 14	Ar	407,0	4	482352	7539817
BAU 15	Ad	476,0	6	446809	7536204
BAU 16	Ad	452,0	7	450379	7556918
BAU 17	Ad	436,0	6	446624	7559352
CAIU 01	Caiu	422,0	3	289579	7370827
CAIU 02	Caiu	417,0	4	289559	7370860
CAIU 04	Caiu	545,0	4	332276	7350880
CAIU 05	Caiu	458,0	4	338244	7379054
CAIU 07	Ar/Caiu	379,0	10	407138	7561409

Tabela 1. Tabela com as localidades, altitudes, unidades e número de amostras dos afloramentos (pontos) visitados (Ar = Fm. Araçatuba; Ma = Fm. Marília; Ad = Fm. Adamantina; Caiu = Grupo Caiuá).

1.2 Aspectos Fisiográficos

1.2.1 Características gerais do relevo

Segundo Ponçano *et al.* (1981), o Planalto Ocidental Paulista é uma província geomorfológica que ocupa grande parte do território do estado de São Paulo e norte do Paraná (onde é definido como Terceiro Planalto Paranaense). Está principalmente coberto pelos sedimentos do Grupo Bauru, predominantemente formado por arenitos cimentados por carbonato de cálcio, caracterizado por um relevo relativamente acidentado.

Este relevo é levemente ondulado, com predomínio de colinas amplas e baixas com topos aplainados, formados por erosão diferencial, destacando os maciços rochosos com forte cimentação carbonática (Ross & Moroz, 1996).

A drenagem é organizada por rios consequentes, formados dentro dos limites da província, ou ainda, por cursos de água tributários dos três principais cursos fluviais paulistas: Paranapanema, Tietê e Grande. Esta rede de drenagem mostra acentuado paralelismo de eixos, alinhados para Noroeste (Andrade, 2002).

1.2.2 Clima e Vegetação

A precipitação anual da província do Planalto Ocidental Paulista e Terceiro Planalto Paranaense compreende variações locais que vão desde 1150 até 1400 mm/ano. O clima predominante é classificado, segundo Koppen (1978), como sendo do tipo CWA, ou seja, inverno seco e verão quente, com uma temperatura anual média entre 20° e 25° C.

A vegetação original do Planalto Ocidental Paulista está confinada à região do Pontal do Rio Paranapanema e capões restritos. Constitui-se predominantemente por florestas subcaducifólias tropicais e cerrados. São encontradas manchas de cerrados na porção noroeste do estado de São Paulo e norte do Paraná, especialmente associadas aos depósitos coluvionares, juntamente a gramíneas e matas arbustivas. Pastagens e culturas diversas, com destaque a cana-de-açúcar, constituem a vegetação moderna predominante (Andrade, 2002).

1.2 Objetivos e Justificativas

Esta dissertação teve por objetivo investigar e calibrar a escala temporal envolvida na deposição dos sedimentos cretácicos do Grupo Bauru nos estados de São Paulo e Paraná, a partir de amostras coletadas em 21 afloramentos distintos. Para isto, foram adotados métodos de análise paleomagnética que permitiram a confecção de uma magnetoestratigrafia com base em seções estratigráficas e análises biocronológicas presentes na literatura.

Desta forma, espera-se desenvolver uma melhor cronoestratigrafia para a Bacia Bauru e, conseqüentemente, indicar idades mais precisas para a deposição desta bacia intracratônica, que tem potencial para fornecer valiosas informações cronoestratigráficas a seções não-marinhas de diferentes bacias sedimentares brasileiras (interiores e marginais), de interesse para o Setor de Petróleo e Gás.

8. CONCLUSÃO

A análise paleomagnética das formações Araçatuba, Adamantina e Marília identificou uma magnetização normal dominante com um afloramento da Formação Marília, onde foi encontrada uma polaridade inversa. Além disso, foi possível determinar que os minerais magnetita e hematita foram os componentes das principais fases magnéticas nos sedimentos amostrados.

Esse resultado sugere correlação magnetoestratigráfica com os chrons C33n e C32 do Campaniano Superior, indicando que o Grupo Bauru na área de estudada depositou-se entre 79,8 e 71.4 Ma.

Os resultados encontrados nesta dissertação destacam a importância da aplicação de diversas técnicas e métodos de datação para estabelecer com precisão a idade das rochas e dos eventos geológicos, e a relevância do uso de dados de microfósseis e datações de zircões por U-Pb em associação com dados paleomagnéticos para a compreensão da evolução da vida e da Terra.

Encoraja-se a realização de análises paleomagnéticas futuras, especialmente em afloramentos localizados no estado de Minas Gerais. Tais análises poderão fornecer novas informações relevantes para uma calibragem mais precisa das idades obtidas até o momento. Isso pode contribuir significativamente para um melhor entendimento dos processos geológicos que ocorreram na região ao longo do tempo. Portanto, é recomendável que sejam feitos esforços para coletar mais dados paleomagnéticos nessa região, a fim de expandir o conhecimento científico sobre a história geológica do local.

7. BIBLIOGRAFIA

AGICO. **Advanced Geoscience Instruments Company**, 2022. Disponível em: <https://www.agico.com/text/products/mfk1/mfk1.php>. Acesso em: 7 Janeiro 2022.

ALMEIDA, F. F. M. *et al.* Geologia do Oeste Paulista e áreas fronteiriças dos estados de Mato Grosso do Sul e Paraná, n. 31, 1980. 2799-2812.

ALMEIDA, F. F. M. *et al.* Bacia do Paraná e o vulcanismo mesozóico, IPT, 1981. 46-69.

ALMEIDA, F.F.; BARBOSA, O. Geologia das quadrículas de Piracicaba e Rio Claro, Rio de Janeiro, n. 143, 1953. 96.

ANDRADE, L. R. M. Levantamentos litofaciológico e paleobiológico, com interpretações paleoecológicas, em sedimentos da Bacia Bauru - Cretáceo Superior, ao longo da Rodovia SP 294, entre as cidades de Adamantina e Dracena, Rio Claro, 2002. 105.

ARID, F. M. Formação Bauru na região norte-ocidental do Estado de São Paulo. **Geoc.**, São José do Rio Preto, 1967. 126.

BARBOSA, O. Situação geológica das Charophyta de Machado de Melo, Estado de São Paulo. **Boletim Sociedade Brasileira de Geologia**, Rio Claro, 1955. 73-74.

BARBOSA, O., B. O. P. G. . D. R. C. . C. C. A. B. R. D. Geologia da região do Triângulo Mineiro. **Bol. Div. Fom. Min. DNPM**, Rio de Janeiro, 1970.

BARCELOS, J. Reconstrução paleogeográfica da sedimentação do Grupo. "Bauru baseada na sua redefinição estratigráfica parcial em território paulista e no estudo preliminar fora do Estado de São Paulo, Rio Claro, p. 191, 1984.

BATEZELLI, A. Redefinição litoestratigráfica da Unidade Araçatuba e da sua extensão regional na Bacia Bauru no Estado de São Paulo. **Dissertação (Mestrado em Geociências) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas (Universidade Estadual Paulista)**, Rio Claro, 1998. 110.

BATEZELLI, A. Análise da sedimentação cretácea no Triângulo Mineiro e sua correlação com áreas adjacentes, p. 183, 2003.

BATEZELLI, A. Arcabouço tectonoestratigráfico e evolução das bacias Caiuá e Bauru no sudeste brasileiro. **Brazilian Journal of Geology**, 2010. 265-285.

BATEZELLI, A. Continental systems tracts of the Brazilian Cretaceous Bauru Basin and their relationship with the tectonic and climatic evolution of South America. **Basin Research**, 2015. 1-25.

BATEZELLI, A.; LADEIRA, F. S. B. Stratigraphic framework and evolution of the Cretaceous continental sequences of the Bauru, Sanfranciscana, and Parecis basins, Brazil. **Journal of South American Earth Sciences**, 2016. 1-24.

BERTINI, R. J. Paleobiologia do Grupo Bauru, Cretáceo Superior continental da Bacia do Paraná, com ênfase em sua fauna de amniotas, Rio de Janeiro, 1993. 497.

BERTINI, R. J.; SANTUCCI, R. M.; ARRUDA-CAMPOS, A. C. Titanossauros (Sauropoda: Saurischia) no Cretáceo Superior continental (Formação Marília, Membro Echaporã) de Monte Alto, Estado de São Paulo, e correlação com formas associadas do Triângulo Mineiro, 20, n. 1, 2001. 93-103.

BJÖRNBERG, A. J. S.; LANDIM, P. M. B.; BÓRIO, N. J. Observações sobre a deposição do sedimento Bauru na região centro-ocidental do Estado de São Paulo. **Bol. Soc. Bras. Geol.**, São Paulo, 1970. 79-80.

BRANDT NETO, M. Estratigrafia da Formação Bauru na região do baixo Tietê, 1977. 72.

BUTLER, R. F. **Paleomagnetism**: magnetic domains to geologic terranes. Boston: Blackwell Scientific Publications, v. 319, 1998.

CAMPANHA, V.A. *et al.* Novas ocorrências fossilíferas no Grupo Bauru na região do Triângulo Mineiro, MG. **Geociências**, 1993. 353-372.

CAMPOS, L. F. G. Reconhecimento da zona compreendida entre Baurú e Itapura (Estrada de Ferro Noroeste do Brasil), São Paulo, 1905. 40.

CASTRO, M.C. *et al.* A Late Cretaceous mammal from Brazil and the first radioisotopic age for the Bauru Group. **Royal Society Open Science**, 2018. 180-482.

CHANNELL, J. E.; SINGER, B. S.; JICHA, B. R. Timing of Quaternary geomagnetic reversals and excursions in volcanic and sedimentary archives. **Quaternary Science Reviews**, 2020. 106-114.

COGNÉ, J. PaleoMac: A Macintosh (TM) application for treating paleomagnetic data and making plate reconstructions. **Geochemistry, Geophysics, Geosystems** 4, 2003. 1007.

COIMBRA, A. M. Arenitos da Formação Bauru: estudo de áreas fonte, São Paulo, 2, 1976.

CUNHA, L.S.; MACEDO, A.C.M. Répteis e ostrácodes associados no Cretáceo de Álvares Machado, SP. **Anais Academia Brasileira Ciências**, 1986. 609.

DAEE, Departamento D. Á. E. E. E. Plano Estadual de Recursos Hídricos: Primeiro plano do estado - Síntese, São Paulo, 1990. 43.

DAY, R.; FULLER, M.; SCHMIDT, V. A. Hysteresis properties of titanomagnetites: grain-size and compositional dependence, 13, n. 4, Janeiro 1977. 260-267.

DIAS, A. N. C. *et al.* Unraveling multiple tectonic events and source areas in the intracratonic Bauru Basin through combined zircon geo and thermochronological studies. **Journal of South American Earth Sciences**. 103061.

DIAS-BRITO, D. *et al.* The Bauru group: A continental Cretaceous unit in Brazil- Concepts based on micropaleontological, oxygen isotope and stratigraphical data, Janeiro 2001. 245-304.

DUNLOP, D. Theory and application of the day plot (mrs/ms versus hcr/hc) 2. application to data for rocks, sediments, and soils. **J. Geophys**, 2002.

FERNANDES, L. A. A cobertura cretácica suprabasáltica em Paraná e Pontal do Paranapanema (SP): os grupos Bauru e Caiuá, 1992. 128.

FERNANDES, L. A. Estratigrafia e evolução geológica da parte Oriental da Bacia Bauru (Ks, Brasil), 1998. 216.

FERNANDES, L. A.; COIMBRA, A. M. O Grupo Caiuá (Ks): revisão estratigráfica e contexto deposicional, São Paulo, 3, n. 24, 1994. 164-176.

FERNANDES, L. A.; COIMBRA, A. M. A Bacia Bauru (Cretáceo Superior, Brasil), Rio de Janeiro, 2, n. 62, 1996. 196-205.

FERNANDES, L. A.; COIMBRA, A. M. Revisão estratigráfica da parte Oriental da Bacia Bauru (Neo-Cretáceo), 30, n. 4, 2000. 717-728.

FERNANDES, L. A.; RIBEIRO, C. M. M. Evolution and palaeoenvironment of the Bauru Basin (upper Cretaceous, Brazil), 1, n. 61, Agosto 2015. 71-90.

FERNANDES, L.A.; COIMBRA, A.M. Revisão estratigráfica da parte oriental da Bacia Bauru (Neocretáceo), 30, n. 4, 2000. 723-734.

FISHER, R. Dispersion on a sphere, 217, n. 1130, 1953. 295–305.

FLORENCE, G. Notas Geológicas sobre o Rio Tietê no trecho estudado pela turma em 1905. **Comissão Geográfica e Geológica. Exploração do Rio Tietê**, 1907. 9-15.

FREITAS, R. O. Sedimentação, estratigrafia e tectônica da Série Bauru, São Paulo, n. 14, 1955. 194.

FULFARO, V. J. Tectônica do alinhamento estrutural do Paranapanema. **Boletim IG**, 1974. 129-38.

FULFARO, V. J.; BARCELOS, J. H. A tectônica pós-deposicional e a reconstrução paleogeográfica: o exemplo no Grupo Bauru, 2, 1992. 132-133.

FULFARO, V. J.; PERINOTTO, J. A. J. Geomorfologia do Estado do Mato Grosso do Sul e o Arcabouço Estrutural, Camboriú, Boletim de Resumos Expandidos, SBG, n. 38, 1994. 197-198.

GLATZMAIER, G. A. *et al.* The role of the Earth's mantle in controlling the frequency of geomagnetic reversals. **Nature**, 1999. 885-890.

GLEN, W. The Road to Jaramillo. **Stanford Univ. Press**, 1982. 459.

GOBBO-RODRIGUES, S. R. *et al.* Alathacythere (?) Roncana Bertels 1968 (L 4766 Grekof, 1960), Ribeirão Preto, 2000a.

GOBBO-RODRIGUES, S. R. *et al.* Note on Ilyocypris Argentinensis Musacchio & Simeoni (1991), Ribeirão Preto, 2000b.

GOBBO-RODRIGUES, S. R. *et al.* Biostratigraphic Correlations Between Bauru, Neuquén and Congo Basins, Using Non-Marine Ostracodes, Ribeirão Preto, 2000c.

GOBBO-RODRIGUES, S. R. Carófitas e ostrácodes do Grupo Bauru, Rio Claro, 802, 2001. 804.

GOBBO-RODRIGUES, S.R.; PETRI, S.; BERTINI, R.J. Ocorrências de ostrácodes na Formação Araçatuba do Grupo Bauru, Cretáceo Superior da Bacia do Paraná, e possibilidades de correlação com depósitos isócronos argentinos - parte I: Família Ilyocyprididae. **Geociências**, 1999. 3-13.

GOBBO-RODRIGUES, S.R.; PETRI, S.; BERTINI, R.J. Ocorrências de ostrácodes na Formação Araçatuba do Grupo Bauru, Cretáceo Superior da Bacia do Paraná, e possibilidades de correlação com depósitos isócronos argentinos - parte II: Família Limnocytheridae. **Geociências**, 1999. 5-11.

GOLBERG, K.; GARCIA, A. J. Palaeobiogeography of the Bauru Group, a dinosaur-bearing Cretaceous unit, Northeastern Paraná Basin, Brazil, 2-3, n. 21, 2017. 241-254.

GRADSTEIN, F.M. *et al.* **The geologic time scale**. [S.l.]: Elsevier, 2012.

HASUI, Y. A Formação Uberaba. **CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA**, Belo Horizonte, 1968. 167-179.

HASUI, Y. O Cretáceo do oeste mineiro. **Bol. da Soc. Bras. e Geol.**, São Paulo, 1969. 39-56.

HUENE, F. Contribución a la Paleogeografía de Sud-América. II - Las relaciones paleogeográficas de Sud-América durante el Cretácico Superior., Córdoba, n. 30, 1927. 256-294.

HUENE, F. V. Los saurisquios y ornitisquios del Cretáceo Argentino. **Ann. Mus. de La Plata**, Buenos Aires, 1929. 1-196.

IHERING, H. V. Fósseis de São José do Rio Preto. **Revista do Museu Paulista**, 1911. 141-146.

KIRSCHVINK, J. L. The least-square line and plane and the analysis of paleomagnetic data, 62, 1980. 699–718.

KRUIVER, P. P. D. M. J.; HESLOP, D. Quantification of magnetic coercivity components by the analysis of acquisition curves of isothermal remanent magnetisation. **Earth and Planetary Science Letters**, 2001. 269–276.

KRUIVER, P. P.; DEKKERS, M. J.; HESLOP, D. Quantification of magnetic coercivity components by the analysis of acquisition curves of isothermal remanent magnetisation. **Earth and Planetary Science Letters**, v. 189, p. 269-276, Abril 2001.

LANGER, M.C. *et al.* A Bacia Bauru no Estado de São Paulo e seus tetrápodes. **Derbyana**, 2022.

LANGEREIS, C. G. *et al.* Magnetostratigraphy-concepts, definitions, and applications, 43, n. 3, Abril 2010. 207.

LISBOA, M. A. R. Oeste de São Paulo, Sul de Mato Grosso. Geologia, indústria mineral, clima, vegetação, solo agrícola, indústria pastoril, 1909. 23.

LIU, Q. *et al.* Magnetostratigraphy of Chinese loess–paleosol sequences. **Earth-Science Reviews**, 2015. 139-167.

LOWRIE, W. Identification of ferromagnetic minerals in a rock by coercitivity and unblocking temperature properties, 17, 1990. 159-162.

LOWRIE, W.; KENT, D. V. Geomagnetic polarity timescales and reversal frequency regimes, 2004. 117-129.

MAACK, R. Algumas observações a respeito da existência e da extensão do arenito superior São Bento ou Caiuá no Estado do Paraná, 2, 1941. 107-129.

MARQUES DOS SANTOS, C.A. *et al.* Sedimentary provenance of the Marília Formation (Bauru Basin), Southeast Brazil. **Geological Journal**, 2020. 2834-2850.

MCDUGALL. **The present status of the geomagnetic polarity time scale.** Londres: Academic Press, v. The Earth: Its Origin, Structure and Evolution, 1979.

MCFADDEN, P. L.; MCELHINNY, M. W. The combined analysis of remagnetization circles and direct observations in palaeomagnetism, 87, n. 1-2, 1988. 161–172.

MERRILL, R. T.; MCELHINNY, M. W.; MCFADDEN, P. L. The Magnetic Field of the Earth. **Academic Press**, 1996.

MEZZALIRA, S. Contribuição ao conhecimento da estratigrafia e paleontologia do arenito Bauru. **Boletim do Instituto Geográfico e Geológico**, 1974. 1-163.

MILANI, E. J. Comentário sobre origem e evolução tectônica da Bacia do Paraná, Rio de Janeiro, n. Cap XVI, 1997. 38.

MORAES REGO, L. F. D. Camadas Cretáceas do Sul do Brasil. **Annu. Esc. Politéc.**, São Paulo, 1935. 231-274.

MUTTONI, G. Magnetostratigraphy. **Elsevier**, 2020. 1-9.

OPDYKE, N. D.; CHANNEL, J. E. T. Magnetic Stratigraphy, Nova Iorque, 1996.

PACHECO, J. A. D. A. Notas sobre a geologia do vale do rio Grande a partir da foz do rio Pardo até sua confluência com o rio Paranaíba. **COMISSÃO GEOGRÁFICA E GEOLÓGICA**, São Paulo, 1913. 33-38.

PAULA E SILVA, F. D. Geologia de subsuperfície e hidroestratigrafia do Grupo Bauru no estado de São Paulo. **Tese de Doutorado**, 2003. 1-201.

PAULA E SILVA, F.; CHANG, H. K.; CAETANO-CHANG, M. R. Estratigrafia de subsuperfície do Grupo Bauru (K) no Estado de São Paulo, São Paulo, 35, n. 1, 2005. 77-88.

PAULA E SILVA, F.; CHANG, H.K.; CAETANO-CHANG, M.R. Estratigrafia de subsuperfície do Grupo Bauru (K) no estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo., 2005. 77-88.

PAULA E SILVA, F.; CHANG, H.K.; CHANG-CAETANO, M.R. Sedimentation of the Cretaceous Bauru Group in São Paulo. Paraná Basin, Brazil. **Journal of South American Earth Sciences**, 2009. 25-39.

PETRI, S. *et al.* Código Brasileiro de Nomenclatura Estratigráfica. **Revista Brasileira de Geociências**, 1986. 370-415.

PETRI, S. Charophyta cretácica de São Paulo (Formação Bauru). **Boletim Sociedade Brasileira de Geologia**, 1955. 67-72.

PONÇANO, W. L. *et al.* Mapa geomorfológico do Estado de São Paulo - texto explicativo, São Paulo, 1981. 94.

RICCOMINI, C. Tectonismo gerador e deformador dos depósitos sedimentares, 1995. 100.

RICCOMINI, C. Arcabouço estrutural e aspectos do tectonismo gerador e deformador da Bacia Bauru no Estado de São Paulo, 27, n. 2, 1997b. 153-162.

ROSS, J. L. S.; MOROZ, I. C. Mapa geomorfológico do Estado de São Paulo, 10, 1996. 41-58.

SAGNOTTI, L. Demagnetization Analysis in Excel (DAIE). An open source workbook in Excel for viewing and analyzing demagnetization data from paleomagnetic discrete samples and u-channels. **Annals of Geophysics**, 2006. 456–463.

SANTUCCI, R. M. Revisão dos Titanosauridae (Saurischia, Sauropoda) do Cretáceo Superior continental da Bacia Bauru. **Dissertação Mestrado. Universidade Estadual Paulista (UNESP)**, Rio Claro, p. 179, 2002.

SANTUCCI, R. M.; BERTINI, R. J. Distribuição estratigráfica dos titanossauros do Grupo Bauru, cretáceo Superior continental do Sudeste do Brasil, 2, n. 6, 2002. 401-408.

SOARES, P. C. *et al.* Geologia da região Sudoeste do Estado de São Paulo, Rio Claro, n. 2, 1979. 307-319.

SOARES, P. C. *et al.* Ensaio de caracterização estratigráfica do Cretáceo no Estado de São Paulo: Grupo Bauru. **Revista Brasileira de Geologia**, Rio de Janeiro, n. 2, p. 944-957, 1980.

SOARES, P. C. *et al.* Ensaio de caracterização estratigráfica do Cretáceo no Estado de São Paulo: Grupo Bauru, Rio de Janeiro, 2, 1980. 944-957.

SOARES, P. C. Estratigrafia das formações jurássico-cretácicas na Bacia do Paraná, Brasil, Buenos Aires, 1, 1981. 271-304.

SOARES, P. C.; LANDIM, P. M. B. Comparison between the tectonic evolution of the intracratonic and marginal basins in south Brazil, 48, 1976. 313-324.

SOUZA JR., J. J. D. O Grupo Bauru na porção setentrional da Bacia Sedimentar do Paraná, Rio de Janeiro, 2, 1984. 944-957.

SUGUIO, K. *et al.* Comportamentos estratigráficos e estrutural da Formação Bauru nas regiões administrativas 7 (Bauru), 8 (São José do Rio Preto) e 9 (Araçatuba) no Estado de São Paulo, São Paulo, n. 1, 1977. 231-247.

SUGUIO, K. Rochas sedimentares: propriedades, gênese, importância econômica, 552.5, 1980.

SUGUIO, K., & P. S. Stratigraphy of the Iguape-Cananéia lagoonal region sedimentary deposit, São Paulo State, Brazil: part I: field observations and grain size analysis. **Boletim IG**, 1973. 1-20.

TAMRAT, E. *et al.* Magnetoestratigrafia das Formações Uberaba e Marília (Grupo Bauru) no Triângulo Mineiro (MG), n. 6, 2002. 323-327.

TAUXE, L. **Lectures in Paleomagnetism**. 5º. ed. [S.I.]: UC Press, 2005.

TURNER, S. *et al.* Magmatism and continental break-up in the South Atlantic: high precision 40Ar-39Ar geochronology, 3-4, n. 121, Fevereiro 1994. 333-348.

USPMAG. USPMag. **Laboratório de Paleomagnetismo USP**, 2022. Disponível em: <https://www.iag.usp.br/paleo/?q=content/desmagnetizador-t%C3%A9rmico-thermal-demagnetizer-td48sc-asc-scientific>. Acesso em: 7 Janeiro 2022.

WASHBURNE, C. W. Petroleum geology of the State of São Paulo, Brasil, São Paulo, 1939. 228.

ZAINE, J. E. *et al.* Geologia do Bloco 38 e 44: Região de Araçatuba/Tupã e Marília, São Paulo, 2, 1980.

ZALÁN, P. V. Evolução fanerozóica das bacias sedimentares brasileiras. **Geologia do continente sul-americano: evolução da obra de Fernando Flávio Marques de Almeida**, São Paulo, 2004. 595-613.

ZIJDERVELD, J. D. A. AC demagnetization of rocks: Analysis of results, 3, 1967. 254–286.