

RESSALVA

Atendendo solicitação do autor, o texto completo desta tese será disponibilizado somente a partir de 01/10/2019.

Alex Joaquim Choupina Andrade Silva

**Evolução Estrutural e Idades U-Pb das
Unidades Litoestratigráficas da Nappe de
Passos e do Grupo Canastra, Sudoeste de
Minas Gerais**

Rio Claro

2018

Alex Joaquim Choupina Andrade Silva

**Evolução Estrutural e Idades U-Pb das Unidades
Litoestratigráficas da Nappe de Passos e do Grupo
Canastra, Sudoeste de Minas Gerais**

Tese de Doutorado 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 Doutor em Geociências e Meio Ambiente

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Orientador: Prof. Dr. Luiz Sérgio Amarante Simões

Rio Claro

2018

S586e

SILVA, ALEX JOAQUIM CHOUPINA ANRADE

Evolução Estrutural e Idades U-Pb das Unidades Litoestratigráficas da Nappe de Passos e do Grupo Canastra, Sudoeste de Minas Gerais / ALEX JOAQUIM CHOUPINA ANRADE SILVA. -- Rio Claro, 2018
288 p. : il., tabs., fotos, mapas

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Rio Claro

Orientador: Luiz Sérgio Amarante Simões

1. Proveniência sedimentar. 2. Idade U-Pb em zircão detrítico. 3. Nappe de Passos. 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.

Alex Joaquim Choupina Andrade Silva

**Evolução Estrutural e Idades U-Pb das Unidades
Litoestratigráficas da Nappe de Passos e do Grupo
Canastra, Sudoeste de Minas Gerais**

Tese de Doutorado 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 Doutor em Geociências e Meio Ambiente

Resultado: Aprovado

Rio Claro, 01 de outubro de 2018

**Prof. Dr. Luiz Sérgio Amarante
Simões**
Orientador

Dr. Norberto Morales

Dr. George Luiz Luvizotto

Dr. Claudio de Morrison Valeriano

Dr. Hildor José Seer

Rio Claro
2018

*Este trabalho é dedicado ao
meu pai Omar Andrade Silva
(In memoriam)*

Agradecimentos

Eu devo agradecimentos sinceros ao:

Ao meu orientador, Professor Dr. Luiz Sérgio A. Simões, por ter me inspirado a realizar este trabalho e pela amizade ao longo desses 15 anos.

Aos colegas que colaboraram nos árduos dias de Campo, Andres Perez e Rafael Hartung.

Aos professores do Instituto de Geociências e Ciências Exatas / UNESP George Luvizotto, Norberto Morales e Peter Hackspacher pelo apoio científico ao longo dessa jornada.

Gostaria de agradecer a todos os colegas da Pós Graduação em especial a Juliana Okubo, Regiane Fumes, Fernada Menin, Lucas Ingles, Rodrigo Cerri e Flávio, pelo convívio agradável e pelas boas risadas que demos juntos.

Ao Dr. Scott DuFrane por me receber em seu laboratório e auxiliar no tratamento dos dados.

À CODEMIG pelo financiamento ao Projeto Fronteiras de Minas Gerais, realizado pela UFMG e UNESP Rio Claro.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

À FAPESP (processo 2017/03663-1) pelo indispensável apoio financeiro a projeto de pesquisa.

Agradeço à Arlete por me acolher em sua casa nos momentos finais da elaboração da tese.

A Marti e Fabiole, pela inestimável ajuda em Edmonton no Canadá.

Em especial à minha família (Hilda, Alexandre, Antônio (Tonhão) e André), agradeço o compartilhar em cada etapa do trabalho.

Carinhosamente, sou grato especialmente à Mariana Savietto Pagotti, que me faz viver melhor.

"The notion of discovering an underlying order in matter is man's basic concept for exploring nature. The architecture of things reveals a structure below the surface, a hidden grain, which when it is laid bare, makes it possible to take natural formations apart"
(BRONOWSKI, 1973, p.95)

Resumo

A Nappe de Passos é uma importante unidade tectono-estratigráfica da porção meridional da Faixa Brasília, com forma alongada na direção ESE. Está relacionada aos processos de convergência tectônica das paleoplacas Paranapanema e São Francisco que, ao final do Neoproterozoico, culminaram na construção do Supercontinente Gondwana. O presente trabalho enfoca a porção noroeste da Nappe de Passos, entre os estados de Minas Gerais e São Paulo, utilizando-se o mapeamento geológico, para discutir o complexo padrão estrutural da área, aliado a estudos de proveniência dos metassedimentos dessa unidade e de compartimentos adjacentes, por meio de datação U-Pb em zircão detríticos. A Nappe de Passos corresponde, na região, o Domínio Interno e cavalga o Domínio Externo constituído por rochas metassedimentares do Grupo Canastra. Na porção central da área a superfície de cavalgamento desenha uma estrutura braquiantiforma em cujo núcleo ocorrem rochas dos grupos Canastra e Bambuí. Os planos de estratificação dos metassedimentos são paralelos a subparalelos à superfície de cavalgamento. A braquiantiforma apresenta a foliação principal em posição plano axial, definindo um domínio com orientação preferencial NW, que se estende por toda a porção oeste da área, onde o sistema de dobras têm continuidade, desenhadas pelas unidades litoestratigráficas da Nappe de Passos, com comprimento de onda quilométrico com dobras parasíticas de diversas escalas. Na porção nordeste da área, rochas do Grupo Canastra definem um domínio onde a foliação principal tem direção WNW com mergulhos íngremes para SW. Essa foliação é plano axial de dobras apertadas, com eixos com caimentos suaves predominantemente para NW, mas também para SE. Os indicadores cinemáticos evidenciam regime tectônico compatível com rampa lateral sinistral. Essa foliação é afetada por dobras com planos axiais com mergulhos suaves para SSW, em geral com foliação plano axial, paralelos à superfície de cavalgamento da NP, indicando a sobreposição da foliação relacionada ao transporte da NP nas estruturas da rampa lateral. Deformações tardias de caráter dúctil-rúptil afetam as foliações tanto do domínio NW quanto do WNW, gerando dobras abertas a suaves com planos axiais íngremes, por vezes associadas a falhas. Essas últimas apresentam dimensões quilométricas, como a Falha de Cássia de direção NW na porção sul da área que a norte se ramifica nas falhas do Funil e Peixoto, que têm orientação aproximadamente NS. Duas lentes de gnaisses, que com as idades U-Pb obtidas no presente trabalho puderam ser confirmados como ortognaisses pertencentes ao embasamento relacionado ao Cráton do São Francisco, ocorrem ao longo de falhas, como lascas tectônicas embutidas em meio às rochas da Nappe de Passos e do Grupo Canastra. Análises combinadas U-Pb e Lu-Hf em zircão pelo método *Laser Ablation Split Stream* (LASS) forneceram idades de cristalização em ca. 2,10 Ga (Riáciano) com valores de $\epsilon_{\text{Hf}}(\text{T})$ entre +10,0 a -1,8 e -0,2 a -13,0, respectivamente, para os ortognaisses alojados no Grupo Canastra e na Nappe de Passos. Datações U-Pb em grãos detríticos de zircão obtidos por LA-ICP-MS e LA-Q-ICP-MS permitiram determinar

limites deposicionais e indicar possíveis fontes dos sedimentos do Grupo Canastra, Nappe de Passos e Grupo Bambuí. Grãos de zircão do Grupo Canastra apresentaram idades entre 1,30 e 3,41 Ga, com pico principal em torno de 2,14 Ga (Riaciano), seguido por fontes secundárias de $\sim 2,70$ Ga (Neoarqueano). A idade máxima de sedimentação em 1301 ± 22 Ma é dada pelo zircão mais novo. As rochas da Nappe de Passos forneceram idades de zircões com populações meso- a neoarqueanos (3,08-2,50 Ga), Riaciono-Orosiriano (2,29-1,9 Ga, com importante pico em ca. 2,13 Ga), e, em menor proporção, Estateriano-Calimiano (1,78-1,61 Ga). O grão mais jovem forneceu a idade 753 Ma (2,65% discordante), sendo interpretada como a idade máxima de deposição para as unidades inferiores da Nappe de Passos, cerca de 150 Ma mais jovem do que estava estabelecido pelos dados existentes até então. A fonte predominantemente riaciona para os sedimentos da Nappe de Passos e do Grupo Canastra aponta forte contribuição do Cráton São Francisco, possivelmente relacionada aos granitóides juvenis do Cinturão Mineiro. As idades em torno de 1,70 Ga podem ser atribuídas a de diques máficos equivalentes aos denominados Pará de Minas, que cortam a porção sul do Cráton São Francisco. O metassiltito associado às rochas do Grupo Canastra na estrutura braquiantiforma, apresenta idades com picos de concentração em 586 Ma, 1157 Ma, predominante 2190 Ma, seguido de menores 2701 Ma e 3301 Ma. A idade máxima para a deposição dada pelo grão concordante mais jovem é 541 ± 14 Ma. Idades no limite Ediacarano/Cambriano (541 Ma) tem sido registradas para o Grupo Bambuí, por isso o metassiltito é atribuído a essa unidade, interpretado como depósito de *foreland* fortemente envolvido no processo de alojamento da NP que, por consequência, tem que ser Ediacarano ou mais jovem.

Palavras-chave: Proveniência sedimentar, Idade U-Pb em zircão detrítico, Nappe de Passos.

Abstract

The Passos Nappe is an important tectono-stratigraphic unit of the southern sector of Brasília Belt, exhibits an ESE-elongated structural. It is related to the tectonic convergence processes of the Paranapanema and São Francisco paleoplates that collided during the assembly of Gondwana supercontinent by the end of the Neoproterozoic. The present work focuses the northwestern sector of Passos Nappe, between the states of Minas Gerais and São Paulo, using geological mapping, to discuss the structural pattern of the area, together with provenance studies carried out on metasediments of Passos Nappe and adjacent compartments, by U-Pb dating on detrital zircon. The Passos Nappe is represented by Internal Domain and is thrust over the External Domain. This is constituted predominantly by metasedimentary rocks of Canastra Group. In the central portion of the area the thrust surface delineates a brachiantiformal structure, cored by rocks of the Canastra and Bambuí groups. The plane of stratification of the metasedimentary rocks are parallel to subparallel to the the thrust surface. The brachiantiforme displays axial plane foliation, affecting the rocks of the Passos Nappe and defining a domain with preferential orientation NW. The foliation extends on westerly of the area, where the system of folds has continuity, delineated by the lithostratigraphic units of Passos Nappe. These exposures show kilometer wavelength folding, with parasitic folds of different scales. In the northeast sector of the area the Canastra Group rocks define a domain where the main foliation has WNW direction with steep dips towards the SW. This foliation is axial plane of tight folds, with slightly plunging axes to the NW and SE. The kinematic indicators show tectonic regime compatible with sinistral lateral ramp. This foliation is affected by folds with axial planes of dip gently to SSW, parallel to the thrust surface of the Passos Nappe, indicating superposition structures developed in Passos Nappe under the External Domain. Late deformations of ductile-brittle behaviour affect the foliations of both NW and WNW domains, generating gentle to open folds with steep axial planes, sometimes associated with faults. These last have kilometeric dimensions, such as the Cassia Fault of NW direction in the southern sector of the area. To the north the Cássia Fault branches in the Funil and Peixoto faults, oriented approximately NS. U-Pb ages of two lenses of gneisses recognized in this work were confirmed as orthogneisses belonging to the basement of the São Francisco Craton. The orthogneisses occur along faults, such as tectonic slices hosted in the rocks of Passos Nappe and Canastra Group. Combined analyzes of U-Pb and Lu-Hf in zircon by the Laser Ablation Split Stream method (LASS) provided ca. 2.10 Ga (Rhyacian) with values of $\varepsilon_{\text{Hf}}(t)$ between +10.0 to -1.8 and -0.2 to -13.0 respectively, for orthogneisses housed in the Canastra Group and Nappe de Passos. U-Pb data in detrital zircons grains obtained by LA-ICP-MS and LA-Q-ICP-MS allowed to determine depositional limits and indicate possible sources of sediments of the Canastra Group, Passos Nappe and Bambuí Group. Zircon grains of the Canastra Group yielded

ages between 1.30 and 3.41 Ga, with main peak around 2.14 Ga (Rhyacian), followed by secondary sources of ~ 2.70 Ga (Neoproterozoic). The maximum sedimentation age at 1301 ± 22 Ma is given by the younger zircon. The rocks of Passos Nappe yielded ages with meso- to neoproterozoic populations (3.08-2.50 Ga), Rhyacian-Orosirian (2.29-1.9 Ga, with an important peak at ca. 2.13 Ga), and, to a lesser extent, Statherian -Calymmian (1.78-1.61 Ga). The youngest grain yielded the age of 753 Ma (2.65 % discordant), interpreted as the maximum depositional age for metasediments of the lower portion of Passos Nappe, about 150 Ma younger than was established by the then existing ones. The dominant Rhyacian source for the sediments of the Passos Nappe and the Canastra Group shows a strong contribution of the São Francisco Craton, possibly related to the juvenile granitoids of the Mineiro Belt. The ages around 1.70 Ga can be attributed to the swarm of mafic dikes equivalent to the so-called Pará de Minas, which cut the southern portion of the São Francisco Craton. The metasilite associated with the rocks of the Canastra Group in the brachiantiformal structure, show ages with concentration peaks at 586 Ma, 1157 Ma, main peaks at 2190 Ma and minor peaks at 2701 Ma and 3301 Ma. The youngest zircon age (541 ± 14 Ma) is interpreted as the maximum depositional age of the metasilite. Ages at the Ediacaran–Cambrian limit (541 Ma) have been registered for the Bambuí Group, therefore, the metasilite is attributed to this unit, interpreted as a deposit of foreland strongly involved in the process of housing the NP which, therefore, has to be Ediacaran or younger.

Keywords: Sedimentary provenance, U–Pb detrital zircon ages, Passos Nappe.

Sumário

1	INTRODUÇÃO	21
1.1	- Apresentação	21
1.2	- Localização e Vias de Acesso.	21
1.3	- Objetivos	22
1.4	- Estrutura da Tese	23
1.5	- Métodos	24
1.5.1	- Levantamento Bibliográfico	24
1.5.2	- Compilação de Dados Cartográficos	24
1.5.3	- Interpretação de Imagens de Satélite	25
1.5.4	- Mapeamento e Representação dos Dados	25
1.5.5	- Estudos de seções delgadas e polidas	26
1.5.6	- Geocronologia	26
1.5.6.1	- Datação U-Pb por LA-SF-ICP-MS	27
1.5.6.2	- Datação U-Pb por LA-Q-ICP-MS	27
1.5.6.3	- Datação U-Pb e Lu-Hf por <i>Laser Ablation Split Stream</i>	28
1.6	- Trabalhos Anteriores	29
2	CONTEXTO GEOLÓGICO REGIONAL	32
2.1	- Faixa Brasília Meridional	34
2.2	- Contexto Regional da Nappe de Passos	36
2.2.1	- Principais Feições Estruturais	38
3	COMPARTIMENTAÇÃO TECTÔNICA	42
4	UNIDADES LITOESTRATIGRÁFICAS	45
4.1	- Embasamento Paleoproterozoico	48
4.2	- Grupo Canastra	51
4.2.1	- Unidade Quartzito Micáceo (Ciqm)	52
4.2.2	- Unidade Ortoquartzito (Ciq)	54
4.2.3	- Unidade Filito 1 (Cif1)	55
4.2.4	- Unidade Quartzito 1 (Ciq1)	57
4.2.5	- Unidade Filito 3 (Cif3)	58
4.2.6	- Unidade Quartzito 3 (Ciq3)	58
4.2.7	- Unidade Filito 4 (Cif4)	60
4.3	- Nappe de Passos	63
4.3.1	- Unidade A	63

4.3.2 - Unidade B	65
4.3.3 - Unidade C	66
4.3.4 - Unidade D	67
4.3.5 - Unidade E	69
4.4 - Grupo Bambuí	70
4.4.1 - Unidade Metassilito	70
5 METAMORFISMO	72
5.1 Domínio Externo	72
5.2 Domínio Interno	73
6 GEOLOGIA ESTRUTURAL	77
6.1 Introdução	77
6.2 Setores e Análise de Elementos Estruturais	78
6.2.1 Setor Serra da Canastra	79
6.2.1.1 Fase D1DE	79
6.2.1.2 Fase D2DE	82
6.2.1.3 Fase D3DE	87
6.2.1.4 Fases Tardias (D4DE e D5DE)	90
6.2.2 Setores Estreito e Peixoto	92
6.2.2.1 Fase D1NP	93
6.2.2.2 Fase D2NP	96
6.2.2.3 Fase D3NP	108
6.2.2.4 Fase D4NP	115
6.2.3 Estruturas Rúpteis	116
6.2.4 Síntese do Quadro Estrutural e Comparação Entre Domínio Externo e Nappe de Passos	118
7 GEOCRONOLOGIA U-PB	124
7.1 Introdução	124
7.2 Tectonic implications of U-Pb ages of detrital zircons in metasedimentary rocks of the northwestern sector of the Passos Nappe, southern Brasília belt, Brazil	125
7.3 U–Pb and Lu-Hf geochronology of the Canastra Group and Passos Nappe: provenance and tectonic implications, southern Brasília belt, Brazil	188

8	DISCUSSÃO, PROVENIÊNCIA E EVOLUÇÃO TECTÔNICA . . .	260
8.1	Idade de deposição	260
8.2	Padrão estrutural	265
9	CONCLUSÕES	267
	REFERÊNCIAS	270
	ANEXOS	284
	ANEXO A – MAPA DE PONTOS	285
	ANEXO B – MAPA GEOLÓGICO NA ESCALA 1:100.000	286
	ANEXO C – SEÇÕES GEOLÓGICAS	287
	ANEXO D – MAPA ESTRUTURAL	288

Lista de ilustrações

Figura 1 – Imagem Geocover, ilustrando vias de acesso e localização da área de estudo (Fonte Inpe).	22
Figura 2 – Configuração esquemática do <i>Laser Ablation Split Stream</i>	29
Figura 3 – Mapa geológico simplificado da Faixa Brasília, modificado de Dardenne (2000).	33
Figura 4 – Seções geológicas mostrando a evolução da Nappe de Passos como exemplo da compartimentação tectônica do segmento sul da Faixa Brasília.	34
Figura 5 – A) Mapa tectônico da porção sul da Faixa Brasília Meridional com indicação da Área do presente trabalho e das áreas trabalhadas por outros autores. B) Detalhe mostrando as áreas estudadas.	35
Figura 6 – Coluna Litoestratigráfica da Nappe de Passos.	37
Figura 7 – Compartimentação tectônica adotada para área.	44
Figura 8 – Colunas tectono-estratigráficas da porção noroeste da <i>nappe</i> de Passos.	46
Figura 9 – Mapa Geológico da área estudada.	47
Figura 10 – Fotografias dos litotipos do embasamento (lente da falha de Cássia).	48
Figura 11 – Fotomicrografias de ortognaisse do embasamento, polarizadores cruzados.	49
Figura 12 – Amostra e fotomicrografia de ortognaisse do embasamento alojado no DE, polarizadores cruzados.	50
Figura 13 – Estruturas sedimentares nas rochas do Grupo Canastra na estrutura braquiantiforma	52
Figura 14 – Aspectos meso e microscópico dos litotipos da Unidade Quartzito Micáceo.	53
Figura 15 – Feição geomorfológica, estruturas sedimentares e feições petrográficas da Unidade Ortoquartzito.	55
Figura 16 – Em primeiro plano, feição geomorfológica e afloramentos da Unidade Filito 1.	56
Figura 17 – Feição geomorfológica e litológica da Unidade Quartzito Micáceo.	57
Figura 18 – Aspectos meso e microscópico da Unidade Filito 3	58
Figura 19 – Feição morfológica e de afloramento da unidade Quartzito 3.	59
Figura 20 – Fotomicrografia de quartzito pouco micáceo da unidade Quartzito 3. Matriz com forte recristalização dinâmica do quartzo em granulação fina.	60
Figura 21 – Feição geomorfológica e litotipos reconhecidos na Unidade Filito 4	62
Figura 22 – Feição geomorfológica e aspectos meso e microscópico da Unidade A.	64
Figura 23 – Feição geomorfológica, detalhe do quartzito da Unidade B e fotomicrografia	65
Figura 24 – Aspecto geomorfológico e feições meso e microscópicas de quartzomuscovita xisto da Unidade C	67

Figura 25 – Aspectos meso e microscópicos dos litotipos da Unidade D	68
Figura 26 – Fotomicrografias de litotipos da Unidade E	69
Figura 27 – Feição geomorfológica e aspectos meso e microscópico da Unidade Metassilito.	71
Figura 28 – Pares de fotomicrografias (polarizadores paralelos e cruzados) dos litoti- pos do Grupo Canastra.	73
Figura 29 – Fotomicrografias (polarizadores paralelos e cruzados) das unidades B e C da Nappe de Passos.	74
Figura 30 – Fotomicrografias (polarizadores paralelos e cruzados) das unidades D e E da Nappe de Passos.	76
Figura 31 – Setores estruturais adotados para área mapeada.	78
Figura 32 – Afloramentos de estruturas reconhecidas no Setor Serra da Canastra .	80
Figura 33 – Fotomicrografia de quartzito da Unidade Filito 4, S1 _{DE} em charneira de dobra D2 _{DE} marcada por cristais de muscovita e opacos.	81
Figura 34 – Estereograma mostrando as atitudes preferenciais de S0//S1 _{DE} no Setor Serra da Canastra.	82
Figura 35 – Estruturas pertencentes à fase D2 _{DE}	84
Figura 36 – Fotomicrografia de clorita-muscovita-quartzito mostrando a orienta- ção de cristais de mica e quartzito na foliação S2 _{DE} subvertical.	85
Figura 37 – Estereogramas das estruturas desenvolvidas na fase D2 _{DE} no Domínio Serra da Canastra.	85
Figura 38 – Atitudes e relação geométrica entre S0//S1 _{DE} e S2 _{DE} no Setor Serra da Canastra.	86
Figura 39 – Estruturas meso e microscópicas da fase D3 _{DE}	88
Figura 40 – Estereogramas mostrando a distribuição espacial de S3 _{DE} e eixo D3 _{DE} no Setor Serra da Canastra.	89
Figura 41 – Estruturas e estereograma das fases D4 _{DE} e D5 _{DE} do Setor Serra da Canastra.	91
Figura 42 – Afloramentos mostrando as relações entre S0//S1 _{NP} e S2 _{NP}	94
Figura 43 – Afloramento e fotomicrografia do Quartzito pouco micáceo da Unidade A.	94
Figura 44 – Mapa e seção geológica da porção norte do subsetor I, com conjunto de dobras interpretadas como fase D1 _{NP}	95
Figura 45 – Fotomicrografias de quartzito micáceo e muscovitita xisto da unidade A, mostrando S2 _{NP} como xistosidade e/ou clivagem de crenulação.	97
Figura 46 – Afloramentos com dobras de fase D2 _{NP} reconhecidas nos setores Estreito (A) e Peixoto (B).	98
Figura 47 – Estereogramas de S0, S2 _{NP} e lineações de intersecção (S0xS2 _{NP}) somadas aos eixos de dobras de fase D2 _{NP} medidas em rochas do Grupo Canastra na Braquiantiforma de Estreito	99

Figura 48 – Mapa, perfil e estereogramas da Braquiantiforma de Estreito	100
Figura 49 – Estruturas micro e mesoscópicas da fase D2 _{NP} reconhecidas no metarenito do Grupo Canastra e quartzito micáceo da Unidade A da Nappe de Passos.	101
Figura 50 – Mapa, perfis e estereogramas do Subsetor I.	102
Figura 51 – Mapa, perfil e estereogramas de acamamento e S2 _{NP} do Subsetor III.	104
Figura 52 – Afloramento de quartzito com dobra de fase D2 _{NP} com foliação S2 _{NP} plano axial íngreme.	105
Figura 53 – Estereogramas comparativo das medidas de S2 _{NP} . Comparação das orientações das estruturas D2 _{NP} (lineações mineral e estiramento, eixos de dobras, lineações de interseção (S0 e S2 _{NP})) dos setores Estreito e Peixoto na Nappe de Passos.	106
Figura 54 – Fotomicrografia (polarizadores paralelos) mostrando S2 _{NP} definida pela orientação de micas (muscovita e biotita), quartzo e pequenos prismas de epidoto.	107
Figura 55 – Afloramento e fotomicrografia com indicadores cinemáticos nas rochas da Nappe de Passos.	107
Figura 56 – Estruturas mesoscópicas e estereograma de eixos de dobras da Fase D3 _{NP}	108
Figura 57 – Estruturas micro e mesoscópica da fase D3 _{NP}	109
Figura 58 – Mapa mostrando falhas da fase D3 _{NP} afetando a foliação principal.	110
Figura 59 – Estruturas mesoscópicas da fase D3 _{NP}	111
Figura 60 – Mapas de elevação do mergulho da foliação S2 _{NP} da área de estudo.	114
Figura 61 – Estruturas das fases D3 _{NP} e D4 _{NP}	115
Figura 62 – Mapa com eixo de dobras D3 _{NP} e D4 _{NP} . Estereograma de medidas da lineação de crenulação e eixo de dobra D4 _{NP}	116
Figura 63 – Estruturas rúpteis e estereogramas.	117
Figura 64 – Fotomicrografia mostrando cristais de quartzo lenticularizados com forte recristalização durante D3 _{DE} definindo S3 _{DE} com textura milonítica.	119
Figura 65 – Síntese dos eventos tectônicos reconhecidos nos três setores.	120
Figura 66 – Fotomicrografia de metarenito do Grupo Canastra com grãos sedimentares parcialmente preservados, envoltos por finos grãos de quartzo recristalizado por <i>bulging</i> . Material preto insolúvel (seta branca) entre grãos sedimentares refletem possível processos por dissolução.	122
Figura 67 – Mapa com estereogramas de estruturas dúcteis das fases de deformação reconhecidas nos setores Serra da Canastra, Estreito e Peixoto.	123

Figura 68 – A) Map of the West Gondwana showing Gondwana orogenies (ca. 500 Ma) and distribution of Precambrian provinces (SPENCER et al., 2013). B)Tectonic map of the southern Brasília belt (adpated from Valeriano et al. (2000), with localization of the Passos Nappe (Fig. 69) and of the area studied in this work (Fig. 70).	127
Figura 69 – Geological map of the Passos Nappe	130
Figura 70 – Simplified geological map of the area studied in the northwest sector of Passos nappe.	131
Figura 71 – Metasedimentary rocks of the Canastra Group, Passos Nappe and Bambuí Group	132
Figura 72 – Outcrops and photomicrographs in the northeast limb of the Estreito Anticline.	133
Figura 73 – Cathodoluminescence images of zircon grains of the Canastra Group.	135
Figura 74 – Tera-Wasserburg diagram and $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ age histogram for detrital zircon from metasedimentary rocks from Canastra Group.	137
Figura 75 – Cathodoluminescence images of zircon grains of sample RH-55 (Unit A)	146
Figura 76 – Tera-Wasserburg diagram and $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ age histogram for detrital zircon from metasedimentary rocks of the Passos Nappe.	147
Figura 77 – Tera-Wasserburg diagram and $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ age histogram for detrital zircon from metasedimentary rocks from Bambuí Group.	157
Figura 78 – Cathodoluminescence images of zircon grains of samples RH-31 and RH-58.	158
Figura 79 – U-Pb detrital zircon relative probability distribution plots for metasedimentary rocks of the Canastra Group, Passos Nappe and Bambuí Group.	171
Figura 80 – A) Map of the West Gondwana showing Gondwana orogenies (ca. 500 Ma) and distribution of Precambrian provinces (SPENCER et al., 2013). B)Tectonic map of the southern Brasília belt (adpated from Valeriano et al. (2000), with localization of the Passos Nappe (Fig. 69) and of the area studied in this work (Fig. 70).	191
Figura 81 – Geological map of the study area.	194
Figura 82 – Cathodoluminescence images of zircon grains of the metasedimentary rocks of the Canastra Group.	198
Figura 83 – U–Pb concordia diagrams and probability distribution plots of the Canastra Group.	199
Figura 84 – U–Pb concordia diagrams and probability distribution plots of the Canastra Group.	200
Figura 85 – Cathodoluminescence images of zircon grains of the B and D units of the Passos Nappe.	226

Figura 86 – U–Pb concordia diagrams and probability distribution plots of the Passos Nappe.	227
Figura 87 – Cathodoluminescence images of zircon grains from the orthogneisses.	237
Figura 88 – U–Pb concordia diagrams, $^{176}\text{Hf}/^{177}\text{Hf}(t)$ vs $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ age and $\epsilon\text{Hf}(t)$ vs $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ age from the samples DCS-122 and DCS-115.	237
Figura 89 – $\epsilon\text{Hf}(t)$ vs. age diagram, showing all Lu–Hf results obtained from magmatic zircon of samples DCS-122 and DCS-155.	244
Figura 90 – Mapa geológico com localização das amostras analisadas do Grupo Canastra.	261
Figura 91 – Mapa geológico com localização das amostras metassedimentares da Nappe de Passos.	263
Figura 92 – Mapa com localização das amostras do metassiltito do Grupo Bambuí.	264

Lista de tabelas

Tabela 1 – Trabalhos consultados como fontes de dados.	25
Tabela 2 – Comparação entre as fases de deformação para porção meridional da Faixa Brasília.	41
Tabela 3 – U–Pb LA-SF-ICPMS data for sample RH-40	138
Tabela 4 – Continued	139
Tabela 5 – Continued	140
Tabela 6 – U–Pb LA-SF-ICPMS data for sample RH-49	141
Tabela 7 – Continued	142
Tabela 8 – Continued	143
Tabela 9 – U–Pb LA-SF-ICPMS data for sample DCS-113	144
Tabela 10 – Continued	145
Tabela 11 – U–Pb LA-SF-ICPMS data for sample RH-55	148
Tabela 12 – Continued	149
Tabela 13 – Continued	150
Tabela 14 – U–Pb LA-SF-ICPMS data for sample DCS-123	151
Tabela 15 – Continued	152
Tabela 16 – Continued	153
Tabela 17 – U–Pb LA-SF-ICPMS data for sample DCS-129	154
Tabela 18 – Continued	155
Tabela 19 – U–Pb LA-SF-ICPMS data for sample RH-31	159
Tabela 20 – Continued	160
Tabela 21 – Continued	161
Tabela 22 – U–Pb LA-SF-ICPMS data for sample DCS-134	162
Tabela 23 – Continued	163
Tabela 24 – U–Pb LA-Q-ICP-MS data for sample RH-58	164
Tabela 25 – Continued	165
Tabela 26 – Continued	166
Tabela 27 – Continued	167
Tabela 28 – U–Pb LA-SF-ICPMS data for sample DCS-135	168
Tabela 29 – Continued	169
Tabela 30 – Location and lithologic information for samples discussed in text. . . .	195
Tabela 31 – U–Pb LA-SF-ICPMS data for sample DES-356	202
Tabela 32 – Continued	203
Tabela 33 – Continued	204
Tabela 34 – U–Pb LA-Q-ICPMS data for sample DCS-120.	205
Tabela 35 – Continued	206

Tabela 36 – Continued	207
Tabela 37 – Continued	208
Tabela 38 – U–Pb LA–Q–ICPMS data for sample DCS-118.	209
Tabela 39 – Continued	210
Tabela 40 – Continued	211
Tabela 41 – Continued	212
Tabela 42 – U–Pb LA–SF–ICPMS data for sample DCS-132	213
Tabela 43 – Continued	214
Tabela 44 – Continued	215
Tabela 45 – U–Pb LA–Q–ICPMS data for sample DCS-117	216
Tabela 46 – Continued	217
Tabela 47 – Continued	218
Tabela 48 – Continued	219
Tabela 49 – U–Pb LA–Q–ICPMS data for sample DCS-11.	220
Tabela 50 – Continued	221
Tabela 51 – Continued	222
Tabela 52 – U–Pb LA–Q–ICPMS data for sample DCS-11.	223
Tabela 53 – U–Pb LA–SF–ICPMS data for sample DCS-130.	224
Tabela 54 – Continued	225
Tabela 55 – U–Pb LA–Q–ICPMS data for sample DCS-02.	228
Tabela 56 – Continued	229
Tabela 57 – Continued	230
Tabela 58 – Continued	231
Tabela 59 – U–Pb LA–Q–ICPMS data for sample DCS-114.	232
Tabela 60 – Continued	233
Tabela 61 – Continued	234
Tabela 62 – Continued	235
Tabela 63 – U–Pb LA–SF–ICPMS data for sample DCS-122.	238
Tabela 64 – U–Pb LA–SF–ICPMS data for sample DCS-115.	239
Tabela 65 – Lu–Hf LA–MC–ICPMS data for sample DCS-122.	240
Tabela 66 – Lu–Hf LA–MC–ICPMS data for sample DCS-115.	241

1 INTRODUÇÃO

1.1 - Apresentação

Na porção sul da Faixa Brasília, a *Nappe* de Passos representa uma importante unidade tectônica neoproterozoica, estando relacionada à colisão das paleoplacas São Francisco-Congo, Paranapanema e Amazônia que deu origem ao supercontinente Gondwana.

A cartografia regional, como a Folha Rio de Janeiro SF.23 na escala 1:1.000.000 (LEITE et al., 2004), mostra a ocorrência de rochas fanerozoicas cobrindo a porção noroeste da *nappe*. Entretanto, o Rio Grande nessa região forma expressiva janela erosiva com exposição das rochas pré-cambrianas ao longo da suas margens, como evidenciado por trabalho de mapeamento realizado pela Unesp em 1987.

Na área de estudo o Domínio Interno é representado por metassedimentos da *Nappe* de Passos (NP), que se sobrepõe ao Domínio Externo (DE) através de superfície de cavalgamento. O DE compreende rochas do Grupo Canastra com forte estruturação subvertical de direção WNW. As rochas da NP ao longo do Rio Grande ocorrem complexamente dobradas e cortadas por falhas tardias.

O presente trabalho visa contribuir para o melhor entendimento da estratigrafia, estrutura e evolução tectônica da Faixa Brasília na porção noroeste da *Nappe* de Passos. Além disso, busca investigar a fonte de sedimentos de unidades litoestratigráficas do Grupo Canastra e *Nappe* de Passos através de análises U-Pb e Lu-Hf em grãos de zircão.

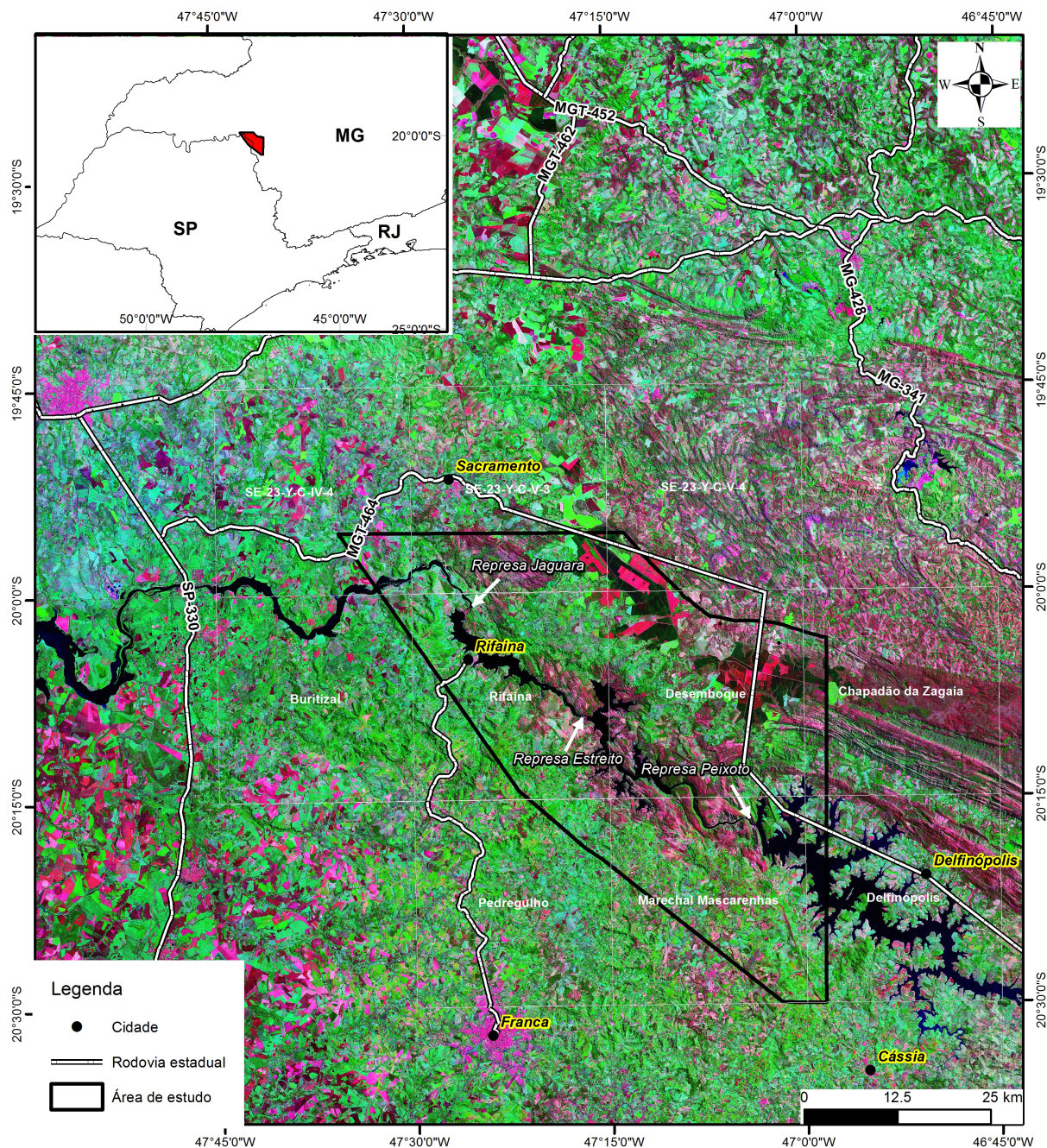
Para melhor delineamento das unidades litoestratigráficas foram integrados trabalhos de mapeamento geológico de escala 1:25.000 realizado por alunos do curso de geologia da UNESP e parte da Folha Desemboque, em escala 1:100.000 (SIMÕES et al., 2017).

1.2 - Localização e Vias de Acesso

A área de estudo está localizada na porção sudoeste do Estado Minas Gerais e nordeste do Estado de São Paulo (Figura 1), englobando as regiões das Represas de Jaguará, Estreito e Peixoto situadas no Rio Grande. Compreendida entre as coordenadas 19° 55' 41" e 20° 30' 60" de latitude sul e 47° 35' 37" e 46° 58' 31" de longitude oeste, com um formato irregular de aproximadamente de 2.000 km². A área abrange parte dos municípios de Rifaina (SP), Definópolis (MG), Ibiraci (MG), Sacramento (MG) e o Vilarejo Desemboque (MG). Está situada na divisa dos estados de São Paulo e Minas Gerais correspondendo a parte das folhas topográficas (1:50.000): Marechal Mascarenhas, Rifaina, Desemboque, Pedregulho, Chapadão da Zagaia, Delfinópolis, Buritizal, SF-23-Y-C-IV-4, SF-23-Y-C-V-3 e SF-23-Y-C-

V-4.

Figura 1 – Imagem Geocover, ilustrando vias de acesso e localização da área de estudo (Fonte Inpe).



1.3 - Objetivos

A área estudada conta com levantamentos geológicos de contexto regional e raros estudos de semi-detulhe. Tal situação impede o entendimento mais completo da delimitação

e evolução tectônica da *Nappe* de Passos e torna difícil as correlações estratigráficas como, por exemplo unidades do Grupo Canastra.

O objetivo principal do trabalho é caracterizar a litoestratigrafia e o padrão estrutural da porção NW da *Nappe* de Passos e unidades adjacentes, definir seus limites e comparar as proveniências dos metassedimentos das principais unidades da área. As metas específicas deste estudo são:

- Completar, aprimorar e discutir o mapa geológico em escala 1:100.000 da porção NW da *Nappe* de Passos, enfocando a região entre Sacramento (MG) e a Represa de Peixoto e Estreito (MG), abrangendo também parte do município de Rifaina (SP), na margem esquerda do Rio Grande.

- Levantar o padrão estrutural da área, caracterizando como se dá a passagem entre os setores com orientações NW e WNW, buscando entender seu significado na evolução estrutural da área.

- Fazer análise comparativa de proveniência de metapsamitos da NP e do DE, com base em datação de cristais de zircão detríticos.

1.4 - Estrutura da Tese

A redação da tese segue as normas propostas pela ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas), conforme sugerem as diretrizes para apresentação de dissertações e teses da Universidade Estadual Paulista. É apresentada na forma de nove capítulos: este primeiro capítulo com caráter introdutório, Capítulo 2 com a contextualização da área na compartimentação tectônica da Faixa Brasília e unidades geológicas regionais; Capítulo 3 apresenta a compartimentação tectônica da área de estudo; Capítulo 4 dedica-se à descrição e caracterização das unidades litoestratigráficas da área; Capítulo 5 apresenta as principais características metamórficas da *Nappe* de Passos e do Domínio Externo.

Os capítulos seguintes tratam do desenvolvimento da pesquisa propriamente dita, dedicando-se à descrição e caracterização dos eventos deformacionais inseridos nos domínios Interno e Externo, e discussão de proveniência com foco na datação de grãos de zircão detrítico das rochas metassedimentares da NP e do Grupo Canastra. Estes capítulos estão organizados da seguinte forma:

O **Capítulo VI** discute os elementos estruturais reconhecidos nos diferentes domínios litotectônicos, utilizando-se as técnicas usuais de análise estrutural.

O **Capítulo VII** apresenta resultados U-Pb em zircão detríticos das rochas metassedimentares dos Grupo Canastra e da *Nappe* de Passos e análises isotópicas U-Pb e Lu-Hf em zircão ígneos de ortogneisses alojados nas unidades tectono-estratigráficas. Os dados estão organizados sob a forma de dois artigos a ser submetidos a periódico científico

(*Tectonic implications of U-Pb ages of detrital zircons in metasedimentary rocks of the northwest sector in Passos Nappe, southern Brasília belt, Brazil e U-Pb and Lu-Hf geochronology of the Canastra Group and Passos Nappe: provenance and tectonic implications, southern Brasília belt, Brazil*)

O **Capítulo VIII** apresenta um modelo de evolução geológica da área, considerando o conjunto de dados apresentados ao longo do trabalho.

O **Capítulo IX** traz as considerações finais do trabalho.

1.5 - Métodos

Para alcançar os objetivos propostos na tese foram realizados: levantamento bibliográfico; compilação de dados cartográficos; interpretações de imagens de satélite e aerogeofísicas; mapeamento geológico, estudos de seções delgadas e polidas; além de análise isotópica U-Pb. Tais métodos e etapas de trabalho são descritos abaixo.

1.5.1 - Levantamento Bibliográfico

Foram realizados levantamentos bibliográficos sobre a geologia da área estudada e demais temas de interesse, tais como estratigrafia, evolução tectônica da Faixa Brasília Meridional, geologia estrutural, metamorfismo e datação *in situ* por U-Pb em zircão detrítico. Foram pesquisados em artigos de periódicos, livros texto, teses de doutorado, dissertações de mestrado, anais de congressos e simpósios científicos.

1.5.2 - Compilação de Dados Cartográficos

Durante a elaboração do presente trabalho, realizou-se, primeiramente, a compilação de dados bibliográficos enfocando mapas geológicos contidos em dissertações e teses, além de, adquirir dados vetoriais em SIG (Sistema de Informações Geográficas) no site da CODEMIG (Companhia de Desenvolvimento Econômico de Minas Gerais) e CPRM (Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais) para gerar a base topográfica. Também foram integrados trabalhos de mapeamento realizados como atividades do curso de graduação em Geologia da Unesp, projetos denominados Peixoto, Cássia, Estreito e Bela Mansão, elaborados respectivamente, 1987, 1990, 1994 e 2006 (Figura 5B). Os dados contemplam também uma parte do mapeamento geológico da Folha Desemboque de escala 1:100.000 (SIMÕES *et al.*, 2017), realizado através do Projeto Triângulo Mineiro (CODEMIG), com colaboração da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) e da Universidade Estadual Paulista (UNESP). O datum utilizado é o WGS-84 projeção UTM zona 23S.

A tabela abaixo mostra as fontes dos dados da porção noroeste da *Nappe* de Passos compilados neste trabalho. Foram levantados dados em 138 afloramentos, analisadas 57

lâminas petrográficas e determinadas as idades isotópicas em 21 amostras.

Tabela 1 – Trabalhos consultados como fontes de dados.

Projeto	Título	Sigla	Afloramentos geológicos	Lâminas petrográficas	Datações geocronológicas	Escala do mapa	Fonte
Represa de Peixoto	Geologia de campo II	RP	245	29	0	1:25.000	Relatório Interno, Unesp (1987)
Cássia	Geologia de campo II	CA	14	5	0	1:25.000	Relatório Interno, Unesp (1990)
Represa de Estreito	Mapeamento geológico	ES	911	2	0	1:25.000	Relatório Interno, Unesp (1994)
Tese de doutorado	Evolução tectonometamorfica da nappe de Passos, sudoeste de Minas Gerais	LSD	94	0	0	1:100.000	Simões (1995)
Bela Mansão	Geologia de Campo II	BM	466	64	0	1:50.000	Relatório Interno, Unesp (2007)
Folha Desemboque	Folha Desemboque SF.23-V-A-II	DES	675	73	0	1:100.000	Simões et al., (2017)
Tese de doutorado	Geologia e Geocronologia da Nappe de Passos e do Grupo Canastra na Região da Represa de Estreito, Sudoeste de Minas Gerais	DCS	138	57	21	1:100.000	presente trabalho
			2543	230	21		

1.5.3 - Interpretação de Imagens de Satélite

Imagens do Google Earth e Geocover auxiliaram no reconhecimento e identificação de feições geológicas mapeáveis como alinhamento de drenagens indicativas de discontinuidades tectônicas; traços de foliações, fraturas, dobras e inclinação de camadas, contatos litológicos e possíveis truncamentos de camadas. As imagens foram trabalhadas no programa ArcGis 10.1 com auxílio das extensões ArcMap, ArcToolbox e ArcScene.

1.5.4 - Mapeamento e Representação dos Dados

O mapeamento geológico, tendo como base interpretações prévias das imagens de satélite e aerogeofísicas, foi desenvolvido em nove etapas de campo realizadas no período de março 2015 a maio de 2017. Cinquenta e um dias de campo no âmbito projeto de mapeamento da folha Desemboque (SIMÕES et al., 2017) e 32 dias para complementar o mapeamento da área do doutorado. O objetivo principal das atividades de campo foi a realização do mapeamento geológico e estrutural, com coleta de amostras da maioria dos litotipos presentes na área de estudo para estudos petrográficos de proveniência através de análises isotópicas U-Pb e Lu-Hf.

Dados coletados em campo foram plotados nos mapas de pontos (Anexo A), geológico (Anexo B) e estrutural (Anexo D). Os dados estruturais, planares e lineares são representados em estereogramas, rede de Schmidt-Lambert com projeção no hemisfério inferior, utilizando-se do Programa StereoNet versão 10.1.0 (64-bit), disponível em:

<http://www.geo.cornell.edu/geology/faculty/RWA/programs/stereonet.html>. As dobras são descritas de acordo com a classificação proposta por Fleuty (1964).

O trabalho foi realizado com base nos métodos tradicionais de levantamento estrutural, buscando estabelecer a geometria e gerações das estruturas por meio de critérios de superposição (HOBBS; MEANS; WILLIAMS, 1976; RAMSAY; HUBER, 1987).

1.5.5 - Estudos de seções delgadas e polidas

Foram confeccionadas 57 seções delgadas e 21 de lâminas polidas, almejando caracterizar mineralogia, grau metamórfico, relações microtectônicas e cinemática. As lâminas foram analisadas e fotografadas em microscópio petrográfico no Laboratório de Microscopia do Departamento de Petrologia e Metalogenia do Instituto de Geociências e Ciências Exatas (UNESP).

As abreviações usadas para os minerais segue a proposta de Whitney e Evans (2010)

1.5.6 - Geocronologia

Durante as etapas de campo foram coletadas amostras em afloramentos representativos das unidades estudadas. Buscou-se coletar pelo menos duas amostras de cada unidade para determinação da idade U-Pb em grãos de zircão. Foi realizada limpeza nos afloramentos, para remoção do material superficial eventualmente caído de cima, a fim de evitar a contaminação pela incorporação de grãos minerais de diferentes idades. Inicialmente o tratamento das amostras se deu no Laboratório de Preparação de Amostras da Unesp Rio Claro, envolvendo as etapas de fragmentação, peneiramento, bateamento, separação magnética e por líquido denso. São descritas abaixo as etapas de preparação.

Preparação de Amostras - Os concentrados de zircão foram obtidos a partir de 10 kg de amostra (quartzito, filito/xisto ou gnaiss), fazendo-se a fragmentação inicial com um britador de mandíbula. Esse material foi rebitado sucessivamente em britador de mandíbula pequeno até a obtenção de um pó de rocha. Após o processo de britagem as amostras foram peneiradas e a fração ≥ 80 mesh foi processada em bateias mecânicas para obtenção do concentrado de minerais pesados. Utilizou-se um ímã de mão para eliminação das fases magnéticas e, em seguida, o separador magnético isodinâmico Frantz. O concentrado de minerais (≥ 80 mesh) foi colocado em bromofórmio, para separar as fases com densidade maior do que $2,89 \text{ g/cm}^3$. A partir desse concentrado das fases pesadas foi realizada a catação dos grãos com auxílio de pinça e de lupa binocular. Foram selecionados grãos de diferentes formas, de cor rosada a laranja e transparente; zircão marrom escuro a opaco não foram catados pois indicam, em geral, alto grau de metamictização. Aproximadamente 150 grãos, por amostra, foram inseridos sobre uma

fitas adesivas e posteriormente montados em blocos de *mount* de 2,5 cm de diâmetro. O processo foi finalizado com polimento da pastilha *epoxy* para análise *in situ*.

Vinte e uma amostras foram preparadas para determinações isotópicas U-Pb, doze foram analisadas no Laboratório de Geologia Isotópica da Universidade de Campinas por meio de *Laser Ablation Sector Field Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometer* (LA-SF-ICP-MS) e o restante nos laboratórios do *Department of Earth and Atmospheric Sciences* da Universidade de Alberta, Edmonton, no Canadá. Oito amostras tiveram análises por meio de *Laser Ablation Quadrupole Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometer* (LA-Q-ICP-MS) e três através do método *Laser Ablation Split Stream* (LASS).

1.5.6.1 - Datação U-Pb por LA-SF-ICP-MS

As determinações isotópicas U-Pb foram obtidas por ablação com laser combinada à espectrometria de massa com setor eletromagnético com plasma indutivamente acoplado (LA-SF-ICP-MS), modelo ELEMENT XR da Thermo Fischer Scientific. Nesse método foram analisados 80 grãos; a partir de imagens de catodoluminescência foi possível analisar núcleos e bordas na maioria dos cristais de zircão.

A aquisição adotada compreende ablação em *spots* de 25 μm , frequência de 10 Hz e intensidade de 4,74 J/cm². O tempo total de varredura das massas foi de 60 s, sendo 30s de *background* seguido de ablação. Para correção e comparação, utilizou-se o zircão 91500 (WIEDENBECK et al., 2004) como referência primária, e para controle de qualidade, utilizou-se, como padrão secundário, o zircão Peixe [idade de 564 ± 4 por ID-TIMS (DICKINSON; GEHRELS, 2003)] para monitorar a qualidade do processo de redução do Pb comum.

As aquisições e reduções das análises foram tratadas utilizando-se *software Iolite* versão 2.5, seguindo a metodologia descrita por Paton et al. (2010). Posteriormente os dados foram plotados em uma extensão do Microsoft Excel, o *Isoplot 3* (LUDWIG, 2003) para obtenção de gráficos com razão $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$.

1.5.6.2 - Datação U-Pb por LA-Q-ICP-MS

As análises U-Pb foram obtidas por ablação a laser em espectrômetro de massa com plasma indutivamente acoplado (LA-ICP-MS). Nesse método foram selecionados 130 grãos. Foi utilizada uma fonte de laser *New Wave* UP-213 acoplado a um ICAP-Q quadrupolo *Thermo Scientific*. O laser foi operado em frequência 5 Hz, produzindo cavidades com diâmetros de 30 μm , com densidade de energia em torno de 3 J/cm². As ablações foram conduzidas em atmosfera de He a uma taxa de fluxo de 0,5 L/min por meio de célula de ablação. A saída da célula foi unida a uma linha de gás de Ar (0,55 L/min) e uma linha N₂ (4mls/min) antes de entrar no injetor. O equipamento foi auto-ajustado para o uso do padrão sintético NIST 612 e então manualmente ajustado à composição do gás Ar para

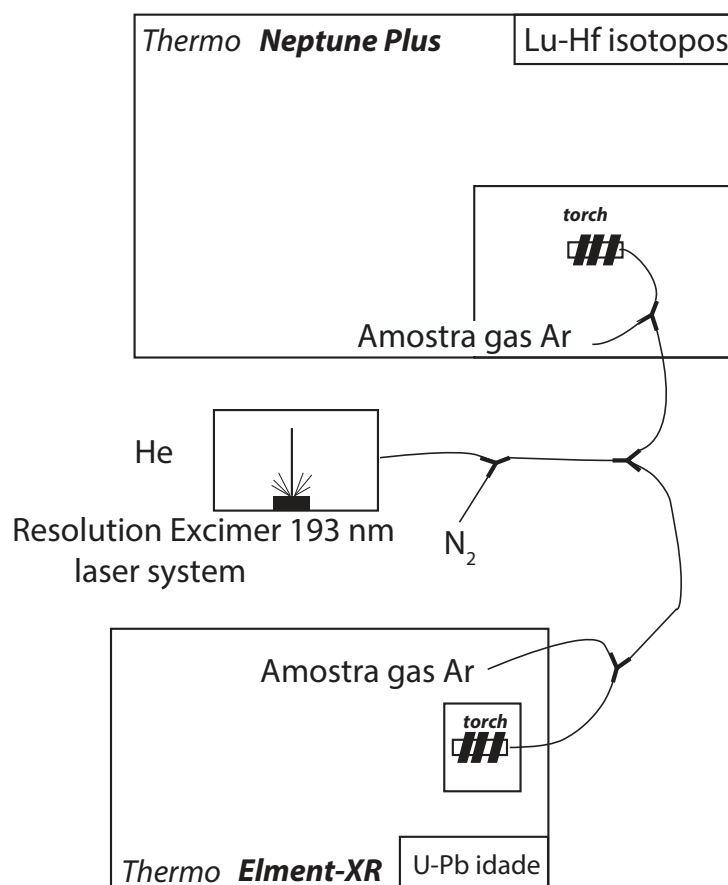
aquisição da razão U/Th em torno de 1,05. As análises individuais foram completadas após 70 s, incluindo 25 s para leitura do branco e 30-45 s de *washout*. Foram utilizados os padrões G-J1 (JACKSON et al., 2004), Plešovice (SLÁMA et al., 2008) e 94-35 (KLEPEIS; CRAWFORD; GEHRELS, 1998). Todos os dados foram reduzidos off-line usando *software Iolite* (PATON et al., 2010) e a redução de dados no programa *VizualAge* (PETRUS; KAMBER, 2012). A reprodutibilidade 2σ para os padrões é estimada para ser de $\sim 2-3\%$ para $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ e $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$. Dados que continham quantidades significativas de Pb comum foram corrigidos usando o método de Andersen (2002). Todos os dados foram tratados utilizando-se o *software* Isoplot 4 (LUDWIG, 2003)

1.5.6.3 - Datação U-Pb e Lu-Hf por *Laser Ablation Split Stream*

Análises combinadas U-Pb e Lu-Hf em grãos de zircão ígneo/metamórfico foram realizadas no *Artic Resources Laboratory* da Universidade de Alberta. A técnica *in situ* permite medições simultâneas de isótopos U-Pb-Hf e composição de elementos traços durante uma única ablação. O método inicialmente foi descrito por Yuan et al. (2008) e Xie et al. (2008), posteriormente refinado por Fisher, Vervoort e DuFrane (2014). Aproximadamente 70 grãos foram selecionados para as análises. Usando dois espectrômetros de massa independentes (*Element-XR* e *Neptune Plus*) (Figura 2), a aquisição dos isótopos Hf e U-Pb é feita através de um laser *Resolution Excimer* 193 nm com frequência 10 Hz e intensidade de 4 J/cm^2 , produzindo spot de $33 \mu\text{m}$ de diâmetro no grão. O material ablado é transportado para fora da célula do laser por meio de He ($\sim 800-850 \text{ mL/min}$), posteriormente misturado com N_2 ($12-14 \text{ mL/min}$) e Ar ($\sim 1.6-1.8 \text{ L/min}$, dividido entre dois instrumentos) na câmara do sistema de ablação. A mistura da amostra ablada + He + N_2 + Ar é então separada em duas fases através de uma conexão em "Y", dividindo o produto da ablação para dois espectrômetros de massa independentes (Figura 2). As análises U-Pb foram realizadas em um monocolletor de espectrômetro de massa *Thermo Element-XR*, usando um multiplicador de elétrons secundários. As medidas isotópicas de Hf foram determinadas em um multicoletor de espectrômetro de massa *Thermo Neptune Plus*, usando múltiplos detectores Faraday com amplificadores de $10^{11} \Omega$ operando no modo de coleta estática. O tempo de varredura foi de aproximadamente 115 s, consistindo de 30 s de *background* seguido de 45 s de ablação e 40 s de *washout*. Os dados Hf e U-Pb foram processados no *software Iolite* v3.32 (<http://iolite-software.com/>). Os erros analíticos são citados como 2σ (SD) ou erros padrão (SE), representando limites de confiança de aproximadamente 95% para dados com distribuição normal. A correção do fracionamento para determinação da idade U-Pb foi calibrada usando o zircão Plešovice como material de referência. Os padrões de zircão 91500 (1063 Ma) e LH94-15 (1830 Ma) foram utilizados como material de referência secundário.

Devido às correções necessárias para interferências isobáricas de ^{176}Yb e ^{176}Lu na massa de ^{176}Hf , cada sequência analítica incluiu uma variedade de padrões secundários

Figura 2 – Configuração esquemática do *Laser Ablation Split Stream*, modificado de Fisher, Vervoort e DuFrane (2014).



com idade e composição de isótopos de Hf conhecidas (diferente relação Yb/Hf). Esses padrões são intercalados em uma ordem desconhecida para avaliar a precisão da correção de interferência.

Zircão sintético com HREE [MUNZirc 1 e MUNZirc 4, mesma razão $^{176}\text{Hf} / ^{177}\text{Hf}$, mas variável relação Yb/Hf (FISHER; VERVOORT; DUFRANE, 2014)] foram avaliados, juntamente com zircão 91500 e LH94-15. A razão medida de $^{176}\text{Yb} / ^{173}\text{Yb}$ foi calibrada iterativamente para otimizar a correção de interferência Yb, monitorada por materiais de referência de zircão com conteúdo variável de Yb (91500, LH94-15, MUN1 e MUN4).

1.6 - Trabalhos Anteriores

A literatura geológica que aborda a área compreende trabalhos regionais, como as teses de doutorado de Simões (1995) e Silva et al. (2006) e as folhas Desemboque (SIMÕES et al., 2017) e Sacramento (SILVA et al., 2017) na escala 1:100.000 do Estado de Minas Gerais. De escala menor, a dissertação de Cortes (2014) que propõe uma compartimentação geomorfológica-estrutural para região que abrange parte da área de estudo.

A tese de [Simões \(1995\)](#), que abrange a porção sudeste da área estudada, discute a evolução tectônica e metamórfica neoproterozoica com enfoque na *Nappe* de Passos, por meio de mapeamento geológico, análise estrutural, estudos petrográficos, além de caracterização metamórfica por meio de química mineral com microsonda eletrônica. O autor identificou nove unidades litoestratigráficas na *Nappe* de Passos, fechamento SE da estrutura antiformal da Barragem de Peixoto, as Falhas de Cássia, Peixoto e Funil, e a superfície de cavalgamento da base da *Nappe* de Passos, separando os conjuntos de rochas relacionados aos domínios Interno e Externo. Além disso, caracterizou o gradiente metamórfico invertido da *Nappe*, estabelecendo através de estudos geotermobarométricos que as condições de temperatura variam de 486 °C, na base da *nappe* a 739 °C, próximo ao topo.

[Silva \(2003\)](#) apresenta mapa geológico e estrutural das regiões de Araxá e Tapira, colocando rochas do Grupo Canastra, a norte da área, na forma de três escamas tectônicas. Por meio de estudos geotermobarométricos identificou diferentes condições de metamorfismo para essas escamas. Também reconheceu complexidade estrutural, caracterizando vários eventos deformacionais e reconhecendo dobras de dimensões quilométricas e zonas de cisalhamento, entre elas a Zona de Cisalhamento Canastra Norte, que ocorre na porção norte da área do presente estudo.

[Cortes \(2014\)](#) propõe uma compartimentação geomorfológica estrutural, com base em informações geológicas, estruturais, geomorfológicas e geofísicas. Os dados de campo mais os produtos de sensores remotos foram tratados e integrados em ambiente SIG (Sistema de Informação Geográfica). O trabalho apresenta e discute o papel da tectônica na evolução geomorfológica do relevo na borda ocidental da Serra da Canastra. Com base nesses estudos define 14 compartimentos geomorfológicos, sendo apresentados com as denominações: F1 (Superfícies Aplainadas de Cimeira), F2 (Encostas de Rebordo Erosivo), F3 (Bacia de Colmatação – Nascentes do Castelhana), PCg1 (Serra de São Gerônimo – Gr. Canastra), PCg2 (Topos nivelados em exumação), PCg3 (Serra da Chapada - Quartzitos com alto mergulho), PCg4 (Depressão Suavizada de Bela Mansão), PCi1 (Serra do Cemitério – Quartzitos Canastra subverticalizados), PCi2 (Quartzitos Araxá em Paleorrelevo), PCi3 (Serra do Boqueirão), PCi4 (Colinas Médias), PCi5 (Superfícies Rebaixadas Interiores), PCi6 (Serra de Peixoto), PCi7 (Serra da Gurita – Rampa lateral de Capitólio).

No mapa geológico da folha Desemboque, [Simões et al. \(2017\)](#) reconhecem rochas do embasamento que são correlacionados ao Complexo Campos Gerais ([CAVALCANTE et al., 1979](#)), litotipos dos grupos Araxá e Canastra e sedimentos da Bacia do Paraná. O mapeamento identificou discordância paleozoica da Bacia do Paraná com as rochas da Faixa Brasília Meridional, definindo quatro compartimentos tectônicos (Bacia do Paraná, Domínio Externo, Domínio Interno e Domínio Autóctone) por meio das características litológicas e estruturais. A análise estrutural e tectônica da área possibilitou a delimitação

de dois domínios: (1) Domínio Represas, caracterizado por orientação preferencial da foliação principal na direção NW, (2) Domínio NE onde a orientação preferencial da foliação é WNW (SIMÕES et al., 2017).

A porção sudoeste da folha Sacramento encontra-se a noroeste da área do presente estudo. Silva et al. (2017) reconheceram nesta região rochas sedimentares da Bacia do Paraná e litotipos neoproterozoicos dos grupos Araxá e Canastra. As unidades metassedimentares, em geral, apresentam contatos com direção NW-SE, dobras de comprimento de onda quilométrico com eixo para SE, associada a foliação principal na direção NW-SE. Tal orientação corresponde à foliação principal do Domínio Represas descrito por Simões et al. (2017).

9 CONCLUSÕES

A porção noroeste da Nappe de Passos mostra um complexo quadro geológico, devido aos vários estágios tectônicos sofridos durante sua evolução. Os dados adquiridos por mapeamento somados a estudos petrográficos e de análise estrutural, apoiados com dados geocronológicos evidenciam diferentes ambientes tectônicos e padrões estruturais para o Domínio Externo e Nappe de Passos. O trabalho realizado ao longo dessa pesquisa permitiu um avanço importante no entendimento da porção noroeste da Nappe de Passos e também torna evidente alguns aspectos que necessitam de estudos mais detalhados para uma compreensão mais completa da evolução geológica dessa região. As principais conclusões podem ser resumidas como se segue:

(I) O Domínio Externo é constituído por rochas do Grupo Canastra, que representa os primeiros depósitos da margem passiva do paleocontinente São Francisco. O estudo de proveniência dos metassedimentos revela como fontes rochas do cráton, com forte contribuição de detritos riacianos, representados provavelmente por rochas que ocorrem no Cinturão do Mineiro. Dados U-Pb em zircões detríticos forneceram para as populações mais jovens idades $\sim 1,30$ Ga, que é tida como a idade máxima para a deposição do grupo na área de estudo. Esse valor pode estar indicando uma sequência contemporânea às unidades da Bacia Carandaí e à sequência do Espinhaço Superior, que possuem idades máximas para a deposição similares.

(II) As rochas atribuídas ao Grupo Canastra no núcleo da braquiantiforma sugerem sedimentação plataformal rasa devido às estruturas identificadas (marcas de onda e estratificações cruzadas tabulares e acanaladas). A moda mais jovem de grãos detríticos forneceu idade de 1,57 Ga. Esses valores são mais antigos que os obtidos para os metassedimentos da porção nordeste. Embora, para os dois conjuntos de rochas os valores obtidos sejam idades de máxima deposição, a ausência de zircões mais jovens pode indicar que representem duas sequências mais antigas do que as rochas do Grupo Canastra, que ocorre mais a norte, para o qual a idade máxima de sedimentação é 0,9 Ga. Poderiam representar dois episódios de rifteamento, equivalentes aos registrados no sistema de rifte do Espinhaço e nas bacias São João del Rei e Carandaí na porção sudeste do Cráton do São Francisco.

(III) Os espectros de zircões detríticos da Nappe de Passos mostram pico de idades similar a rochas do Grupo Canastra, sugerindo que ambas as unidades tiveram a mesma área fonte durante a evolução de suas bacias. Entretanto, o grão mais jovem forneceu a idade de 753 Ma, indicando idade máxima de deposição para as unidades inferiores da Nappe de Passos. Portanto, apesar das fontes semelhantes, é possível que as rochas da Nappe de Passos sejam mais jovens do que as do Grupo Canastra. Dados geocronológicos

apresentados neste trabalho adicionados aos de Valeriano et al. (2004) evidenciam a baixa contribuição de fontes <1,0 Ga para bacia dos protólitos da Nappe de Passos. Sugerindo pouco volume de rocha <1,0 Ga no Cráton do São Francisco.

(IV) Os resultados U-Pb de zircão detríticos do metassiltito se mostraram bastante variados entre as amostras. No conjunto, é possível observar nessa unidade influência de fontes de sedimentos neoproterozoicas-ediacaranas, sendo assim atribuída ao Grupo Bambuí que representa uma bacia *foreland*. Os dados geocronológicos indicam a ocorrência ocidental nessa região do Grupo Bambuí na Faixa Brasília Meridional.

(V) Os ortognaisses com idades de cristalização em 2,10 Ga, embutidos em meio às rochas da Nappe de Passos e do Grupo Canastra, sugerem substrato de rochas riacianas na borda sudoeste do Cráton São Francisco. Dados combinados Lu-Hf e U-Pb nos zircões desses ortognaisses mostram similaridade com rochas geradas no Cinturão Mineiro, localizadas na porção sul do craton.

(VI) As datações obtidas para as lentes tectônicas de ortognaisses permitiram confirmar que se tratam de rochas do embasamento relacionadas ao Cráton São Francisco.

(VII) Com relação à história deformacional da área, destaca-se a alta complexidade revelada pela disposição e orientação das estruturas. No Setor Serra da Canastra as feições planares, lineares e indicadores cinemáticos mostram que a deformação principal está associada a regime de cisalhamento sinistral, possivelmente relacionada a rampa lateral ou zona de rasgamento.

(VIII) A deformação principal nas rochas da Nappe de Passos se deve a um cisalhamento tangencial de baixo ângulo responsável pelo transporte tectônico dessa unidade em direção ao Cráton do São Francisco. Sob regime de deformação não coaxial, a fase principal é responsável pela geração de dobras apertadas com foliação plano axial que constitui a estrutura principal, de caráter regional, dessa unidade. Essa deformação afeta as rochas do Setor Serra da Canastra, desenvolvendo uma foliação com penetratividade heterogênea, que se encontra paralela à superfície de empurrão.

(IX) A foliação principal é plano axial da estrutura braquiantiforma gerada durante processos tardios do transporte tectônico da nappe. A deformação é relativamente fraca nas rochas metassedimentares dos grupos Canastra e Bambuí, que ocorrem no núcleo da dobra. Embora integrem o Domínio Externo, os dados litoestratigráficos, estruturais e geocronológicos sugerem que devem representar uma unidade diferente da sequência denominada de Grupo Canastra no nordeste da área. As unidades do núcleo da dobra possivelmente correspondem a uma escama de empurrão, ou lasca tectônica, desenvolvida durante o transporte da Nappe de Passos.

(X) A idade no limite Ediacarano-Cambriano reconhecida no metassiltito sugere que o transporte tectônico da Nappe de Passos deva ter finalizado no período Cambriano.

(XI) A Zona de Cisalhamento de Cássia como componente direcional sinistral mostra certa complexidade durante sua evolução, tais como: (a) feições miloníticas superpostas por feições cataclásicas associadas a pseudotaquilitos, sugerindo reativações, (b) alojamentos de ortognaisses do embasamento indicando partição de deformação, com movimentos oblíquos, (c) mostra ramificação, que parece ser do tipo terminação em rabo de cavalo, (d) está associada a dobras indicando regime dúctil-rúptil.

REFERÊNCIAS

ALKMIM, F. F.; MARSHAK, S. Transamazonian orogeny in the Southern São Francisco craton region, Minas Gerais, Brazil: Evidence for Paleoproterozoic collision and collapse in the Quadrilátero Ferrífero. *Precambrian Research*, Elsevier, v. 90, n. 1, p. 29–58, 1998. Citado na página 190.

ALMEIDA, F. D. et al. Brazilian Structural Provinces: An introduction. *Earth-Science Reviews*, Elsevier, v. 17, n. 1, p. 1–29, 1981. Citado 2 vezes nas páginas 32 e 189.

ANDERSEN, T. Correction of common lead in U–Pb analyses that do not report Pb. *Chemical Geology*, v. 192, n. 1, p. 59 – 79, 2002. ISSN 0009-2541. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S000925410200195X>>. Citado na página 28.

ARAÚJO-FILHO, J. d. The geology of the Pirineus Megainflexion, Goiás, Central Brazil 7. In: *Geowissenschaftliches Lateinamerika Kolloquium*. [S.l.: s.n.], 1980. v. 7, p. 9–11. Citado na página 32.

ARAÚJO-FILHO, J. d. The Pireneus mega-inflexion in Central Brazil: an example of a poly-deformed Brasiliano fold-thrust belt. In: *Geowissenschaftliches Lateinamerika Kolloquium, Munster. Abstracts*. [S.l.: s.n.], 1992. p. 129. Citado 2 vezes nas páginas 32 e 126.

ARAÚJO-FILHO, J. d. The Pirineus Syntaxis: An example of the intersection of two brasileiro fold-thrust belts in central Brazil and its implications for the tectonic evolution of Western Gondwana. *Revista Brasileira de Geociências*, v. 30, n. 1, p. 144–148, 2000. Citado 2 vezes nas páginas 32 e 126.

BLICHERT-TOFT, J. The Hf isotopic composition of zircon reference material 91500. *Chemical Geology*, v. 253, n. 3, p. 252 – 257, 2008. ISSN 0009-2541. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0009254108001903>>. Citado na página 197.

BOUVIER, A.; VERVOORT, J. D.; PATCHETT, P. J. The Lu–Hf and Sm–Nd isotopic composition of CHUR: Constraints from unequilibrated chondrites and implications for the bulk composition of terrestrial planets. *Earth and Planetary Science Letters*, v. 273, n. 1, p. 48 – 57, 2008. ISSN 0012-821X. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0012821X08003828>>. Citado 2 vezes nas páginas 197 e 244.

BRONOWSKI, J. *The ascent of man*. 1. ed. [S.l.]: Little, Brown & Company, 1973. 448 p. Citado na página 6.

CARNEIRO, M.; NOCE, C.; TEIXEIRA, W. Evolução tectônica do Quadrilátero Ferrífero sob o ponto de vista da Geocronologia. *Revista da Escola de Minas, Unive Federal de Ouro Preto, Ouro Preto (Brazil)*, v. 48, p. 264–274, 1995. Citado na página 128.

- CARNEIRO, M. A.; JÚNIOR, I. M. D. C.; TEIXEIRA, W. Petrologia, geoquímica e geocronologia dos diques máficos do complexo metamórfico Bonfim Setentrional (Quadrilátero Ferrífero) e suas implicações na evolução crustal do Craton do São Francisco Meridional. *Revista Brasileira de Geociências*, v. 28, n. 1, p. 29–44, 1998. Citado na página 192.
- CAVALCANTE, J. C. et al. *Projeto Sapucaí: relatório final de geologia*. [S.l.], 1979. Citado 3 vezes nas páginas 30, 36 e 126.
- CAWOOD, P.; HAWKESWORTH, C.; DHUIME, B. Detrital zircon record and tectonic setting. *Geology*, v. 40, n. 10, p. 875, 2012. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1130/G32945.1>>. Citado na página 262.
- CHANG, H. K. et al. Considerações sobre a evolução tectônica da Bacia do São Francisco. In: *SBG, Congresso Brasileiro de Geologia*. [S.l.: s.n.], 1988. v. 35, p. 2076–2090. Citado na página 264.
- CHERMAN, A.; VALENÇA, J. Geologia e geocronologia dos ortognaisses paleoproterozóicos da borda meridional do Craton do São Francisco, entre as cidades de Nazareno e Lavras, sul de Minas Gerais. In: *SIMPÓSIO SOBRE O CRATON SÃO FRANCISCO*. [S.l.: s.n.], 2005. v. 3, p. 147–150. Citado na página 243.
- CHINNERY, M. A. Secondary faulting: I. theoretical aspects. *Canadian Journal of Earth Sciences*, v. 3, n. 2, p. 163–174, 1966. Disponível em: <<https://doi.org/10.1139/e66-013>>. Citado 2 vezes nas páginas 110 e 112.
- CHINNERY, M. A. Secondary faulting: II. geological aspects. *Canadian Journal of Earth Sciences*, v. 3, n. 2, p. 175–190, 1966. Disponível em: <<https://doi.org/10.1139/e66-014>>. Citado 2 vezes nas páginas 110 e 112.
- CORFU, F. et al. Atlas of Zircon Textures. *Reviews in Mineralogy and Geochemistry*, v. 53, n. 1, p. 469, 2003. Disponível em: <[+http://dx.doi.org/10.2113/0530469](http://dx.doi.org/10.2113/0530469)>. Citado 3 vezes nas páginas 135, 197 e 236.
- CORREIA, C. T.; KAWASHITA, K.; GIRARDI, V. A. V. Datações Rb-Sr e K-Ar em rochas metamórficas da região de Cássia (MG) e considerações sobre seu significado geológico. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, v. 54, n. 4, p. 673–677, 1982. Citado na página 38.
- CORTES, J. P. S. d. *Compartimentação e evolução geomorfológica da borda ocidental da Serra da Canastra-MG*. Dissertação (Mestrado) — Universidade Estadual Paulista (UNESP), <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/127658>, 2014. Citado 3 vezes nas páginas 29, 30 e 117.
- D'AGRELLA-FILHO, M. S. et al. Paleomagnetism and $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ ages of mafic dikes from Salvador (Brazil): new constraints on the São Francisco craton APW path between 1080 and 1010 ma. *Precambrian Research*, v. 132, n. 1, p. 55 – 77, 2004. ISSN 0301-9268. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301926804000506>>. Citado na página 172.
- DAMÁSIO, W. *Evolução geológica da Borda Norte da Serra da Canastra*. Dissertação (Mestrado) — Universidade Estadual Paulista (UNESP), 2002. Citado na página 79.

- DANDERFER, A. et al. New geochronological constraints on the geological evolution of Espinhaço basin within the São Francisco Craton—Brazil. *Precambrian Research*, v. 170, n. 1, p. 116 – 128, 2009. ISSN 0301-9268. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301926809000163>>. Citado 4 vezes nas páginas 170, 172, 242 e 260.
- DARDENNE, M. The Brasília Fold Belt. In: _____. *Tectonic Evolution of South America*. 31st International Geological Congress, 2000. v. 1, p. 231–263. Disponível em: <<http://www.cprm.gov.br/publique/Recursos-Minerais/Apresentacao/Tectonic-Evolution-of-South-America-778.html>>. Citado 7 vezes nas páginas 14, 32, 33, 42, 189, 190 e 242.
- DIAS, P. H. A. et al. O Grupo Ibiá (Faixa Brasília Meridional): Evidências isotópicas Sm-Nd e U-Pb de bacia colisional tipo flysch. *Revista Geonomos*, v. 19, n. 2, 2011. ISSN 24466964. Disponível em: <<http://igc.ufmg.br/portaldeperiodicos/index.php/geonomos/article/view/45>>. Citado 4 vezes nas páginas 128, 188, 189 e 190.
- DICKINSON, W. R.; GEHRELS, G. E. U–Pb ages of detrital zircons from Permian and Jurassic eolian sandstones of the Colorado Plateau, USA: Paleogeographic implications. *Sedimentary Geology*, v. 163, n. 1, p. 29 – 66, 2003. ISSN 0037-0738. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0037073803001581>>. Citado 3 vezes nas páginas 27, 134 e 195.
- FALCI, A. et al. Provenance shift from a continental margin to a syn-orogenic basin in the Neoproterozoic Araxá nappe system, southern Brasília belt, Brazil. *Precambrian Research*, v. 306, p. 209 – 219, 2018. ISSN 0301-9268. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S030192681730520X>>. Citado 7 vezes nas páginas 32, 37, 128, 188, 189, 190 e 262.
- FISHER, C. M. et al. Synthetic zircon doped with hafnium and rare earth elements: a reference material for in situ hafnium isotope analysis. *Chemical Geology*, Elsevier, v. 286, n. 1, p. 32–47, 2011. Citado 2 vezes nas páginas 196 e 197.
- FISHER, C. M.; VERVOORT, J. D.; DUFRANE, S. A. Accurate Hf isotope determinations of complex zircons using the “laser ablation split stream” method. *Geochemistry, Geophysics, Geosystems*, v. 15, n. 1, p. 121–139, 2014. ISSN 1525-2027. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1002/2013GC004962>>. Citado 3 vezes nas páginas 28, 29 e 193.
- FLEUTY, M. The description of folds. *Proceedings of the Geologists' Association*, v. 75, n. 4, p. 461 – 492, 1964. ISSN 0016-7878. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0016787864800237>>. Citado na página 26.
- FREITAS-SILVA, F.; DARDENNE, M. Proposta de subdivisão estratigráfica formal para o grupo Canastra no oeste de Minas Gerais e leste de Goiás. *Simp. Geol. Centro Oeste*, v. 4, p. 164–165, 1994. Citado 2 vezes nas páginas 45 e 192.
- FUCK, R. A Faixa Brasília e a compartimentação tectônica na Província Tocantins. *SBG, Simpósio de Geologia do Centro-Oeste*, v. 4, p. 184–187, 1994. Citado 3 vezes nas páginas 32, 42 e 189.
- FUCK, R. A. et al. Paleoproterozoic crust-formation and reworking events in the Tocantins Province, central Brazil: A contribution for Atlantica Supercontinent

reconstruction. *Precambrian Research*, Elsevier, v. 244, p. 53–74, 2014. Citado na página 32.

FUCK, R. A. et al. The Northern Brasília Belt. In: _____. *São Francisco Craton, Eastern Brazil: Tectonic Genealogy of a Miniature Continent*. Cham: Springer International Publishing, 2017. p. 205–220. ISBN 978-3-319-01715-0. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/978-3-319-01715-0_11>. Citado 2 vezes nas páginas 32 e 128.

GIRARDI, V. et al. Sr–Nd constraints and trace-elements geochemistry of selected Paleo and Mesoproterozoic mafic dikes and related intrusions from the South American Platform: Insights into their mantle sources and geodynamic implications. *Journal of South American Earth Sciences*, v. 41, p. 65 – 82, 2013. ISSN 0895-9811. Alkaline Magmatism and the Lithospheric Mantle : a special issue in honour of the work of Celso de Barros Gomes on the occasion of his 77th birthday. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0895981112001344>>. Citado na página 192.

GIRARDI, V. A. V. et al. Mafic Dykes: Petrogenesis and Tectonic Inferences. In: _____. *São Francisco Craton, Eastern Brazil: Tectonic Genealogy of a Miniature Continent*. Cham: Springer International Publishing, 2017. p. 145–169. ISBN 978-3-319-01715-0. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/978-3-319-01715-0_8>. Citado 4 vezes nas páginas 170, 172, 192 e 242.

HANCHAR, J.; RUDNICK, R. Revealing hidden structures: The application of cathodoluminescence and back-scattered electron imaging to dating zircons from lower crustal xenoliths. *Lithos*, v. 36, n. 3, p. 289 – 303, 1995. ISSN 0024-4937. The Xenolith Window to the Lower Crust. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0024493795000224>>. Citado 2 vezes nas páginas 135 e 197.

HEILBRON, M. et al. The Ribeira Belt. In: _____. *São Francisco Craton, Eastern Brazil: Tectonic Genealogy of a Miniature Continent*. Cham: Springer International Publishing, 2017. p. 277–302. ISBN 978-3-319-01715-0. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/978-3-319-01715-0_15>. Citado na página 126.

HEILBRON, M. et al. O contato basal do Grupo Canastra entre Itaú de Minas e Carmo do Rio Claro, MG. *Simpósio de Geologia de Minas Gerais*, v. 4, p. 179–198, 1987. Citado 3 vezes nas páginas 36, 39 e 129.

HIRTH, G.; TULLIS, J. Dislocation creep regimes in quartz aggregates. *Journal of Structural Geology*, v. 14, n. 2, p. 145 – 159, 1992. ISSN 0191-8141. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/019181419290053Y>>. Citado na página 96.

HOBBS, B. E.; MEANS, W. D.; WILLIAMS, P. F. *An outline of structural geology*. [S.l.]: JSTOR, 1976. v. 570. Citado 2 vezes nas páginas 26 e 78.

HOPPE, A. et al. Eclogitos pré-cambrianos no sudoeste de Minas Gerais. In: *Anais do Simpósio de Geologia de Minas Gerais*. [S.l.: s.n.], 1985. v. 3, p. 180–192. Citado na página 38.

- JACKSON, S. E. et al. The application of laser ablation-inductively coupled plasma-mass spectrometry to in situ U–Pb zircon geochronology. *Chemical Geology*, v. 211, n. 1, p. 47 – 69, 2004. ISSN 0009-2541. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0009254104002074>>. Citado na página 28.
- KIM, Y.-S.; PEACOCK, D. C.; SANDERSON, D. J. Fault damage zones. *Journal of Structural Geology*, v. 26, n. 3, p. 503 – 517, 2004. ISSN 0191-8141. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0191814103001391>>. Citado 2 vezes nas páginas 110 e 112.
- KLEPEIS, K. A.; CRAWFORD, M. L.; GEHRELS, G. Structural history of the crustal-scale Coast shear zone north of Portland Canal, southeast Alaska and British Columbia. *Journal of Structural Geology*, v. 20, n. 7, p. 883 – 904, 1998. ISSN 0191-8141. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0191814198000200>>. Citado na página 28.
- KUCHENBECKER, M. *Relações entre coberturas do Cráton do São Francisco e bacias situadas em orógenos marginais: o registro de datações U-Pb de grãos detríticos de zircão e suas implicações geotectônicas*. Tese (Doutorado) — Universidade Federal de Minas Gerais, 2014. Disponível em: <http://bdtd.ibict.br/vufind/Record/UFMG_abf4bd17b048ff1a0c14ac8cc52ed817>. Citado na página 264.
- KUCHENBECKER, M. et al. Chemostratigraphy of the lower Bambuí Group, southwestern São Francisco Craton, Brazil: insights on Gondwana paleoenvironments. *Brazilian Journal of Geology*, SciELO Brasil, v. 46, p. 145–162, 2016. Citado na página 264.
- LANA, C. et al. The ancestry and magmatic evolution of Archaean TTG rocks of the Quadrilátero Ferrífero province, southeast Brazil. *Precambrian Research*, v. 231, p. 157 – 173, 2013. ISSN 0301-9268. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301926813000946>>. Citado na página 190.
- LAW, R. D. Deformation thermometry based on quartz c-axis fabrics and recrystallization microstructures: A review. *Journal of Structural Geology*, v. 66, p. 129 – 161, 2014. ISSN 0191-8141. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S019181411400128X>>. Citado na página 96.
- LEITE, C. et al. Folha SF. 23 - Rio de Janeiro. *Carta geológica do Brasil ao milionésimo, Sistema de Informações Geográficas*. Brasília: CPRM, 2004. Citado na página 21.
- LUDWIG, K. Isoplot, rev. 3.75. a geochronological toolkit for microsoft excel. v. 5, p. 1–75, 01 2003. Citado 2 vezes nas páginas 27 e 28.
- LUDWIG, K. Isoplot v. 4.15: Geochronol. *Toolkit for Microsoft Exel. Spec. Publ.(Berkley Geochronol. Cen ter, 2008)*, 2008. Citado na página 135.
- LUVIZOTTO, G. L. et al. P-T constraints on high-pressure granulites from southern Brazilian Belt: Ti-quartz and Zr-in-Rutile thermometry. In: *Goldschmidt*. [s.n.], 2017. v. 1. Disponível em: <<https://goldschmidt.info/2017/abstracts/abstractView?id=2017004505>>. Citado 3 vezes nas páginas 38, 126 e 128.

LUVIZOTTO, G. L. et al. Geothermobarometry of retro-eclogites from the Passos Nappe in São Sebastião do Paraíso - MG, Brazil. In: *47º Congresso Brasileiro de Geologia*. [S.l.: s.n.], 2014. v. 1, p. 1857. Citado 3 vezes nas páginas [38](#), [126](#) e [128](#).

MACHADO, N.; CARNEIRO, M. U–Pb evidence of late Archean tectono-thermal activity in the southern São Francisco shield, Brazil. *Canadian Journal of Earth Sciences*, NRC Research Press, v. 29, n. 11, p. 2341–2346, 1992. Citado na página [128](#).

MACHADO, N. et al. Resultados preliminares da geocronologia U-Pb na Serra do Espinhaço Meridional. In: *SBG, Simpósio de Geologia de Minas Gerais*. [S.l.: s.n.], 1989. v. 5, p. 171–174. Citado na página [192](#).

MARTINS-NETO, M.; PEDROSA-SOARES, A.; LIMA, S. Tectono-sedimentary evolution of sedimentary basins from Late paleoproterozoic to late Neoproterozoic in the São Francisco craton and Araçuaí fold belt, eastern Brazil. *Sedimentary Geology*, v. 141-142, p. 343 – 370, 2001. ISSN 0037-0738. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0037073801000823>>. Citado na página [264](#).

MORALES, N. *Evolução tectônica do Cinturão de Cisalhamento de Campo do Meio na Porção Ocidental*. Tese (Doutorado) — Tese de Doutorado, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, UNESP, 270p, 1993. Citado 2 vezes nas páginas [36](#) e [126](#).

MORALES, N. et al. Geologia das folhas de Fortaleza de Minas, Alpinópolis, Jacuí e Nova Resende, MG. In: . [S.l.: s.n.], 1983. v. 2, p. 411–422. Citado 2 vezes nas páginas [36](#) e [39](#).

MORALES, N. et al. Evolução tectônica do Grupo Araxá nas Serras do Chapadão e da Fortaleza, sudoeste do Estado de Minas Gerais. *Geociências*, Universidade Estadual Paulista, v. 15, n. 1, p. 41–66, 1996. Citado 5 vezes nas páginas [34](#), [38](#), [39](#), [77](#) e [126](#).

PASSCHIER, C.; TROUW, R. *Microtectonics*, 366 pp. [S.l.]: Springer, Berlin, 2005. Citado 4 vezes nas páginas [54](#), [96](#), [121](#) e [131](#).

PATON, C. et al. Improved laser ablation U-Pb zircon geochronology through robust downhole fractionation correction. *Geochemistry, Geophysics, Geosystems*, v. 11, n. 3, p. 1–36, 2010. ISSN 1525-2027. Q0AA06. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1029/2009GC002618>>. Citado 4 vezes nas páginas [27](#), [28](#), [134](#) e [195](#).

PAULA-SANTOS, G. M. et al. New evidence of an Ediacaran age for the Bambuí Group in southern São Francisco craton (eastern Brazil) from zircon U–Pb data and isotope chemostratigraphy. *Gondwana Research*, v. 28, n. 2, p. 702 – 720, 2015. ISSN 1342-937X. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1342937X14002408>>. Citado 5 vezes nas páginas [70](#), [128](#), [129](#), [172](#) e [264](#).

PAULA-SANTOS GUSTAVO MACEDO DE, B. M. Sedimentary provenance in the southern sector of the São Francisco Basin, SE Brazil. *Brazilian Journal of Geology*, scielo, v. 48, p. 51 – 74, 01 2018. ISSN 2317-4889. Citado na página [264](#).

PEDROSA-SOARES, A. C. et al. Late Neoproterozoic-Cambrian granitic magmatism in the Araçuaí orogen (Brazil), the Eastern Brazilian Pegmatite Province and related mineral resources. *Geological Society, London, Special Publications*, Geological Society of London, v. 350, n. 1, p. 25–51, 2011. ISSN 0305-8719. Disponível em: <<http://sp.lyellcollection.org/content/350/1/25>>. Citado na página [172](#).

PEDROSA-SOARES, A. C. et al. Neoproterozoic oceanic remnants in eastern Brazil: further evidence and refutation of an exclusively ensialic evolution for the Araçuaí–West Congo orogen. *Geology*, Geological Society of America, v. 26, n. 6, p. 519–522, 1998. Citado na página 172.

PETRUS, J. A.; KAMBER, B. S. Visualage: A Novel Approach to Laser Ablation ICP-MS U–Pb Geochronology Data Reduction. *Geostandards and Geoanalytical Research*, Blackwell Publishing Ltd, v. 36, n. 3, p. 247–270, 2012. ISSN 1751-908X. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1111/j.1751-908X.2012.00158.x>>. Citado 3 vezes nas páginas 28, 134 e 195.

PIMENTEL, M. et al. Nd isotopes and the provenance of detrital sediments of the Neoproterozoic Brasília Belt, central Brazil. *Journal of South American Earth Sciences*, Elsevier, v. 14, n. 6, p. 571–585, 2001. Citado 5 vezes nas páginas 37, 188, 189, 190 e 242.

PIMENTEL, M. et al. The basement of the Brasília fold belt and the Goiás Magmatic Arc. *Tectonic Evolution of South America*, SBG Rio de Janeiro, v. 31, p. 195–229, 2000. Citado na página 32.

PIMENTEL, M. et al. Idades dos grupos Araxá e Bambuí: Implicações para a evolução da Faixa Brasília. In: *Proceedings of the 46º Congresso Brasileiro de Geologia, Santos*. [S.l.: s.n.], 2012. Citado na página 70.

PIMENTEL, M. et al. O embasamento da Faixa Brasília e o arco Magmático de goiás. *Geologia do continente sul-americano: evolução da obra de Fernando Flávio Marques de Almeida*, Beca São Paulo, p. 355–358, 2004. Citado 2 vezes nas páginas 32 e 189.

PIMENTEL, M. M. The tectonic evolution of the Neoproterozoic Brasília Belt, central Brazil: a geochronological and isotopic approach. *Brazilian Journal of Geology*, SciELO Brasil, v. 46, p. 67–82, 2016. Citado na página 128.

PIMENTEL, M. M. et al. The tectonic evolution of the Neoproterozoic Brasília Belt, central Brazil, based on SHRIMP and LA-ICPMS U–Pb sedimentary provenance data: A review. *Journal of South American Earth Sciences*, v. 31, n. 4, p. 345 – 357, 2011. ISSN 0895-9811. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0895981111000198>>. Citado 6 vezes nas páginas 37, 128, 170, 190, 242 e 262.

PIUZANA, D. et al. Neoproterozoic granulite facies metamorphism and coeval granitic magmatism in the Brasília Belt, Central Brazil: regional implications of new SHRIMP U–Pb and Sm–Nd data. *Precambrian Research*, v. 125, n. 3, p. 245 – 273, 2003. ISSN 0301-9268. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301926803001086>>. Citado 3 vezes nas páginas 188, 189 e 262.

PIUZANA, D. et al. SHRIMP U–Pb and Sm–Nd data for the Araxá Group and associated magmatic rocks: constraints for the age of sedimentation and geodynamic context of the southern Brasília Belt, central Brazil. *Precambrian Research*, Elsevier, v. 125, n. 1, p. 139–160, 2003. Citado 4 vezes nas páginas 37, 188, 189 e 262.

QUEIROZ, C. L. et al. U–Pb SHRIMP and Sm–Nd geochronology of granite–gneiss complexes and implications for the evolution of the Central Brazil Archean Terrain. *Journal of South American Earth Sciences*, Elsevier, v. 26, n. 1, p. 100–124, 2008. Citado na página 32.

RAMSAY, J. G.; HUBER, M. I. *The techniques of modern structural geology: Folds and fractures*. [S.l.]: Academic press, 1987. v. 2. Citado na página 26.

REIS, H. L. S. et al. The São Francisco Basin. In: _____. *São Francisco Craton, Eastern Brazil: Tectonic Genealogy of a Miniature Continent*. Cham: Springer International Publishing, 2017. p. 117–143. ISBN 978-3-319-01715-0. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/978-3-319-01715-0_7>. Citado na página 262.

RENNE, P. R. et al. 40Ar/39Ar dating of 1.0–1.1 ga magnetizations from the São Francisco and Kalahari cratons: tectonic implications for Pan-African and Brasiliano mobile belts. *Earth and Planetary Science Letters*, v. 101, n. 2, p. 349 – 366, 1990. ISSN 0012-821X. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0012821X9090165T>>. Citado na página 172.

RIBEIRO, A. et al. U–Pb LA-ICP-MS detrital zircon ages of the São João del Rei and Carandaí basins: New evidence of intermittent Proterozoic rifting in the São Francisco paleocontinent. *Gondwana Research*, v. 24, n. 2, p. 713 – 726, 2013. ISSN 1342-937X. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1342937X13000087>>. Citado na página 260.

ROCHA, B. et al. Timing of anatexis and melt crystallization in the Socorro–Guaxupé Nappe, SE Brazil: Insights from trace element composition of zircon, monazite and garnet coupled to U–Pb geochronology. *Lithos*, v. 277, p. 337 – 355, 2017. ISSN 0024-4937. Eighth Hutton Symposium on Granites and Related Rocks. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0024493716301050>>. Citado na página 170.

RODRIGUES, J. et al. Provenance of the Vazante Group: New U–Pb, Sm–Nd, Lu–Hf isotopic data and implications for the tectonic evolution of the Neoproterozoic Brasília Belt. *Gondwana Research*, v. 21, n. 2, p. 439 – 450, 2012. ISSN 1342-937X. Special Issue: Western Gondwana. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1342937X11002097>>. Citado 2 vezes nas páginas 188 e 189.

RODRIGUES, J. et al. Age, provenance and tectonic setting of the Canastra and Ibiá groups (Brasília Belt, Brazil): Implications for the age of a Neoproterozoic glacial event in central Brazil. *Journal of South American Earth Sciences*, v. 29, n. 2, p. 512 – 521, 2010. ISSN 0895-9811. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S089598110900131X>>. Citado 4 vezes nas páginas 128, 190, 242 e 244.

RODRIGUES, J. B. *Proveniência de sedimentos dos grupos Canastra, Ibiá, Vazante e Bambuí: um estudo de zircões detríticos e idades modelo Sm-Nd*. Tese (Doutorado) — Unpublished. PhD Thesis. Instituto de Geociências, Universidade de Brasília, 2008. Citado 4 vezes nas páginas 128, 188, 189 e 190.

RUTTER, E. H.; ELLIOTT, D. The Kinetics of Rock Deformation by Pressure Solution [and Discussion]. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series A, Mathematical and Physical Sciences*, The Royal Society, v. 283, n. 1312, p. 203–219, 1976. ISSN 00804614. Disponível em: <<http://www.jstor.org/stable/74639>>. Citado na página 121.

SANTOS, T. E. d. S. S. *Caracterização estrutural de um segmento da rampa lateral de Capitólio, limite norte da nappe de Passos (MG)*. Dissertação (Mestrado) — UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA, 2007. Citado 3 vezes nas páginas 36, 39 e 40.

- SANTOS, T. E. d. S. S.; SIMÕES, L. S. A. Caracterização estrutural de um segmento da rampa lateral de Capitólio, limite norte da nappe de Nassos (MG). *Brazilian Journal of Geology*, v. 39, n. 2, p. 360–374, 2009. Citado 6 vezes nas páginas 36, 39, 40, 79, 83 e 126.
- SARTORI, J. E. *Reativação de falhas: o caso da Zona de Falha de Cássia/MG*. Tese (Doutorado), <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/152953>, 2018. Citado 2 vezes nas páginas 117 e 118.
- SCHMIDT, W.; FLEISCHER, R. Estilo estrutural do Precambriano no sudeste de Minas Gerais. *Congr. Brás. Geol.*, v. 30, p. 438–434, 1978. Citado 2 vezes nas páginas 36 e 39.
- SCHMITT, R. da S. et al. Late amalgamation in the central part of West Gondwana: new geochronological data and the characterization of a cambrian collisional orogeny in the Ribeira Belt (SE Brazil). *Precambrian Research*, v. 133, n. 1, p. 29 – 61, 2004. ISSN 0301-9268. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301926804000841>>. Citado na página 172.
- SCHOENE, B. et al. Reassessing the uranium decay constants for geochronology using ID-TIMS U–Pb data. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, v. 70, n. 2, p. 426 – 445, 2006. ISSN 0016-7037. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0016703705007714>>. Citado na página 196.
- SCHRANK, A.; ABREU, F. Nova proposta de evolução estratigráfica e tectônica para o maciço de Piumhi-SW de Minas Gerais. In: *36º Congresso Brasileiro de Geologia, Boletim de Resumos*. [S.l.: s.n.], 1990. v. 1, p. 331. Citado na página 36.
- SCHRANK, A. et al. Determinação dos vetores de transporte tectônico da borda sudoeste do Cráton do São Francisco. In: *36º Congresso Brasileiro de Geologia*. [S.l.: s.n.], 1990. v. 5, p. 2276–2283. Citado 2 vezes nas páginas 36 e 39.
- SEER, H.; DARDENNE, M. A. Tectonostratigraphic terrane analysis on Neoproterozoic times: the case study of the Araxá Synform, Minas Gerais, Brazil: implications to the final collage of the Gondwanaland. v. 30, p. 78–81, 01 2000. Citado 2 vezes nas páginas 128 e 190.
- SEER, H.; MORAES, L. Within plate, arc, and collisional Neoproterozoic granitic magmatism in the Araxá Group, Southern Brasília belt, Minas Gerais, Brazil. *Brazilian Journal of Geology*, v. 43, n. 2, p. 333–354, 2013. Citado 3 vezes nas páginas 32, 170 e 190.
- SEER, H. J. et al. Grupo Araxá em sua área tipo: Um fragmento de crosta oceânica neoproterozóica na Faixa de Dobramentos Brasília. *Brazilian Journal of Geology*, v. 31, n. 3, p. 385–396, 2001. Citado na página 128.
- SILVA, C. H. et al. *Geologia da folha Sacramento SF 23-Y-C-V*. [S.l.], 2017. Citado 2 vezes nas páginas 29 e 31.
- SILVA, C. H. d. Evolução geológica da Faixa Brasília na região de Tapira, sudoeste de Minas Gerais. Universidade Estadual Paulista (UNESP), 2003. Citado 6 vezes nas páginas 30, 36, 39, 40, 79 e 90.
- SILVA, C. H. D. et al. O Grupo Canastra em sua área-tipo, região de Tapira, sudoeste do estado de Minas Gerais. *Geologia USP. Série Científica*, v. 12, n. 2, p. 83–98, 2012. Citado na página 90.

SILVA, C. H. d. et al. Proveniência e idade do metamorfismo das rochas da Faixa Brasília, na região de Tapira (SW de Minas Gerais). *Geologia USP. Série Científica*, Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, v. 6, n. 1, p. 53–66, 2006. Citado 2 vezes nas páginas 29 e 42.

SILVA, L. da et al. Tonian rift-related, A-type continental plutonism in the Araçuaí Orogen, eastern Brazil: New evidence for the breakup stage of the São Francisco–Congo Paleoccontinent. *Gondwana Research*, v. 13, n. 4, p. 527 – 537, 2008. ISSN 1342-937X. Neoproterozoic – Early Paleozoic events in Southwest Gondwana. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1342937X07001281>>. Citado na página 172.

SIMÕES, L. *Evolução tectono-metamórfica da nappe de Passos, sudoeste de Minas Gerais*. Tese (Doutorado), 1995. Citado 23 vezes nas páginas 29, 30, 34, 36, 37, 38, 39, 40, 42, 43, 45, 46, 48, 63, 67, 68, 75, 77, 126, 129, 130, 192 e 265.

SIMÕES, L. et al. *Relatório do Mapeamento Geológico Folha Vargem Bonita SF 23-V-B-I*. [S.l.], 2015. Citado 4 vezes nas páginas 36, 40, 45 e 79.

SIMÕES, L.; SILVA, A. Arrasto reverso: O caso da falha de santa maria, região de passos, mg. In: *13º Simpósio Nacional de Estudo Tectônicos*. [s.n.], 2011. v. 1, p. 98–101. Disponível em: <http://sbg.sitepessoal.com/anais_digitalizados/snet/2011/Anais_13_SNET_2011.pdf>. Citado na página 40.

SIMÕES, L. et al. Zonação metamórfica inversa do Grupo Araxá-Canastra na região de São Sebastião do Paraíso-Alpinópolis, MG. In: *XXXV Congresso Brasileiro de Geologia*. [S.l.: s.n.], 1988. v. 3, n. 1988, p. 1203–1215. Citado 4 vezes nas páginas 34, 36, 38 e 39.

SIMÕES, L.; VALERIANO, C. d. M. Porção meridional da Faixa de Dobramentos Brasília: estágio atual do conhecimento e problemas de correlação tectono-estratigráfica. In: *Congresso Brasileiro de Geologia*. [S.l.: s.n.], 1990. v. 6, p. 2564–2575. Citado 4 vezes nas páginas 39, 42, 126 e 189.

SIMÕES, L. S. A. et al. *Geologia da folha Desemboque SF 23 V-A-II*. [S.l.], 2017. Citado 19 vezes nas páginas 21, 24, 25, 29, 30, 31, 36, 40, 43, 45, 46, 48, 51, 67, 70, 74, 107, 130 e 192.

SLÁMA, J. et al. Plešovice zircon — A new natural reference material for U–Pb and Hf isotopic microanalysis. *Chemical Geology*, v. 249, n. 1, p. 1 – 35, 2008. ISSN 0009-2541. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0009254107004883>>. Citado 2 vezes nas páginas 28 e 196.

SODERLUND, U. et al. The ¹⁷⁶Lu decay constant determined by Lu–Hf and U–Pb isotope systematics of precambrian mafic intrusions. *Earth and Planetary Science Letters*, v. 219, n. 3–4, p. 311 – 324, 2004. ISSN 0012-821X. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0012821X04000123>>. Citado na página 197.

SPENCER, C. J. et al. Not all supercontinents are created equal: Gondwana-Rodinia case study. *Geology*, Geological Society of America, v. 41, n. 7, p. 795–798, 2013. Citado 3 vezes nas páginas 17, 127 e 191.

SPIERS, C.; BRZESOWSKY, R. Densification behaviour of wet granular salt: theory versus experiment. In: KAKIHANA, H. et al. (Ed.). *Seventh Symposium on Salt*. Elsevier Science Publishers, 1993. p. 83–92. Disponível em: <<http://www.worldsaltsymposium.org/download/densification-behaviour-of-wet-granular-salt-theory-versus-experiment/>>. Citado na página 121.

STIPP, M. et al. The eastern tonale fault zone: a ‘natural laboratory’ for crystal plastic deformation of quartz over a temperature range from 250 to 700°C. *Journal of Structural Geology*, v. 24, n. 12, p. 1861 – 1884, 2002. ISSN 0191-8141. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0191814102000354>>. Citado 4 vezes nas páginas 54, 96, 131 e 265.

STIPP, M. et al. Dynamic recrystallization of quartz: correlation between natural and experimental conditions. *Geological Society, London, Special Publications*, Geological Society of London, v. 200, n. 1, p. 171–190, 2002. ISSN 0305-8719. Disponível em: <<http://sp.lyellcollection.org/content/200/1/171>>. Citado 3 vezes nas páginas 54, 131 e 265.

STRIEDER, A. J.; SUITA, M. T. de F. Neoproterozoic geotectonic evolution of Tocantins Structural Province, Central Brazil. *Journal of Geodynamics*, v. 28, n. 2, p. 267 – 289, 1999. ISSN 0264-3707. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0264370798000428>>. Citado na página 189.

TEIXEIRA, N.; DANNI, J. Contribuição à estratigrafia do Grupo Araxá na região de Passos, mg. In: *XXX Congresso Brasileiro de Geologia*. [S.l.: s.n.], 1978. v. 2, p. 700–710. Citado 2 vezes nas páginas 36 e 39.

TEIXEIRA, W.; ÁVILA, C. A.; NUNES, L. C. Nd-Sr isotopic geochemistry and U-Pb geochronology of the Fé granitic gneiss and Lajedo granodiorite: implications for paleoproterozoic evolution of the mineiro belt, southern São Francisco craton, Brazil. *Geologia USP. Série Científica*, v. 8, n. 1, p. 53–74, 2008. Citado na página 243.

TEIXEIRA, W. et al. Archean and early Proterozoic crustal evolution in the southern part of the São Francisco Craton. In: SUPERINTENDÊNCIA DE GEOLOGIA E RECURSOS MINERAIS SALVADOR. *INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON GRANITES AND ASSOCIATED MINERALIZATIONS, Salvador, Brazil*. [S.l.], 1987. v. 1, p. 37–40. Citado na página 128.

TEIXEIRA, W.; FIGUEIREDO, M. C. H. An outline of Early Proterozoic crustal evolution in the São Francisco craton, Brazil: a review. *Precambrian Research*, Elsevier, v. 53, n. 1-2, p. 1–22, 1991. Citado na página 128.

TEIXEIRA, W.; OLIVEIRA, E. P.; MARQUES, L. S. Nature and Evolution of the Archean Crust of the São Francisco Craton. In: _____. *São Francisco Craton, Eastern Brazil: Tectonic Genealogy of a Miniature Continent*. Cham: Springer International Publishing, 2017. p. 29–56. ISBN 978-3-319-01715-0. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/978-3-319-01715-0_3>. Citado na página 190.

TEIXEIRA, W. et al. Archean and Paleoproterozoic tectonic evolution of the São Francisco craton, Brazil. In: _____. *Tectonic Evolution of South America*. 31st International Geological Congress, 2000. v. 1, p. 101–137. Disponível em: <<http://www.cprm.gov.br/publique/Recursos-Minerais/Apresentacao/Tectonic-Evolution-of-South-America-778.html>>. Citado 3 vezes nas páginas 189, 190 e 243.

TEIXEIRA, W. et al. A juvenile accretion episode (2.35–2.32ga) in the Mineiro belt and its role to the Minas accretionary orogeny: Zircon U–Pb–Hf and geochemical evidences. *Precambrian Research*, v. 256, p. 148 – 169, 2015. ISSN 0301-9268. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301926814003842>>. Citado 3 vezes nas páginas 170, 190 e 243.

THOMAZ, A.; KAWASHITA, K.; CORDANI, U. A origem do Grupo Bambuí no contexto da evolução geotectônica e de idades radiométricas. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, Academia Brasileira de Ciências, v. 70, n. 3, p. 527–548, 1998. Citado na página 128.

TROUW, R. A. J. et al. The central segment of the Ribeira Belt. In: _____. *Tectonic Evolution of South America*. 31st International Geological Congress, 2000. v. 31, p. 287–310. Disponível em: <<http://www.cprm.gov.br/publique/Recursos-Minerais/Apresentacao/Tectonic-Evolution-of-South-America-778.html>>. Citado 2 vezes nas páginas 126 e 242.

VALERIANO, C. *Evolução tectônica da extremidade meridional da Faixa Brasília, região da Represa de Furnas, sudoeste de Minas Gerais*. Tese (Doutorado) — Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1992. Citado 10 vezes nas páginas 34, 36, 38, 39, 67, 77, 129, 130, 192 e 265.

VALERIANO, C. et al. *Mapa Geológico da Folha Alpinópolis-escala 1:100.000*. [S.l.], 2007. Disponível em: <<http://rigeo.cprm.gov.br/xmlui/handle/doc/10678>>. Nenhuma citação no texto.

VALERIANO, C. et al. A evolução tectônica da Faixa Brasília. *Geologia do continente sul-americano: evolução da obra de Fernando Flávio Marques de Almeida*, Beca São Paulo, 2004. Citado 4 vezes nas páginas 32, 36, 38 e 126.

VALERIANO, C. et al. Tectonic evolution of the Brasília Belt, Central Brazil, and early assembly of Gondwana. *Geological Society, London, Special Publications*, Geological Society of London, v. 294, n. 1, p. 197–210, 2008. Citado 3 vezes nas páginas 32, 128 e 129.

VALERIANO, C.; SIMÕES, L.; GODOY, A. Compartimentação tectônica da porção meridional das Faixas Uruaçu e Brasília, SW de Minas Gerais: dados preliminares. *SIMP. GEOL. MINAS GERAIS*, v. 5, p. 238–242, 1989. Citado 2 vezes nas páginas 39 e 126.

VALERIANO, C.; SIMÕES, L. S. A. Geochemistry of Proterozoic mafic rocks from the Passos nappe (Minas Gerais, Brazil): tectonic implications to the evolution of the southern Brasília belt. *Revista Brasileira de Geociências*, v. 27, n. 2, 1997. Citado 3 vezes nas páginas 126, 128 e 129.

VALERIANO, C. d. M. The Southern Brasília Belt. In: _____. *São Francisco Craton, Eastern Brazil: Tectonic Genealogy of a Miniature Continent*. Cham: Springer International Publishing, 2017. p. 189–203. ISBN 978-3-319-01715-0. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/978-3-319-01715-0_10>. Citado 11 vezes nas páginas 32, 42, 126, 128, 129, 188, 189, 190, 191, 192 e 262.

VALERIANO, C. d. M. et al. Geologia da folha Alpinópolis SF 23 V-B-V. CPRM e UERJ, 2007. Citado na página 39.

VALERIANO, C. d. M. et al. Southern Brasilia belt (SE Brazil): tectonic discontinuities, K–Ar data and evolution during the Neoproterozoic Brasiliano orogeny. *Revista Brasileira de Geociências*, v. 30, n. 1, p. 195–199, 2000. Citado 7 vezes nas páginas 17, 34, 38, 126, 127, 129 e 191.

VALERIANO, C. de M. et al. Evolução estrutural do domínio externo da faixa Brasília no sudoeste de Minas Gerais: registros de uma tectonica pré-brasiliana. *Brazilian Journal of Geology*, v. 25, n. 4, p. 221–234, 1995. Citado 7 vezes nas páginas 36, 39, 40, 42, 126, 189 e 265.

VALERIANO, C. M. et al. U–Pb geochronology of the southern Brasilia belt (SE-Brazil): sedimentary provenance, Neoproterozoic orogeny and assembly of West Gondwana. *Precambrian Research*, Elsevier, v. 130, n. 1, p. 27–55, 2004. Citado 19 vezes nas páginas 35, 37, 38, 124, 126, 128, 129, 170, 172, 188, 189, 190, 191, 192, 242, 243, 244, 262 e 268.

VALERIANO, C. M. et al. Tectonic evolution of the Brasília Belt, Central Brazil, and early assembly of Gondwana. *Geological Society, London, Special Publications*, Geological Society of London, v. 294, n. 1, p. 197–210, 2008. ISSN 0305-8719. Disponível em: <<http://sp.lyellcollection.org/content/294/1/197>>. Citado 2 vezes nas páginas 189 e 190.

VALERIANO, C. M. et al. U–Pb Geochronology of Zircons from Orthogneisses of the Campos Gerais Complex South of Alpinópolis Town (Minas Gerais, SE-Brazil) using the LA-MC-ICPMS technique: Reconstructing Archean Nuclei in the Southwestern Margin of the São Francisco Craton. In: _____. *The Paleoproterozoic record of the São Francisco Craton*. [s.n.], 2006. p. 88–89. Disponível em: <<http://earth.yale.edu/sites/default/files/files/IGCP/IGCP%20Brazil.pdf>>. Citado 2 vezes nas páginas 170 e 189.

ÁVILA, C. A. et al. Rhyacian evolution of subvolcanic and metasedimentary rocks of the southern segment of the Mineiro belt, São Francisco Craton, Brazil. *Precambrian Research*, v. 243, p. 221 – 251, 2014. ISSN 0301-9268. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301926814000102>>. Citado 3 vezes nas páginas 170, 190 e 243.

ÁVILA, C. A. et al. Rhyacian (2.23–2.20ga) juvenile accretion in the southern São Francisco craton, Brazil: Geochemical and isotopic evidence from the Serrinha magmatic suite, Mineiro belt. *Journal of South American Earth Sciences*, v. 29, n. 2, p. 464 – 482, 2010. ISSN 0895-9811. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0895981109001060>>. Citado 3 vezes nas páginas 170, 190 e 243.

WARREN, L. et al. The puzzle assembled: Ediacaran guide fossil *Cloudina* reveals an old proto-Gondwana seaway. *Geology*, v. 42, n. 5, p. 391, 2014. Disponível em: <[+http://dx.doi.org/10.1130/G35304.1](http://dx.doi.org/10.1130/G35304.1)>. Citado 2 vezes nas páginas 70 e 172.

WHITNEY, D. L.; EVANS, B. W. Abbreviations for names of rock-forming minerals. *American mineralogist*, v. 95, n. 1, p. 185, 2010. Citado na página 26.

WIEDENBECK, M. et al. Further Characterisation of the 91500 Zircon Crystal. *Geostandards and Geoanalytical Research*, Blackwell Publishing Ltd, v. 28, n. 1, p. 9–39, 2004. ISSN 1751-908X. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1111/j.1751-908X.2004.tb01041.x>>. Citado 3 vezes nas páginas 27, 134 e 195.

- XIE, L. et al. In situ simultaneous determination of trace elements, U-Pb and Lu-Hf isotopes in zircon and baddeleyite. *Chinese Science Bulletin*, Springer, v. 53, n. 10, p. 1565–1573, 2008. Citado 2 vezes nas páginas 28 e 193.
- YUAN, H.-L. et al. Simultaneous determinations of U–Pb age, Hf isotopes and trace element compositions of zircon by excimer laser-ablation quadrupole and multiple-collector ICP-MS. *Chemical Geology*, Elsevier, v. 247, n. 1, p. 100–118, 2008. Citado 2 vezes nas páginas 28 e 193.
- ZANARDO, A. *Análise petrográfica, estratigráfica e microestrutural da região de Guaxupé-Passos-Delfinópolis (MG)*. Tese (Doutorado) — Tese de Doutorado, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, UNESP, 288p, 1992. Citado 3 vezes nas páginas 38, 126 e 129.