Quadro 6.5.1.2.2 - Quadro de dados U-Pb, LA-MC-ICP-MS para Amostra MI-BR-09, total de 15 grãos de zircão analisados

Spot number			Ratios							Age (Ma)				%		Th	U	Pb	
	²⁰⁷ Pb*/ ²³⁵ U	±	²⁰⁶ Pb*/ ²³⁸ U	±	Rho 1	²⁰⁷ Pb*/ ²⁰⁶ Pb*	±	²⁰⁶ Pb/ ²³⁸ U	±	²⁰⁷ Pb/ ²³⁵ U	±	²⁰⁷ Pb/ ²⁰⁶ Pb	±	Disc.	f206	ppm	ppm	ppm	²³² Th/ ²³⁸ U
Z-01	0,77030	80,8	0,09420	7,21	0,89	0,05931	3,64	580	42	580	47	578	21	0	0,0003	45,6	53,9	5,3	0,85
Z-02	0,77741	8,34	0,09513	7,79	0,93	0,05927	2,96	586	46	584	49	577	17	-2	0,0004	27,5	30,5	3,2	0,91
Z-03	0,76794	6,97	0,09442	6,36	0,91	0,05899	2,85	582	37	579	40	567	16	-3	0,0003	54,0	49,9	5,2	1,09
Z-04	0,72772	8,24	0,09034	5,75	0,70	0,05842	5,90	558	32	555	46	546	32	-2	0,0005	27,5	36,3	3,5	0,76
Z-05	0,74252	7,78	0,09162	7,19	0,92	0,05878	2,97	565	41	564	44	559	17	-1	0,0003	70,4	66,9	6,4	1,06
Z-06	0,75086	7,30	0,09241	6,73	0,92	0,05893	2,83	570	38	569	42	565	16	-1	0,0002	69,7	62,4	6,1	1,12
Z-07	0,74164	6,81	0,09128	6,45	0,95	0,05892	2,18	563	36	563	38	564	12	0	0,0002	140,7	120,1	12,2	1,18
Z-09	0,76728	7,27	0,09358	6,79	0,93	0,05947	2,58	577	39	578	42	584	15	1	0,0001	146,8	98,9	11,0	1,49
Z-10	0,74370	6,14	0,09080	5,75	0,94	0,05940	2,15	560	32	565	35	582	13	4	0,0003	43,1	41,6	4,4	1,04
Z-11	0,78421	7,16	0,09558	6,64	0,93	0,05951	2,69	588	39	588	42	586	16	0	0,0001	89,9	98,4	11,3	0,92
Z-19	0,75020	6,04	0,09152	4,89	0,81	0,05945	3,54	565	28	568	34	584	21	3	0,0002	36,6	51,5	5,6	0,72
Z-29	0,75232	5,83	0,09119	4,97	0,85	0,05983	3,05	563	28	570	33	598	18	6	0,0002	72,5	57,0	5,9	1,28
Z-30	0,76080	6,38	0,09277	5,35	0,84	0,05948	3,47	572	31	574	37	585	20	2	0,0004	42,3	42,6	4,5	1,00
Z-32	0,77809	7,52	0,09454	6,60	88,0	0,05969	3,61	582	38	584	44	592	21	2	0,0004	38,3	35,0	3,7	1,10
Z-33	0,76625	7,62	0,09375	6,88	0,90	0,05928	3,27	578	40	578	44	577	19	0	0,0002	84,9	112,7	12,2	0,76

15 medidas

^{1.} Sample and standard are corrected after Pb and Hg blanks

^{2. 🏧} Pb/🕬 Pb and 獅 Pb/ጃ% U are corrected after common Pb presence. Common Pb assuming 🍱 Pb/ズ% U 🖅 Pb/ズ% U concordant age

^{3. &}lt;sup>235</sup>U = 1/137.88*Utotal

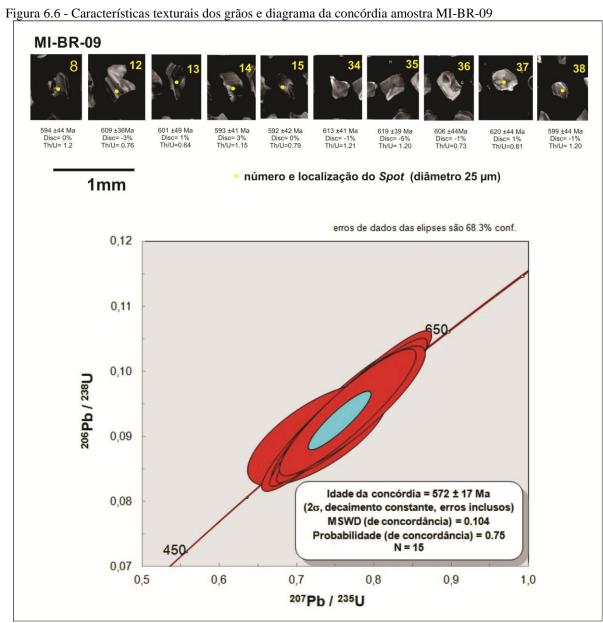
^{4.} Standard GJ-1

^{5.} Th/U = ²³²Th/²³⁸U * 0.992743

^{6.} All errors in the table are calculated 1 sigma (% for isotope ratios, absolute for ages)

Com a utilização deste outro grupo de grãos (quadro 6.5.1.2.2), os dados foram empregados para a construção de um diagrama (figura 6.5.1.2.3), que apresenta resultados colineares e proporcionais de idade concordante estimada em ca. 572 ± 15 Ma, (MSWD 0.104) e 75 % de concordância.

Essa idade é interpretada como de envolvimento em processos metamórficos de altas temperaturas nestes grãos. Apesar das altas razões U-Th apresentadas por esta amostra, as texturas do tipo *soccer ball* corroboram esse entendimento.



Legenda: A) Características texturais e localização do *spot* das análises por LA-MC-ICP-MS em alguns grãos de zircão da amostra MI-BR-09 imageados por catodoluminescência. B) Diagrama da concórdia da mesma amostra para 15 medidas analíticas por LA-MC-ICP-MS.

6.5.2 Amostra MI-BR-56

6.5.2.1 Características macroscópica e morfologia dos grãos de zircão

A amostra MI-BR-56 (figura 6.5.2.1.1) foi coletada em uma estrada não pavimentada que liga o município de Miracema com as sub-localidades de Soledade e Boa Sorte, no limite oeste do corpo Marceleza. O afloramento é formado por corpos decamétricos abaloados às margens da estrada, é composto por uma rocha de cor cinza escura levemente esverdeada, aspecto homogêneo, granulação variando entre fina e média e textura granoblástica inequigranular. A paragênese principal desta rocha é dada por plagioclásio, ortopiroxênio, quartzo, hornblenda e biotita. Apatita, zircão e minerais opacos representam os principais minerais acessórios presentes na rocha. A paragênese é definida através da coexistência dos minerais de piroxênios e plagioclásio, indicando que o metamorfismo ocorreu em fácies granulito. A análise modal estimada para esta amostra, classificada através do diagrama QAP de Streckeisen (1975) para rochas plutônicas, indica que a rocha está localizada no campo dos gabros/monzodioritos. Os dados geoquímicos posicionam a amostra no grupo das rochas cálcio-alcalinas de alto potássio (AK1) (álcalis *versus* sílica PECCERILLO & TAYLOR, 1976).

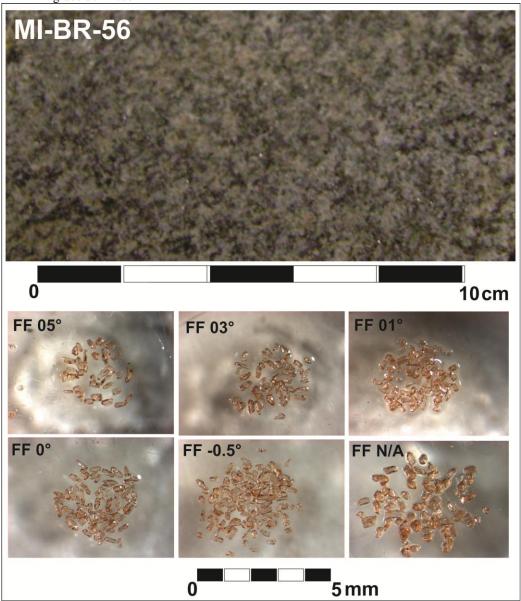
Para a montagem do *mount* (figura 6.5.2.1.1) desta amostra novamente foram utilizados os grãos de zircão obtidos nas frações finais do processo de separação magnética do Franz (FF/5°, FF/3°, FF/1°, FF/0°, FF/-0,5° e FF/Não Atraível). Os grãos foram então analisados de acordo com suas características morfológicas, onde os grãos mais homogêneos foram encontrados nas frações FF/5°, FF/3° e FF/0° enquanto uma distribuição morfológica heterogenia dos grãos foi constatada nas frações FF/1°, FF/-0,5° e FF/N.A.

Durante a fase de catação em lupa binocular foram selecionados em média 40 a 60 grãos por fração. Destoam desta média as frações FF/0° e FF/-0,5° que apresentam uma maior quantidade de grãos em relação as outras, com 80 e 90 grãos respectivamente. Ainda durante esta fase foi observada a presença de outros minerais como apatita, quartzo, opacos e um mineral verde não identificado.

Os grãos em todas as frações estudadas possuem formas prismáticas (euédricos a subédricos) e anedrais, majoritariamente com suas arestas arredondadas. As frações FF/5°, FF/3° e FF/0° possuem a maior proporção de grãos prismáticos, de dimensões curtas e alongadas

e com hábitos euédricos e subédricos. A relação C/L (comprimento/largura) destes grãos tem uma variação muito ampla com proporções 5:1, 4:1, 3:2, 3:1, 2:1 e 1:1 nestas frações. Nas frações restantes FF/1°, FF/-0,5° e FF/N.A., os grãos possuem hábitos predominantemente anedrais, sendo alguns grãos subédricos, porém os prismas estão na maioria das vezes partidos.

Figura 6.7 - Características macroscópicas da amostra MI-BR-56 e detalhes em lupa binocular das frações dos grãos de zircão



Fonte: O AUTOR, 2015.

Os minerais destas frações vistos através de luz transmitida são translúcidos com tons de rosa (FF/3°) variando a tons mais escuros como acastanhado (FF/N.A.). O tamanho dos grãos variam desde 100 µm a 1.100 µm, sendo as frações FF/5° e FF/1° composta pelos menores grãos

e as frações restantes representam os maiores grãos encontrados. A presença de inclusões é comum a todas as frações.

В MI-BR-56

Figura 6.8 - Representação do mount e imagem de cadodoluminescência dos grãos da amostra MI-BR-56

Legendas : A) Representação do *mount* da amostra MI-BR-56, em lupa binocular zoom de 1,5x. B) Imagem de cadodoluminescência dos grãos de zircão analisados na amostra MI-BR-56.

A distribuição dos grãos no *mount* foi imageada através de imagens em luz transmitida e de catodoluminescência (figura 6.5.2.1.1). Na amostra, cada fração ocupou duas fileiras de grãos no *mount*, começando pela fração FF/N.A., FF/-0,5°, FF/0°, FF/1°, FF/3° e por último a fração FF/5°.

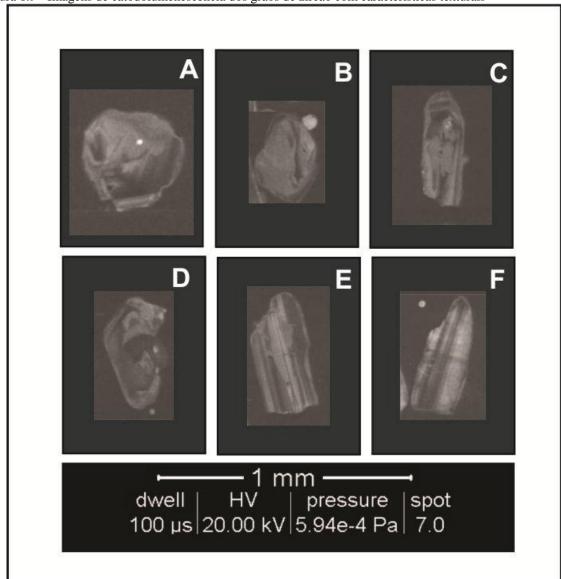


Figura 6.9 - Imagens de catodolumenescência dos grãos de zircão com características texturais

Legenda : (A, B) textura *soccer ball*; (C,D) núcleos com crescimento periférico e (E,F) zoneamento de crescimento oscilatório.

Fonte: O AUTOR, 2015.

Considerando as características dos grãos, foram analisados 38 minerais de zircão de forma espaçada e regular. Dos minerais analisados, seis pertencem a fração FF/não atraível, dez a fração FF/-0,5°, seis a fração FF/0°, oito a fração FF/1°, seis a fração FF/3° e dois a fração FF/5° (figura 6.5.2.1.2).

As principais texturas e características dos grãos foram observadas através de imagens de catodoluminescência. Os reflexos dos eventos metamórficos foram identificados através da presença de texturas do tipo *soccer ball*, principalmente nas frações FF/5°, FF/3° e FF/1° (figura 6.5.2.1.3), sendo também encontrados grãos com núcleos preservados e evidencias de crescimento periférico metamórfico nas bordas, visto nas frações FF/5° e FF/0° (figura 6.5.2.1.3). Já nas frações FF/1° e FF/-0,5° foram identificadas feições típicas de crescimento magmático, como textura de zoneamento oscilatório nos grãos (figura 6.5.2.1.3).

6.5.2.2 Resultados isotópicos da amosta MI-BR-56

O primeiro diagrama da concórdia (figura 6.5.2.2.1) foi construído utilizando todos os 38 grãos disponíveis desta amostra e apresentou uma distribuição concordante dos grãos dispostos sobre a reta da concórdia.

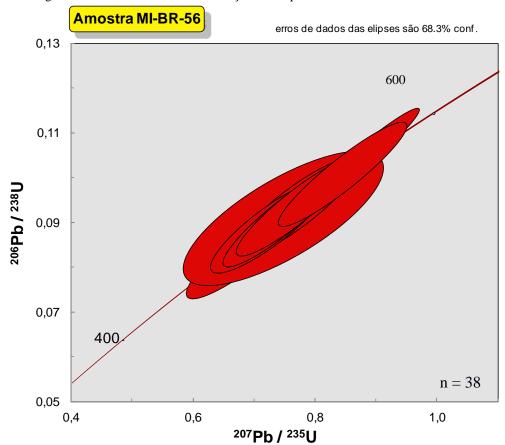


Figura 6.10 - Diagrama da concórdia com a distribuição das elipses da amostra MI-BR-56

Legenda: Diagrama da concórdia no intervalo de 450 a 600 Ma.

Em uma nova tentativa, foram selecionados 10 grãos (figura 6.5.2.2.2), com conteúdos de Th que oscilam entre 30 ppm a 231 ppm e U entre 60 ppm a 244 ppm, sendo a razão entre estes elementos, em média próximo a 0,60 e não superiores a 0,90.

Estes dez grãos estimaram uma idade concordante de ca. 600 ± 17 Ma, (MSWD 0,04) com 84 % de concordância (figura 6.5.2.2.2), sendo interpretada como idade de cristalização magmática, considerando também as imagens de catodoluminescência, são observados grãos com características texturais de grãos ígneos (figura 6.5.2.1.3), com crescimento com zoneamento oscilatório, indicativo de cristalização magmática.

Quadro 6.5.2.2.1 - Quadro de dados U-Pb LA-MC-ICP-MS para amostra MI-BR-56, para 15 grãos de zircão analisados

Spot number			Ratios							Age (Ma)				%		Th	U	Pb	
	²⁰⁷ Pb*/ ²³⁵ U	±	²⁰⁶ Pb*/ ²³⁸ U	±	Rho 1	²⁰⁷ Pb*/ ²⁰⁶ Pb*	±	²⁰⁶ Pb/ ²³⁸ U	±	²⁰⁷ Pb/ ²³⁵ U	±	²⁰⁷ Pb/ ²⁰⁶ Pb	±	Disc.	f 206	ppm	ppm	ppm	²³² Th/ ²³⁸ U
Z-01	0,78090	8,26	0,09467	8,03	0,97	0,05983	1,92	583	47	586	48	597	11	2	0,0002	46,2	100,7	10,5	0,46
Z-02	0,80601	6,98	0,09762	6,51	0,93	0,05988	2,53	600	39	600	42	599	15	0	0,0003	102,1	121,0	14,2	0,85
Z-04	0,79969	7,82	0,09707	7,31	0,93	0,05975	2,79	597	44	597	47	595	17	0	0,0006	43,2	86,6	11,5	0,50
Z-06	0,79750	7,40	0,09673	6,96	0,94	0,05980	2,50	595	41	595	44	596	15	0	0,0004	93,3	108,3	12,7	0,87
Z-12	0,80579	6,96	0,09787	6,40	0,92	0,05971	2,74	602	39	600	42	593	16	-1	0,0003	43,9	8,08	10,6	0,55
Z-13	0,78955	7,41	0,09630	6,64	0,90	0,05946	3,27	593	39	591	44	584	19	-1	0,0004	30,5	59,5	8,0	0,52
Z-15	0,83014	6,49	0,10074	6,05	0,93	0,05976	2,37	619	37	614	40	595	14	-4	0,0004	54,6	81,6	13,1	0,67
Z-18	0,80570	6,45	0,09825	6,00	0,93	0,05947	2,35	604	36	600	39	584	14	-3	0,0002	103,1	153,4	19,8	0,68
Z-22	0,80118	7,29	0,09736	6,91	0,95	0,05968	2,31	599	41	597	44	592	14	-1	0,0002	54,5	70,8	9,0	0,77
Z-26	0,79796	8,85	0,09666	8,44	0,95	0,05987	2,66	595	50	596	53	599	16	1	0,0003	43,5	66,4	7,4	0,66
Z-29	0,86225	8,13	0,10347	7,89	0,97	0,06044	1,96	635	50	631	51	619	12	-2	0,0005	32,1	76,7	9,4	0,42
Z-30	0,81890	8,06	0,09935	7,87	0,98	0,05978	1,75	611	48	607	49	596	10	-3	0,0004	161,8	175,0	18,8	0,93
Z-34	0,78411	8,56	0,09497	8,19	0,96	0,05988	2,48	585	48	588	50	599	15	2	0,0002	169,5	232,0	15,3	0,74
Z-36	0,78812	8,56	0,09540	8,27	0,97	0,05992	2,18	587	49	590	50	601	13	2	0,0002	231,1	244,3	18,9	0,95
Z-38	0,84315	8,23	0,10106	7,64	0,93	0,06051	3,06	621	47	621	51	622	19	0	0,0004	47,8	1,701	9,3	0,45

15 medidas

^{1.} Sample and standard are corrected after Pb and Hg blanks
2. ²⁰⁷ Pb/²⁰⁵Pb and ²⁰⁵Pb/²⁰⁵U are corrected after common Pb presence. Common Pb assuming ²⁰⁵Pb/²⁰⁵U ²⁰⁷Pb/²⁰⁵U concordant age

^{3. &}lt;sup>235</sup>U = 1/137.88*Utotal

^{4.} Standard GJ-1

^{5.} Th/U = ²³²Th/²³⁸U * 0.992743

^{6.} All errors in the table are calculated 1 sigma (% for isotope ratios, absolute for ages)

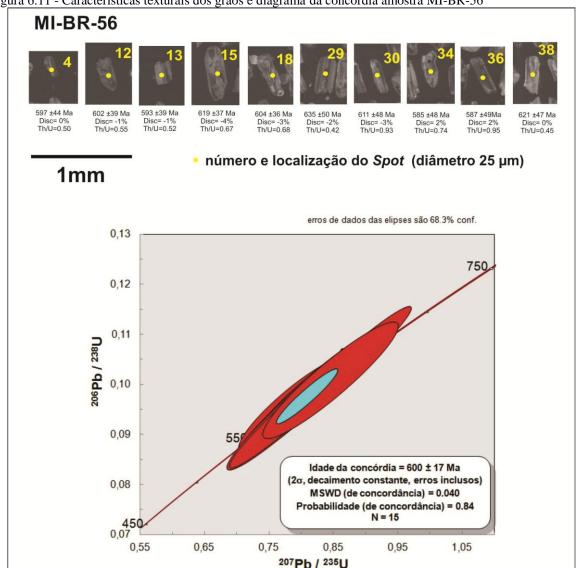


Figura 6.11 - Características texturais dos grãos e diagrama da concórdia amostra MI-BR-56

Figura 6.12 : A) Características texturais e localização do spot das análises por LA-MC-ICP-MS em alguns grãos de zircão da amostra MI-BR-56 imageados por catodoluminescência. B) Diagrama da concórdia da mesma amostra para15 medidas analíticas por LA-MC-ICP-MS.

Fonte: O AUTOR, 2015.

Ainda seguindo os mesmos critérios adotados anteriormente, foram selecionados agora 20 grãos, (quadro 6.5.2.2.2), com conteúdos de Th entre 30 ppm e 195 ppm e U entre 37 ppm a 234 ppm, sendo a razão entre estes elementos em torno de 0,75. Alguns grãos relevantes para construção destas idades podem ser vistos na imagem de catodoluminescência figura 6.5.2.2.3.

Quadro 6.5.2.2.2 - Quadro de dados de U-Pb, LA-MC-ICP-MS para amostra MI-BR-56, para 20 grãos de zircão analisados

Spot number			Ratios							Age (Ma)				%		Th	U	Pb	
	²⁰⁷ Pb*/ ²³⁵ U	±	²⁰⁶ Pb*/ ²³⁸ U	±	Rho 1	²⁰⁷ Pb*/ ²⁰⁶ Pb*	±	²⁰⁶ Pb/ ²³⁸ U	±	²⁰⁷ Pb/ ²³⁵ U	±	²⁰⁷ Pb/ ²⁰⁶ Pb	±	Disc.	f 206	ppm	ppm	ppm	²³² Th/ ²³⁸ U
Z-03	0,75007	8,92	0,09213	8,39	0,94	0,05905	3,01	568	48	568	51	569	17	0	0,0002	195,6	234,2	24,4	0,84
Z-05	0,75808	8,36	0,09350	7,57	0,91	0,05880	3,54	576	44	573	48	560	20	-3	0,0005	42,3	78,0	10,1	0,55
Z-07	0,74246	7,92	0,09079	7,12	0,90	0,05931	3,47	560	40	564	45	578	20	3	0,0011	16,4	37,1	4,1	0,45
Z-08	0,76041	7,27	0,09324	6,57	0,90	0,05915	3,11	575	38	574	42	573	18	0	0,0004	93,5	121,3	13,8	0,78
Z-09	0,75130	8,57	0,09239	7,20	0,84	0,05898	4,65	570	41	569	49	566	26	-1	0,0002	36,4	67,8	8,6	0,54
Z-10	0,78009	6,21	0,09532	5,74	0,93	0,05936	2,36	587	34	586	36	580	14	-1	0,0001	197,3	186,0	24,5	1,07
Z-11	0,77713	6,99	0,09488	6,50	0,93	0,05941	2,58	584	38	584	41	582	15	0	0,0003	61,4	101,6	13,7	0,61
Z-16	0,74604	8,62	0,09169	7,42	0,86	0,05901	4,39	566	42	566	49	568	25	0	0,0001	30,9	68,3	7,5	0,45
Z-17	0,75896	7,20	0,09333	6,78	0,94	0,05898	2,42	575	39	573	41	566	14	-2	0,0002	66,1	95,4	10,7	0,70
Z-19	0,78107	7,61	0,09528	7,17	0,94	0,05945	2,56	587	42	586	45	584	15	-1	0,0003	29,0	67,6	8,1	0,43
Z-20	0,77952	7,37	0,09504	6,66	0,90	0,05949	3,17	585	39	585	43	585	19	0	0,0004	39,8	67,0	7,9	0,60
Z-21	0,74919	6,29	0,09141	5,74	0,91	0,05944	2,59	564	32	568	36	583	15	3	0,0004	57,5	73,7	7,4	0,79
Z-23	0,74402	8,25	0,09111	7,67	0,93	0,05922	3,03	562	43	565	47	575	17	2	0,0004	57,7	76,8	9,2	0,76
Z-25	0,77278	8,97	0,09410	8,56	0,95	0,05956	2,69	580	50	581	52	588	16	1	0,0002	106,6	147,2	15,0	0,73
Z-27	0,76833	8,74	0,09337	8,37	0,96	0,05968	2,52	575	48	579	51	592	15	3	0,0004	45,0	77,1	7,8	0,59
Z-31	0,76545	8,92	0,09354	7,81	0,88	0,05935	4,30	576	45	577	51	580	25	1	0,0006	39,9	94,5	7,1	0,43
Z-32	0,72207	8,75	0,08920	7,62	0,87	0,05871	4,30	551	42	552	48	556	24	1	0,0025	41,2	64,7	5,7	0,64
Z-33	0,76854	7,88	0,09346	7,32	0,93	0,05964	2,92	576	42	579	46	591	17	2	0,0007	30,2	75,4	5,6	0,40
Z-35	0,74532	8,68	0,09128	7,93	0,91	0,05922	3,53	563	45	566	49	575	20	2	0,0004	134,5	191,1	12,2	0,71
Z-37	0,76614	8,41	0,09364	7,70	0,91	0,05934	3,40	577	44	578	49	579	20	0	0,0003	59,7	126,3	10,0	0,48

20 medidas

^{1.} Sample and standard are corrected after Pb and Hg blanks

^{2. &}lt;sup>201</sup> Pb/²⁰⁵Pb and ²⁰⁵Pb/²⁰⁸U are corrected after common Pb presence. Common Pb assuming ²⁰⁵Pb/²⁰⁸U ²⁰¹ Pb/²⁰⁸U concordant age

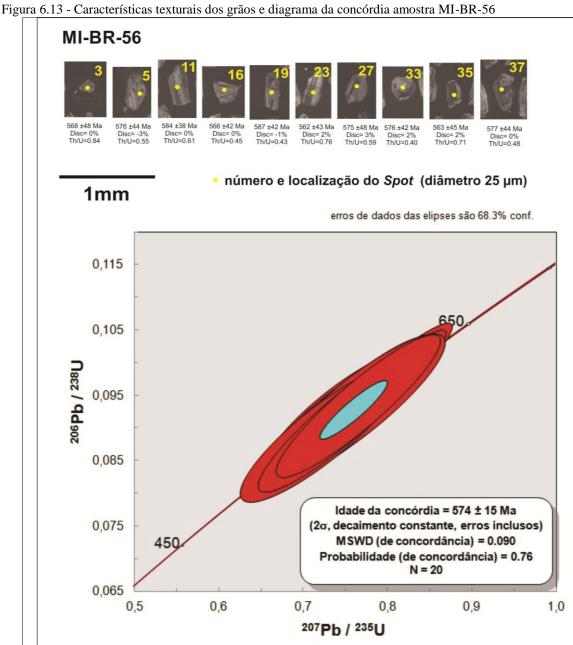
^{3. &}lt;sup>235</sup>U = 1/137.88*Utotal

^{4.} Standard GJ-1

^{5.} Th/U = ²³²Th/²³⁸U * 0.992743

^{6.} All errors in the table are calculated 1 sigma (% for isotope ratios, absolute for ages)

Para a outra seleção de dados desta amostra (quadro 6.5.2.2.2) foi proposto um diagrama da concórdia (figura 6.5.2.2.3), com idade estimada em ca. 574 ± 15 Ma, (MSWD 0,090) e 76 % de concordância. Apesar das elevadas razões U-Th desta amostra, as texturas do tipo soccer ball (figura 6.5.2.1.3) e os núcleos cujas bordas sofreram processos de sobrecrescimento (figura 6.5.2.1.3), confirmam a estimativa de que esta idade corresponda a um evento metamórfico ocorrido durante a orogenia brasiliana.



Legenda: A) Características texturais e localização do spot das análises por LA-MC-ICP-MS em alguns grãos de zircão da amostra MI-BR-56 imageados por catodoluminescência. B) Diagrama da concórdia da mesma amostra para 20 medidas analíticas por LA-MC-ICP-MS.

6.5.3 Amostra MI-BR-55.

6.5.3.1 Características macroscópica e morfologia dos grãos de zircão

A amostra da rocha MI-BR-55 (figura 6.5.3.1.1) está localizada próximo ao ponto de coleta da amostra MI-BR-08, junto à saída noroeste da cidade de Miracema. A rocha é aflorante em lajedos métricos em uma área lateral à beira de uma estrada de chão. A rocha apresenta coloração cinza levemente esverdeada, textura homogênea granoblástica inequigranular e granulometria variando de fina a média. A composição mineral desta rocha é representada pela presença de plagioclásio, ortopiroxênio, hornblenda e quartzo como minerais essenciais. Biotita e opacos são os minerais acessórios. A coexistência de piroxênios junto ao plagioclásio, indica que o processo metamórfico ocorreu em fácies granulito com temperaturas mínimas entre 700-800°C.

Segundo as análises modais petrográficas quantitativas, através da classificação de Streckeisen (1975), estas rochas estão posicionadas no campo dos gabros/quartzo dioritos. Já os resultados das análises geoquímicas (Capitulo - 4) indicam que esta rocha é da série cálcio-alcalina metaluminosa correspondente ao subgrupo cálcio-alcalino de médio potássio (MK) (álcalis *versus* sílica Peccerillo & Taylor, 1976).

Os grãos de zircão separados em frações magnéticas no processo final do Franz (FF/5°, FF/3°, FF/1°, FF/0°, e FF/Não Atraível), cabe resaltar a ausência da fração FF/-0,5°, foram utilizados para a confecção do *mount* desta amostra (figura 6.5.3.1.1). Descritos de acordo com suas características morfológicas, há um predomínio da homogeneidade entre os grãos presentes nas frações FF/3° e FF/1°, e de um aspecto morfologicamente mais heterogêneo para frações FF/5°, FF/0° e FF/Não Atraível.

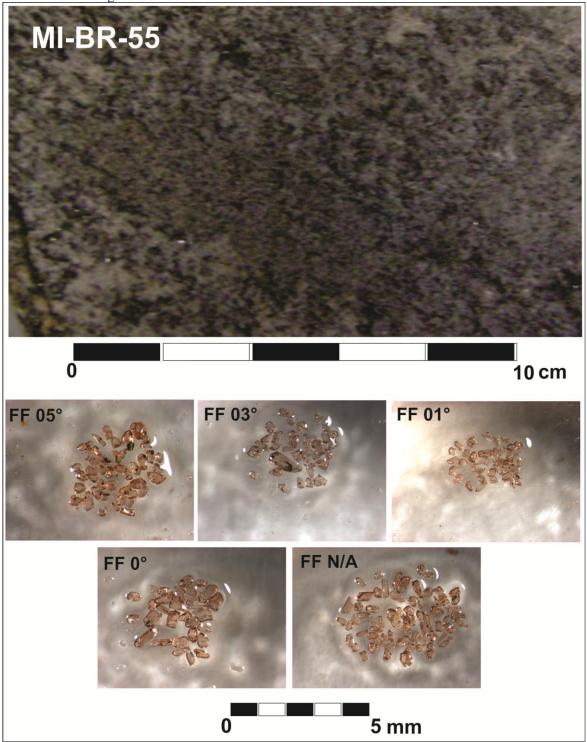
A contagem dos grãos mostrou uma quantidade média de 40 grãos por fração, com exceção da FF/N.A. que possui 75 grãos.

Quanto ao hábito destes minerais, prevalecem grãos subédricos e anedrais, com suas arestas predominantemente arredondadas. Há uma elevada quantidade de fragmentos de grãos prismáticos partidos, principalmente junto as frações mais heterogêneas (FF/5° e FF/N.A.) onde predominam primas subédricos alongados.

Já nas frações mais homogêneas (FF/3° e FF/1°) ocorrem com mais frequência prismas euédricos curtos com razão C/L 2:2 e 1:1 (figura 6.5.3.1.1). As inclusões estão presentes em

quantidades ínfimas em todas as frações, a exceção da FF/0° que apresentou uma maior quantidade de inclusões. Nas frações FF/5° e FF/3° foram observados sulfetos (não identificados).

Figura 6.5.3.1.1 - Características macroscópicas da amostra MI-BR-55 e detalhes em lupa binocular das frações dos grãos de zircão



Fonte: O AUTOR, 2015

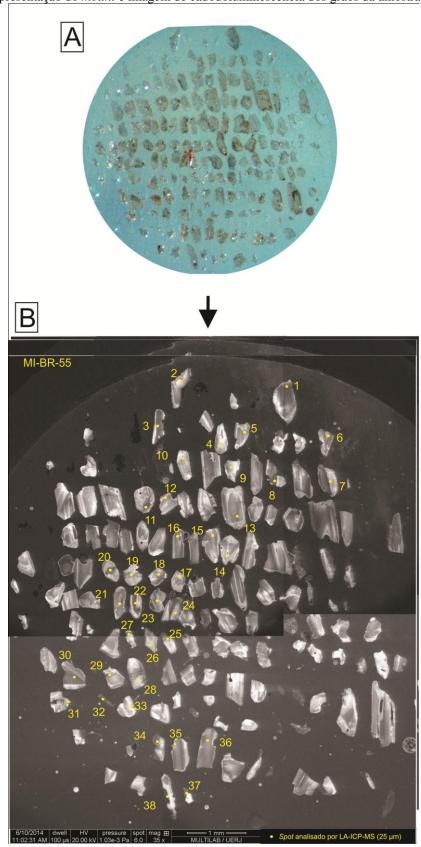
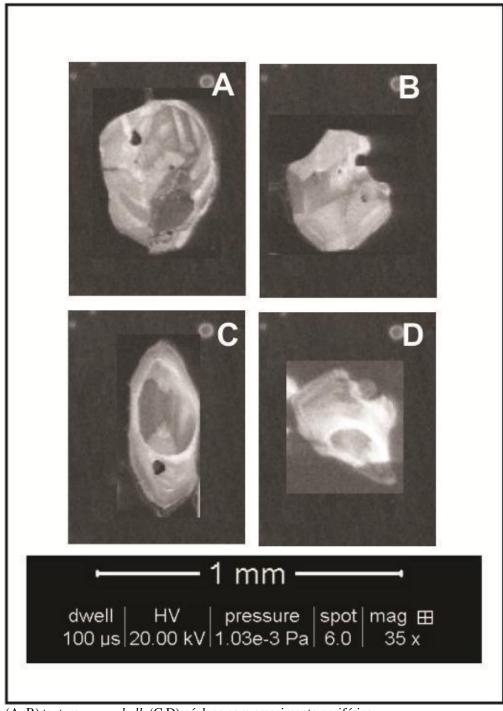


Figura 6.14 - Representação do *mount* e imagem de cadodoluminescência dos grãos da amostra MI-BR-55

Legenda : A) Representação do *mount* da amostra MI-BR-55, em lupa binocular zoom de 1,5x. B) Imagem de cadodoluminescência dos grãos de zircão analisados da amostra MI-BR-55.

A coloração dos grãos através de luz transmitidas variam entre as frações, apresentando grãos rosados nas frações FF/3° e FF/0° e grãos com tons castanhos nas frações FF/5°, FF/1° e FF/Não Atraível, sendo todos translúcidos. O tamanho médio entre os grãos está entre 400 μ m e 600 μ m, sendo descritos cristais menores do que 220 μ m na FF/1° e grãos maiores que 1.200 μ m, na fração FF/3°.

Figura 6.15 - Imagens de catodolumenescência dos grãos de zircão da amostra MI-BR-55 com características texturais



Legenda: (A, B) textura soccer ball; (C,D) núcleos com crescimento periférico.

Para o arranjo dos minerais de zircão foram selecionados grãos pela sua morfologia, nas diferentes frações da amostra. A organização do *mount* é exibida através de imagens por luz transmitida e catodoluminescência, com a seguinte distribuição: os grãos da fração FF/N.A. estão posicionados nas três primeiras fileiras, seguido das frações FF/0° e FF/1° que ocupam subsequentemente duas fileiras cada, a FF/3° aparece com três fileiras de grãos e a FF/5° com as duas últimas fileiras do *mount* (figura 6.5.3.1.2). Nesta amostra ocorreram perdas de grãos devido ao polimento afetando uma pequena parte dos grãos na porção noroeste do *mount*.

Foram selecionados 38 grãos buscando uma distribuição igualitária das análises em cada fração de susceptibilidade magnética. A ordem nas quais os grãos de zircão foram analisados por LA-ICP-MS são exibidas na figura 6.5.3.1.2. Esta amostra apresentou a seguinte distribuição de grãos analisados: na fração FF/N.A. foram analisados dez grãos seguidos de seis grãos na fração FF/0°, oito grãos na fração FF/1°, nove grãos na fração FF/3° e cinco grãos na fração FF/5°.

Utilizando a imagem de catodoluminescência da amostra, alguns grãos foram individualizados de acordo com suas características texturais e morfológicas. Os grãos (figura 6.5.3.1.3) apresentam texturas do tipo *soccer ball* (relacionada a eventos metamórficos e fases de rehomogeinização dos grãos). Ocorrem também grãos com núcleos magmáticos bem definidos com bordas de crescimento periférico, indicando registro magmático e metamórfico no mesmo grão (figura 6.5.3.1.3).

6.5.3.2 Resultados isotópicos da Amostra MI-BR-55

Foram utilizados os resultados isotópicos de todos 38 minerais de zircão analisados sendo gerado um diagrama da concórdia com todos os grãos, refletindo a distribuição ao longo da linha da concórdia (figura 6.5.3.2.1).

Após a utilização de todos os dados, foram selecionados nove grãos, exibidos na (figura 6.5.3.2.2), cujos teores de Th são variáveis entre 20 ppm e 131 ppm e teores de U entre 30 ppm a 124 ppm, com a razão entre estes elementos entre 0,60 e 1,30 (quadro 6.5.3.2.1).

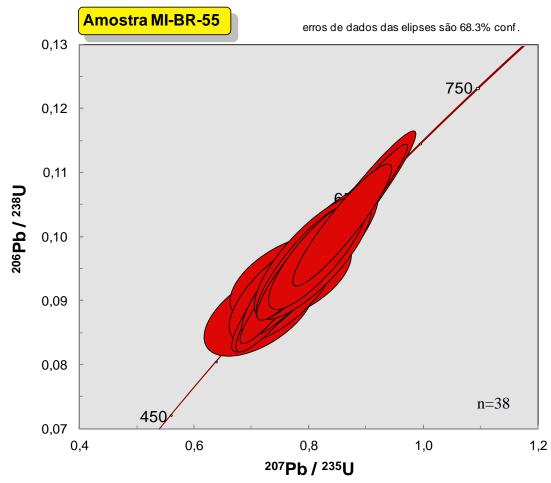


Figura 6.16 - Diagrama da concórdia com a distribuição das elipses da amostra MI-BR-55

Legenda: Diagrama da concórdia no intervalo de 500 a 700 Ma.

Fonte: O AUTOR, 2015.

Os dados obtidos para os nove grãos de zircão (quadro 6.5.3.2.1) indicam uma idade concordante estimada em ca. 618 ± 21 Ma (MSWD 0,27) e 60% de concordância (figura 6.5.3.2.2), representando a idade de cristalização obtida mais antiga para as rochas do Complexo Marceleza, possivelmente marcando o início do processo de cristalização destas rochas.

Quadro 6.5.3.2.1 - Quadro de dados U-Pb LA-MC-ICP-MS para amostra MI-BR-55, para 09 grãos de zircão analisados

Spot number									Age (Ma)				%				Th	U	Pb		
	²⁰⁷ Pb*/ ²³⁵ U	±	²⁰⁶ Pb* <i>l</i> ²³⁸ U	±	Rho 1	²⁰⁷ Pb*/ ²⁰⁶ Pb*	±	²⁰⁶ Pb/ ²³⁸ U	±	²⁰⁷ Pb/ ²³⁵ U	±	²⁰⁷ Pb/ ²⁰⁶ Pb	±	Disc.	f206	Age (Ma)	±	ppm	ppm	ppm	²³² Th/ ²³⁸ U
Z-02	0,82639	6,04	0,09903	5,76	0,95	0,06052	1,83	609	35	612	37	622	11	2	0,0005	614	51	27,4	37,2	3,9	0,74
Z-14	0,82622	6,34	0,09962	5,34	0,84	0,06015	3,41	612	33	612	39	609	21	-1	0,0007	612	57	35,3	41,5	4,4	0,86
Z-20	0,84089	6,87	0,10041	6,50	0,95	0,06074	2,23	617	40	620	43	630	14	2	0,0005	622	60	24,6	34,6	4,2	0,72
Z-22	0,82340	6,94	0,09961	6,60	0,95	0,05995	2,14	612	40	610	42	602	13	-2	0,0001	608	59	131,1	124,0	15,3	1,07
Z-23	0,86710	9,01	0,10315	8,69	0,96	0,06097	2,39	633	55	634	57	638	15	1	0,0003	636	74	75,6	58,6	7,6	1,30
Z-24	0,87681	7,01	0,10395	6,77	0,96	0,06118	1,84	638	43	639	45	645	12	1	0,0003	642	57	25,3	29,7	3,7	0,86
Z-33	0,81921	7,96	0,09837	6,49	0,82	0,06040	4,60	605	39	608	48	618	28	2	0,0005	606	70	24,0	39,2	4,0	0,61
Z-34	0,80413	8,43	0,09702	6,58	0,78	0,06011	5,27	597	39	599	51	608	32	2	0,0005	598	71	31,1	37,0	3,6	0,84
Z-38	0,85580	6,67	0,10205	6,15	0,92	0,06082	2,56	626	39	628	42	633	16	1	0,0006	628	61	20,9	30,6	3,2	0,69

09 medidas

^{1.} Sample and standard are corrected after Pb and Hg blanks

^{2. 2017} Pb/2005 Pb and 2005 Pb/2005 U are corrected after common Pb presence. Common Pb assuming 2005 Pb/2005 U 2017 Pb/2005 U concordant age

^{3. 235}U = 1/137.88*Utotal

^{4.} Standard GJ-1

^{5.} Th/U = ²³²Th/²³⁸U * 0.992743

^{6.} All errors in the table are calculated 1 sigma (% for isotope ratios, absolute for ages)

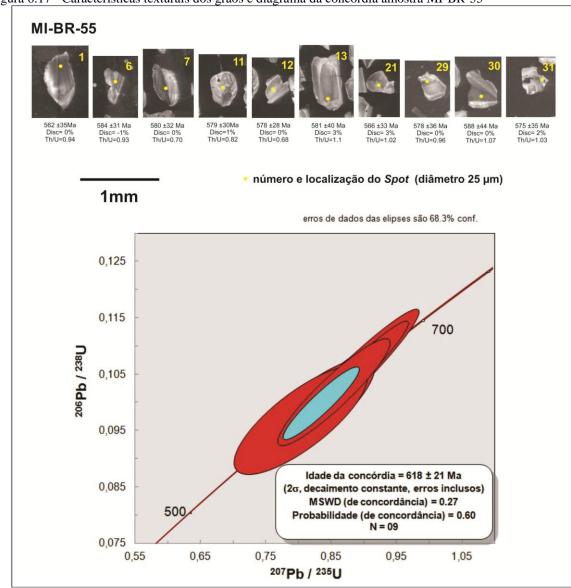


Figura 6.17 - Características texturais dos grãos e diagrama da concórdia amostra MI-BR-55

Legenda: A) Características texturais e localização do *spot* das análises por LA-MC-ICP-MS em alguns grãos de zircão da amostra MI-BR-55 imageados por catodoluminescência. B) Diagrama da concórdia da mesma amostra para 09 medidas analíticas por LA-MC-ICP-MS.

Fonte: O AUTOR, 2015.

Para a mesma amostra utilizando os mesmos critérios, outra seleção de grãos foi proposta (quadro 6.5.3.2.2), com a utilização de 26 grãos, figura 6.5.3.2.3, com valores absolutos de Th entre 13 ppm e 182 ppm e de U entre 20 ppm a 155 ppm, com a razão média entre estes elementos predominantemente próximo a um.

Utilizando os dados apresentados no quadro 6.5.3.2.2 foi observado um arranjo colinear dos grãos dispostos sob a reta da concórdia (figura 6.5.3.2.3) com idade estimada em Ca. 578 ± 12 Ma, (MSWD 0,15) e 70 % de concordância.

Quadro 6.5.3.2.2 - Quadro de dados de U-Pb, LA-MC-ICP-MS para Amostra MI-BR-55, para 26 grãos de zircão analisados

Spot number			Ratios							Age (Ma)				%		Th	U	Pb	
	²⁰⁷ Pb*/ ²³⁵ U	±	²⁰⁶ Pb*/ ²³⁸ U	±	Rho 1	²⁰⁷ Pb* <i>l</i> ²⁰⁶ Pb*	±	²⁰⁶ Pb/ ²³⁸ U	±	²⁰⁷ Pb/ ²³⁵ U	±	²⁰⁷ Pb/ ²⁰⁶ Pb	±	Disc.	f 206	ppm	ppm	ppm	²³² Th/ ²³⁸ U
Z-01	0,73879	7,30	0,09104	6,27	0,86	0,05885	3,74	562	35	562	41	562	21	0	0,0001	51,1	54,5	5,5	0,94
Z-04	0,76866	8,72	0,09376	4,84	0,56	0,05946	7,25	578	28	579	50	584	42	1	0,0009	15,8	25,9	2,5	0,61
Z-05	0,76525	8,04	0,09360	5,44	0,68	0,05929	5,92	577	31	577	46	578	34	0	0,0004	40,8	45,2	4,5	0,91
Z-06	0,77513	6,59	0,09482	5,38	0,82	0,05929	3,80	584	31	583	38	578	22	-1	0,0003	71,9	77,5	8,2	0,93
Z-07	0,77051	7,02	0,09415	5,47	0,78	0,05935	4,41	580	32	580	41	580	26	0	0,0005	41,5	59,8	6,3	0,70
Z-08	0,75568	7,84	0,09248	5,35	0,68	0,05926	5,72	570	31	572	45	577	33	1	0,0003	95,9	88,4	8,7	1,09
Z-10	0,71103	9,00	0,08841	5,04	0,56	0,05833	7,46	546	28	545	49	542	40	-1	8000,0	28,8	32,2	2,9	0,90
Z-11	0,77117	7,83	0,09396	5,12	0,65	0,05952	5,92	579	30	580	45	586	35	1	0,0007	24,9	30,6	3,1	0,82
Z-12	0,76529	9,17	0,09374	4,83	0,53	0,05921	7,79	578	28	577	53	575	45	0	0,0010	13,6	20,1	1,9	0,68
Z-13	0,77754	7,63	0,09431	6,87	0,90	0,05979	3,32	581	40	584	45	596	20	3	8000,0	33,8	30,8	3,1	1,10
Z-18	0,75822	7,80	0,09283	6,18	0,79	0,05924	4,76	572	35	573	45	576	27	1	0,0006	35,5	42,8	5,3	0,84
Z-21	0,75247	8,26	0,09182	5,76	0,70	0,05944	5,92	566	33	570	47	583	35	3	0,0011	48,4	48,0	5,8	1,02
Z-25	0,75146	7,83	0,09211	7,09	0,91	0,05917	3,32	568	40	569	45	573	19	1	0,0004	28,4	39,5	4,6	0,72
Z-27	0,78216	7,23	0,09536	6,92	0,96	0,05949	2,11	587	41	587	42	585	12	0	0,0002	75,8	84,2	10,0	0,91
Z-28	0,76752	8,40	0,09322	7,76	0,92	0,05972	3,20	575	45	578	49	593	19	3	0,0002	77,3	60,8	6,9	1,28
Z-29	0,76669	7,34	0,09377	6,26	0,85	0,05930	3,84	578	36	578	42	578	22	0	0,0002	62,6	65,4	7,5	0,96
Z-31	0,76463	7,26	0,09324	6,09	0,84	0,05948	3,95	575	35	577	42	585	23	2	0,0003	96,6	94,9	9,0	1,03
Z-32	0,74995	6,33	0,09172	5,86	0,93	0,05930	2,40	566	33	568	36	578	14	2	0,0001	182,7	155,8	14,5	1,18
Z-36	0,78271	6,41	0,09548	5,73	0,89	0,05945	2,87	588	34	587	38	584	17	-1	0,0002	157,4	120,8	12,2	1,31
Z-03	0,79261	6,40	0,09565	4,85	0,76	0,06010	4,18	589	29	593	38	607	25	3	0,0002	108,2	101,8	9,9	1,07
Z-15	0,79128	6,68	0,09594	5,41	0,81	0,05982	3,92	591	32	592	40	597	23	1	0,0003	60,0	66,1	6,8	0,92
Z-16	0,78850	8,00	0,09574	6,79	0,85	0,05973	4,23	589	40	590	47	594	25	1	0,0004	58,1	58,6	6,7	1,00
Z-19	0,78588	7,34	0,09564	6,00	0,82	0,05959	4,24	589	35	589	43	589	25	0	0,0004	23,5	42,3	5,4	0,56
Z-26	0,78717	8,49	0,09540	7,46	0,88	0,05985	4,05	587	44	590	50	598	24	2	0,0004	31,0	32,5	3,9	0,96
Z-30	0,78446	7,84	0,09552	7,42	0,95	0,05956	2,54	588	44	588	46	588	15	0	0,0001	116,2	109,5	12,9	1,07
Z-35	0,78885	6,99	0,09616	6,05	0,87	0,05950	3,49	592	36	591	41	585	20	-1	0,0001	140,5	130,5	13,1	1,08

26 medidas

^{1.} Sample and standard are corrected after Pb and Hg blanks 2. ²⁰⁷ Pb/²⁰⁵Pb and ²⁰⁵Pb/²⁰⁵U are corrected after common Pb presence. Common Pb assuming ²⁰⁵Pb/²⁰⁵U ²⁰⁷Pb/²⁰⁵U concordant age

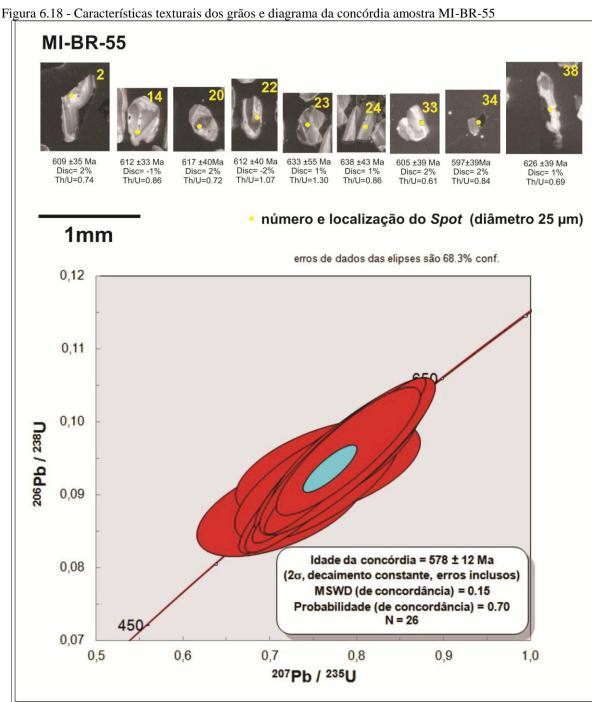
^{3. &}lt;sup>235</sup>U = 1/137.88*Utotal

^{4.} Standard GJ-1

^{5.} Th/U = ²³²Th/²³⁸U * 0.992743

^{6.} All errors in the table are calculated 1 sigma (% for isotope ratios, absolute for ages)

A presença de minerais de zircão com textura do tipo *soccer ball* (figura 6.5.3.1.3), assim como a evidência de crescimento metamórfico em grãos com núcleos magmáticos preservados (figura 6.5.3.1.3), consolidam a hipótese interpretativa de que esta idade representa um registro do evento metamórfico ocorrido durante o brasiliano.



Legenda: A) Características texturais e localização do *spot* das análises por LA-MC-ICP-MS em alguns grãos de zircão da amostra MI-BR-55 imageados por catodoluminescência. B) Diagrama da concórdia da mesma amostra para 26 medidas analíticas por LA-MC-ICP-MS.

6.5.4 Amostra MI-BR-08.

6.5.4.1 Características macroscópica e morfologia dos grãos de zircão

A amostra MI-BR-08 (figura 6.5.4.1.1) foi coletada na saída noroeste da cidade de Miracema, próximo ao Hospital Municipal. O afloramento estudado se caracteriza por um lajedo de seis por quatro metros, localizado nas margens da estrada principal. A rocha apresenta coloração verde escura, aspecto homogêneo, granulação de fina a média e textura granoblástica inequigranular. Sua composição mineralógica é representada por plagioclásio, hornblenda, ortopiroxênio, clinopiroxênio e quartzo. Em menor quantidade ocorrem biotita, sericita e zircão. A associação principal de piroxênios + plagioclásio define a paragênese desta rocha, sendo esta indicativa de metamorfismo sob condições mínimas de temperatura entre 700-800°C.

Com base na análise modal petrográfica quantitativa para rochas plutônicas (STRECKEISEN, 1975) a amostra localiza-se entre os campos dos gabros e quartzo dioritos. Os dados de geoquímica obtidos permitem inserir a amostra no grupo cálcio-alcalino de alto potássio (AK1) (descrito anteriormente, pertencente à série cálcio-alcalina - álcalis *versus* sílica (PECCERILLO & TAYLOR, 1976).

Para o *mount* desta amostra foram utilizados grãos das frações magnéticas do fase final do Franz em: FF/ 5°, FF/ 3°, FF/ 1°, FF/ 0°, FF/ -0,5° e FF/ Não Atraível (figura 6.5.4.1.1) Neste caso específico, os grãos das frações FF/3° e FF/1° são descritos como morfologicamente mais homogêneos, enquanto que as frações FF/5°, FF/0°, FF/-0,5°, FF/N.A. apresentaram maior quantidade de grãos heterogêneo. A FF/1° possui 80 grãos, seguida das frações FF/0°, FF/-0,5° e FF/N.A, que apresentam uma média entre 50 e 60 grãos, e das frações FF/5° e FF/3° com contagem em torno de 30 grãos.

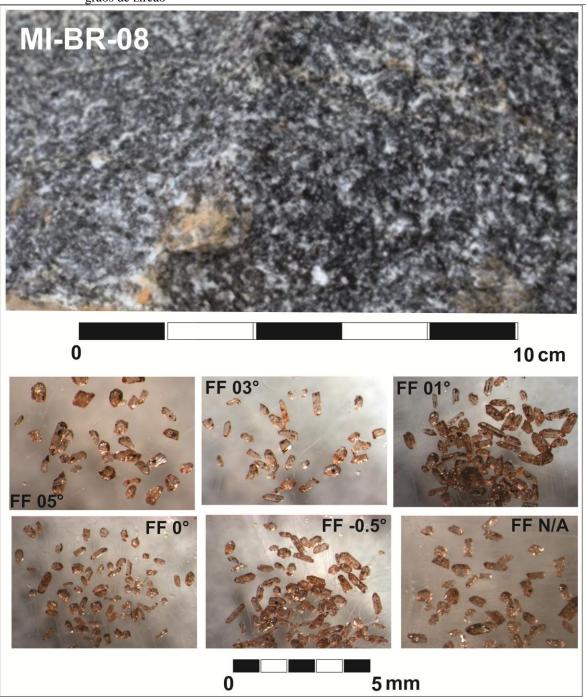
Todas as frações apresentam grãos com formas prismáticas e anedrais, com arestas predominantemente arredondadas. Já nas frações FF/3°, FF/0° e FF/N.A. os fragmentos de prismas partidos ocorrem em abundância e na fração FF/1° predominam os prismas bipiramidais bem formados. Os grãos prismáticos são majoritariamente hipidiomórficos e alongados e com razões C/L (comprimento/largura) variando desde 5:1 a 3:2 e poucos prismas mais curtos 2:1 e 2:2.

As frações FF/1°, FF/-0,5° são as que apresentam os prismas mais alongados e euédricos, com ao menos duas fácies bem formadas e alguns poucos grãos equidimensionais 1:1 (figura

6.5.4.1.1). Em todas as frações as inclusões estão presentes e na maioria dos grãos estão localizadas nas bordas.

As frações FF/3° e FF/1° também apresentam grande quantidade de inclusões próximas aos núcleos, enquanto as frações FF/0°, FF/-0,5° apresentaram a menor quantidade de inclusões em seus grãos.

Figura 6.19 - Características macroscópicas da amostra MI-BR-08 e detalhes em lupa binocular das frações dos grãos de zircão



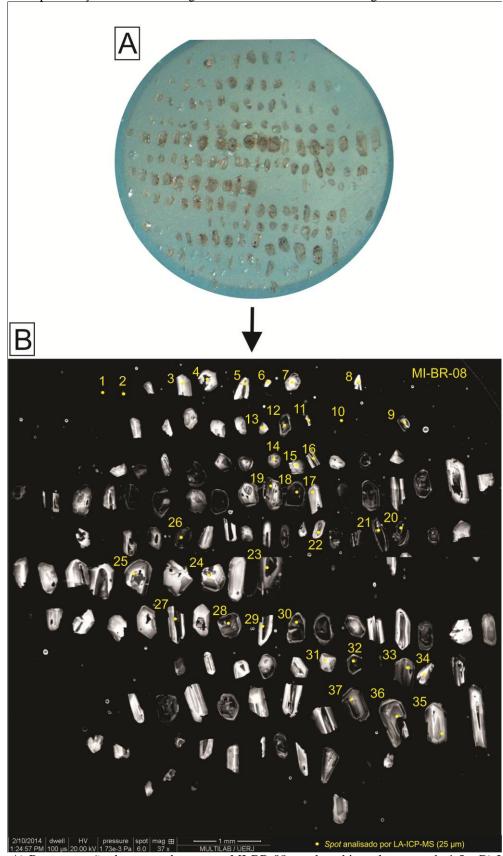
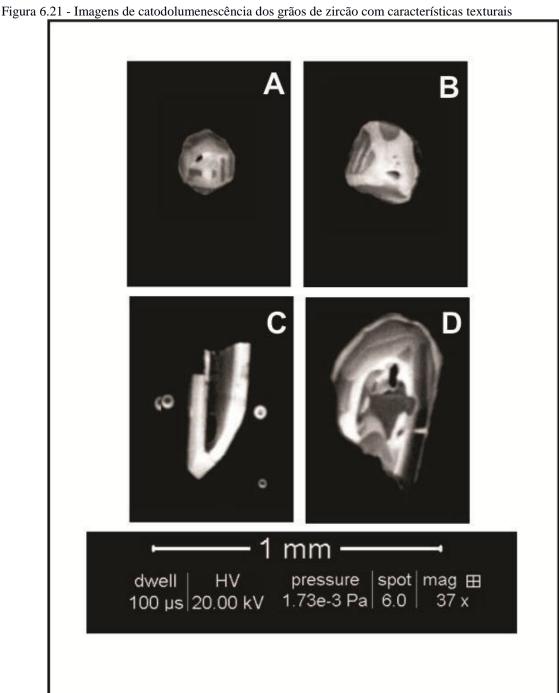


Figura 6.20 - Representação do mount e imagem de cadodoluminescência dos grãos da amostra MI-BR-08

Legenda: A) Representação do *mount* da amostra MI-BR-08, em lupa binocular zoom de 1,5x. B) Imagem de cadodoluminescência dos grãos de zircão analisados na amostra MI-BR-08.

As cores dos grãos em luz transmitidas exibem tons claros de rosa e são translúcidas, sendo que algumas possuem variações para tons castanhos e levemente mais escuros como as frações FF/5°, FF/3° e FF/1°. O tamanho médio dos minerais de zircão varia desde 150 µm a 880 μm, onde as frações FF/5° e FF/N.A. possuem os menores grãos (não superiores à 580 μm). Durante a fase de catação manual em lupa binocular foram identificadas a presença de apatita, quartzo e molibdenita.



Legenda: (A,B) textura soccer ball; (C,D) núcleos com crescimento periférico.

A organização do *mount* está apresentada, tanto em luz transmitida, como em imagem de catodoluminescência na figura 6.5.4.1.2. Os grãos foram montados, a partir das morfologias encontradas nas diferentes frações, resumidamente apresentados abaixo: com a fração final não atraível ocupando quatro fileiras, a fração FF/-0,5° e FF/0° com duas fileiras cada, as frações FF/1° e FF/3° com apenas uma fileira cada e por fim a FF/5° que ocupa as três ultimas fileiras da montagem.

Na figura 6.5.4.1.2, estão representados os grãos analisados por LA-MC-ICP-MS na sua respectiva ordem. Assim, dos 37 grãos analisados, três pertencem a fração FF/5°, quatro a fração FF/3°, quatro a fração FF/1°, três a fração FF/0°; sete pertencem a fração FF/-0,5° e 16 a fração não atraível. A escolha dos grãos para análises isotópicas objetivou representar todas as frações de forma espaçada e regular e buscou-se aprofundar as características destes grãos com a utilização de imagens de catodo luminescência e de elétrons secundários (MEV).

Através das imagens de catodoluminescência algumas características internas dos grãos foram melhor visualizadas, como as texturas do tipo *soccer ball* (nas frações FF/3° e FF/N.A. - figura 6.5.4.1.3), típicas de metamorfismo e/ou reequilíbrio em altas temperaturas e grãos com núcleos magmáticos com crescimento periférico (nas frações FF/5°, FF/1°, FF/0° e FF/-0,5° - figura 6.5.4.1.3).

6.5.4.2 Resultados Isotópicos da amostra MI-BR-08

Para esta amostra foram realizadas análises isotópicas de 37 minerais de zircão, utilizando grãos praticamente de todas as frações e com os resultados foi possível gerar o diagrama concórdia com todos os grãos analisados (figura 6.5.4.2.1).

Para esta amostra foram selecionados 22 grãos (quadro 6.5.4.2.1), com valores para os conteúdos de Th entre 25 ppm e 411 ppm e de U entre 24 ppm a 246 ppm, a razão entre estes elementos é majoritariamente maior que um à exceção de três grãos que apresentam valores de 0,56; 0,89 e 0,91. Novamente foram individualizados alguns grãos proeminentes na figura 6.5.4.2.2.

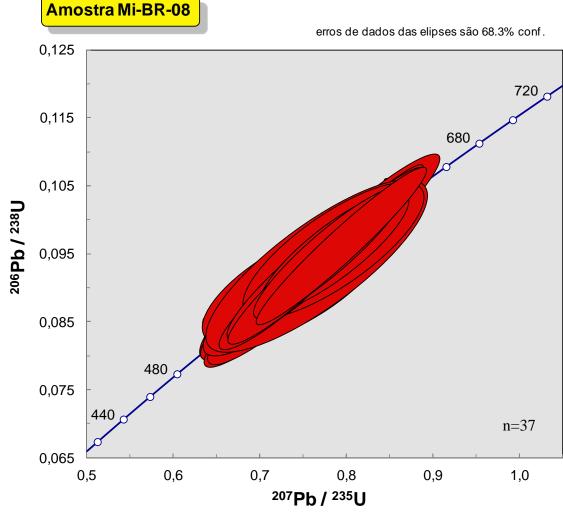


Figura 6.22 - Diagrama da concórdia com a distribuição das elipses da amostra MI-BR-08

Legenda: Diagrama da concórdia no intervalo de 490 a 660 Ma.

Quadro 6.5.4.2.1 - Quadro de dados U-Pb LA-MC-ICP-MS para amostra MI-BR-08, para 22 grãos de zircão analisados

Spot number			Ratios							Age (Ma)				%		Th	U	Pb	
	²⁰⁷ Pb*/ ²³⁵ U	±	²⁰⁶ Pb*/ ²³⁸ U	±	Rho 1	²⁰⁷ Pb*/ ²⁰⁶ Pb*	±	²⁰⁶ Pb/ ²³⁸ U	±	²⁰⁷ Pb/ ²³⁵ U	±	²⁰⁷ Pb/ ²⁰⁶ Pb	±	Disc.	f 206	ppm	ppm	ppm	²³² Th/ ²³⁸ U
Z-06	0,77290	8,87	0,09439	7,77	0,88	0,05939	4,28	581	45	581	52	581	25	0	0,0005	50,0	37,6	3,1	1,34
Z-07	0,77621	7,96	0,09489	7,36	0,92	0,05933	3,03	584	43	583	46	579	18	-1	0,0004	116,7	66,4	5,7	1,77
Z-09	0,79536	7,82	0,09720	7,59	0,97	0,05935	1,88	598	45	594	46	580	11	-3	0,0001	274,4	222,5	19,8	1,24
Z-10	0,78330	8,24	0,09542	7,93	0,96	0,05954	2,26	587	47	587	48	587	13	0	0,0001	88,5	158,8	24,5	0,56
Z-12	0,76404	7,49	0,09330	7,30	0,97	0,05939	1,67	575	42	576	43	582	10	1	0,0001	187,6	170,5	17,2	1,11
Z-14	0,76057	8,01	0,09340	7,48	0,93	0,05906	2,87	576	43	574	46	569	16	-1	0,0003	89,5	72,4	7,4	1,24
Z-16	0,76103	8,20	0,09286	6,57	0,80	0,05944	4,91	572	38	575	47	583	29	2	0,0007	24,8	31,5	3,3	0,79
Z-18	0,78131	8,54	0,09503	8,35	0,98	0,05963	1,82	585	49	586	50	590	11	1	0,0001	271,4	246,8	25,3	1,11
Z-19	0,79164	8,34	0,09639	7,97	0,96	0,05957	2,45	593	47	592	49	588	14	-1	0,0001	234,7	144,5	14,8	1,64
Z-21	0,76560	6,73	0,09367	6,46	0,96	0,05928	1,89	577	37	577	39	577	11	0	0,0001	411,9	197,6	20,4	2,10
Z-23	0,75327	6,77	0,09184	6,65	0,98	0,05948	1,25	566	38	570	39	585	7	3	0,0000	304,5	203,6	20,7	1,51
Z-24	0,78021	8,39	0,09459	7,88	0,94	0,05982	2,88	583	46	586	49	597	17	2	0,0003	73,3	49,9	5,3	1,48
Z-25	0,79366	7,76	0,09630	7,45	0,96	0,05977	2,17	593	44	593	46	595	13	0	0,0001	135,8	106,0	11,3	1,29
Z-26	0,78707	6,53	0,09604	6,28	0,96	0,05943	1,77	591	37	590	38	583	10	-1	0,0001	304,0	199,1	22,2	1,54
Z-27	0,74506	7,64	0,09115	7,13	0,93	0,05928	2,74	562	40	565	43	577	16	3	0,0007	21,8	24,0	2,5	0,91
Z-31	0,75553	7,13	0,09278	6,99	0,98	0,05906	1,39	572	40	571	41	569	8	0	0,0002	35,5	28,2	2,9	1,27
Z-32	0,78589	8,80	0,09571	6,89	0,78	0,05955	5,47	589	41	589	52	587	32	0	0,0010	100,7	100,4	10,8	1,01
Z-33	0,75383	7,85	0,09246	7,18	0,91	0,05913	3,19	570	41	570	45	572	18	0	0,0002	166,6	114,8	12,1	1,46
Z-34	0,78719	7,23	0,09563	6,12	0,85	0,05970	3,86	589	36	590	43	593	23	1	0,0004	44,0	42,9	4,8	1,03
Z-35	0,76012	8,30	0,09299	7,84	0,95	0,05928	2,71	573	45	574	48	578	16	1	0,0001	63,6	60,6	6,4	1,06
Z-36	0,78080	7,35	0,09540	6,70	0,91	0,05936	3,04	587	39	586	43	580	18	-1	0,0002	96,5	79,3	8,6	1,22
Z-37	0,79550	8,21	0,09641	7,90	0,96	0,05984	2,23	593	47	594	49	598	13	1	0,0002	66,7	75,2	8,2	0,89

22 medidas

^{1.} Sample and standard are corrected after Pb and Hg blanks
2. ²⁰⁷ Pb/²⁰⁵Pb and ²⁰⁵Pb/²⁰⁵U are corrected after common Pb presence. Common Pb assuming ²⁰⁵Pb/²⁰⁵U ²⁰⁷Pb/²⁰⁵U concordant age

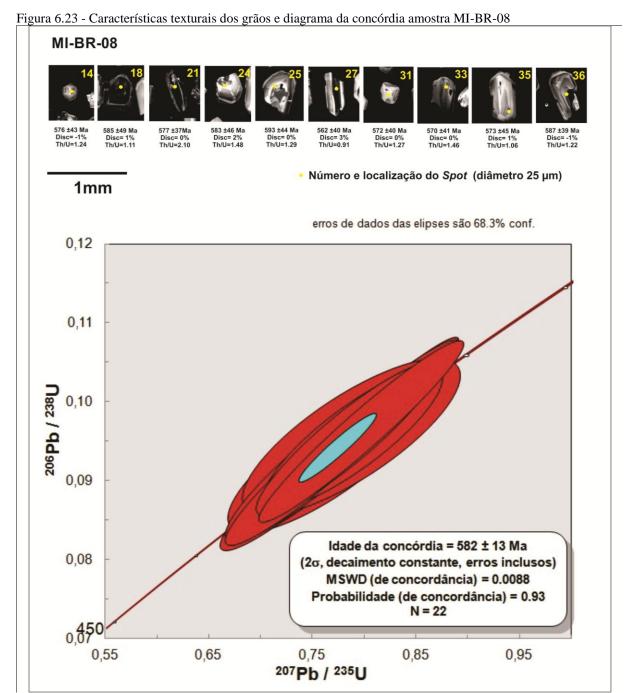
^{3. &}lt;sup>235</sup>U = 1/137.88*Utotal

^{4.} Standard GJ-1

^{5.} Th/U = ²³²Th/²³⁸U * 0.992743

^{6.} All errors in the table are calculated 1 sigma (% for isotope ratios, absolute for ages)

A idade concordante obtida foi de. 582 ± 13 Ma. (MSWD 0,0098) e 93% de concordância (figura 6.5.4.2.2), interpretada como idade de reequilíbrio metamórfico em alta temperatura (temperatura de fácies granulito). As texturas do tipo *soccer ball*, apesar das altas razões U/Th, favorecem esta interpretação (figura 6.5.4.1.3).



Legenda: A) Características texturais e localização do *spot* das análises por LA-MC-ICP-MS em alguns grãos de zircão da amostra MI-BR-08 imageados por catodoluminescência. B) Diagrama da concórdia da mesma amostra para 22 medidas analíticas por LA-MC-ICP-MS.

7 RESULTADOS OBTIDOS, CONCLUSÕES E DISCUSSÕES

7.1 Interpretação petrológica, geoquímica, geocronológica e geotectônica do Complexo Marceleza.

A caracterização litogeoquímica e o posicionamento geotectônico das rochas ortoderivadas (metagabros a enderbitos) do Complexo Marceleza durante a evolução geotectônica do Orógeno Ribeira, no contexto da amalgamação do Supercontinente Gondwana em sua porção Ocidental, representam os principais objetivos e contribuições desta dissertação de mestrado.

O mapeamento detalhado geológico da área indicou que as rochas do Complexo Marceleza são intrusivas nos ortognaisses do Complexo Quirino, que constituem a unidade do embasamento Paleoproterozóico do Terreno Paraíba do Sul/Embú. Ambos os Complexos ocorrem tectonicamente sobrepostos as rochas do Complexo Juiz de Fora no Terreno Ocidental. O contato está representado por uma superfície de empurrão dobrada.

A avaliação conjunta dos dados petrográficos e geoquímicos, através de elementos maiores, traços e terras raras, indicam que o Complexo Marceleza é representado por rochas básicas a intermediárias, com variação composicional entre termos metagabrodioríticos passando por rochas monzoníticas até tonalitos enderbíticos, tendo como protólitos rochas ígneas quartzo-feldspáticas.

As rochas do Complexo Marceleza estão incluidas na série cálcio-alcalina, formando quatro grupos metaluminosos que foram subdivididos em três grupos tipicamente cálcio-alcalinos (médio potássio - MK, alto potássio - AK1 e alto potássio - AK2) e um grupo com características transicionais a shoshoníticas (SH). O grupo MK só inclui rochas básicas, em contrapartida os grupos AK1 e AK2 compreendem rochas com composições básicas a intermediarias.

Nos diagramas de Harker todos os grupos mostram correlação positiva da SiO₂ com o K₂O e a correlação negativa com elementos ferromagnesianos como MgO, CaO, FeOt e TiO, são padrões similares ao de rochas da série cálcio-alcalina, relacionadas a ambientes de margem ativa com desenvolvimento de arcos magmáticos, com provável envolvimento de contaminação com rochas crustais e/ou litosfera oceânica no magma primário (MARTIN et al., 1997) (NALINI et al., 2000).

Já para os elementos terras raras, os resultados indicam que as razões La/Yb variam entre 4,43 a 16,53 ppm entre os grupos, mostrando o enriquecimento dos ETR leves sobre os ETR pesados, sendo essa relação mais evidente no grupo transicional shoshonítico.

A anomalia negativa de európio está presente apenas nas rochas mais enriquecidas em álcalis (grupos AK2 e SH). Esta anomalia indica que estas rochas tiveram um fracionamento de plagioclásio, no início de sua cristalização devido a incorporação do Eu no mineral. As correlações negativas de SiO₂ com elementos maiores e o enriquecimento de ETR leves sobre pesados são possíveis indícios de que as rochas que formam o Complexo Marceleza, passaram por processos de contaminação crustal de sua fonte mantélica ou estão relacionadas a processos de fusão parcial da crosta inferior profunda.

Os diagramas de discriminação tectônica desta unidade mostram um progressivo enriquecimento em álcalis e LILE`s. Esta evolução também é observada na disposição dos grupos discriminados nos campos pré e pós colisionais nos diagramas R1xR2 (BATCHELOR & BOWDEN, 1985), onde os grupos com rochas mais básicas (MK e AK1), representariam o início da fase pré-colisional enquanto que os grupos das rochas mais acidas (AK2 e SH) seriam representantes das fases tardias (madura) do período de subducção.

Com relação aos resultados geocronológicos, o estudo morfológico dos grãos de zircão através do MEV (imagens de catodoluminescência) indicou que as populações de todas as amostras analisadas, estão representadas por grãos prismáticos sub-equidimensionais com arestas arredondadas típicos de efeitos de recristalização durante metamorfismo em alto grau. Análises de texturas mostraram a existencia de duas gerações de grãos.

A primeira com presença de minerais de zircão ígneos com zoneamento oscilatório e outros grãos com núcleos e sobrecrescimento periféricos. A segunda geração contem os grãos com textura *soccer ball*, típicos de processos metamórficos envolvendo até processos de recristalização ou reomogenização dos grãos. As altas temperaturas que estas rochas foram submetidas também está expressa na razão Th/U entre 0,60 e 1,30, considerados valores coerentes como os propostos para grãos de zircão metamórfico (SCHALTEGGER et al., 1999; RUBATTO et al., 1999; HARLEY et al., 2001).

Os dados de geocronologia indicam idades de cristalizações das rochas do Complexo Marceleza no intervalo de tempo entre ca 600 a 618 Ma., durante o Ediacariano. Através de análises concordantes, onde foram estimadas idades em ca. 600 ± 17 Ma (84 % concordante) na amostra MI-BR-56, ca. 604 ± 20 Ma, (92% concordante) MI-BR-09 e a idade mais velha na amostra MI-BR-55 em ca. 618 ± 21 Ma (60 % concordante).

Já o episódio metamórfico ocorreu no período de 582 a 572 Ma, semelhantes as idade de metamorfismo propostas na literatura para Faixa Ribeira durante o Brasiliano (580-560 Ma.) (HEILBRON & MACHADO 2003; HEILBRON et al., 2004; PEDROSA SOARES et al., 2004). A amostra MI-BR-09 apresentou idade estimada em ca. 572 \pm 15 Ma., (75 % concordante), a amostra MI-BR-56 em ca. 574 \pm 15 Ma, (76 % concordante) , a amostra MI-BR-55em ca. 578 \pm 12 Ma, (70 % concordante) e a amostra MI-BR-08 com idade mais velha para este vento registrada em ca. 582 \pm 13 Ma. (93% concordante).

Quadro 7.1.1 - Quadro esquemático com grupos geoquímicos e idades U-Pb

Amostra	Grupos Geoquímicos	Litotipo	Idade Cristalização	Idade Metamorfismo	Fase Tectonica
MI-BR-09	cálcioalcalino de médio potássio (MK)	Gabro	604 ± 20	572 ± 17	Pré Colisional
MI-BR-55	cálcioalcalino de médio potássio (MK)	Gabro/Quartzo Diorito	618 ± 21	578 ± 12	Pré Colisional
MI-BR-56	cálcioalcalino de alto potássio (AK1)	Gabros/Monzodioritos	600 ± 17	574 ± 15	Pré Colisional
MI-BR-08	cálcioalcalino de alto potássio (AK1)	Gabro/Quartzo Diorito	-	582 ± 13	Pré Colisional

Fonte: O AUTOR,2015.

Os dados expostos anteriormente (quadro 7.1.1) sugerem que as rochas do Complexo Marceleza são intrusivas no Complexo Quirino (embasamento Paleoproterozóico do Terreno Paraíba do Sul/Embú) e foram formadas em um ambiente geotectônico de margem continental ativa, associadas à geração de um arco magmático cordilherano entre o período de 618 a 600 Ma.

Estas rochas apresentam uma evolução geoquímica progressiva, dada pela existência de uma série cálcio-alcalina expandida (com rochas desde a fase pré colisional até uma fase mais madura -pós colisional), com possível contaminação de sua fonte mantélica, através da assimilação de rochas crustais, provavelmente relacionado a processos de fusão parcial da crosta inferior profunda.

As rochas do Complexo Marceleza, apresentam ainda registros de retrabalhamento metamórfico de alto grau (granulítico), entre 580 à 570 Ma, provavelmente gerados durante o Evento Brasiliano (580 à 560 Ma, HEILBRON et al., 2004).

7.1.1 Evolução geotectônica do Complexo Marceleza no contexto regional

7.1.1.1 Complexo Marceleza e a Faixa Ribeira

Na Faixa Ribeira existem três associações de rochas representativas de arcos magmáticos: Rio Negro (790 ± 12 Ma), Serra da Prata (753 ± 6.9 Ma) e Serra da Bolívia (596 ± 5.3 Ma). Os dois primeiros representam arcos de assinatura juvenil, são locados no Terreno Oriental, no Domínio Costeiro e Domínio Italya, respectivamente (TUPINAMBÁ et al., 2000, 2012; HEILBRON & MACHADO, 2003; PEIXOTO & HEILBRON, 2010).

Enquanto que o arco do Complexo Serra da Bolívia, localizado no Terreno Paraíba do Sul/Embú, apresenta rochas menos primitivas com forte contribuição de crosta continental misturado com traços de contribuição de uma crosta juvenil (HEILBRON et al., 2013) com características de um arco magmático cordilherano.

Figura 7.1 - Distribuição de amostras dos Complexos Serra da Bolívia e Complexo Marceleza em diagramas

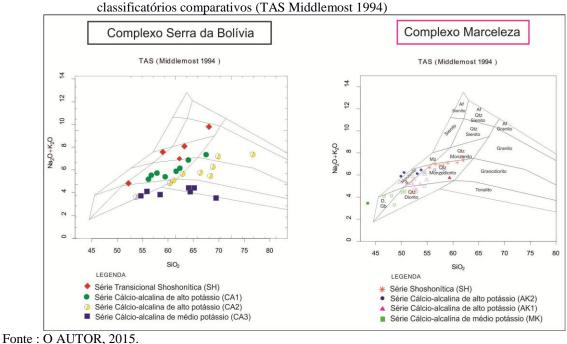
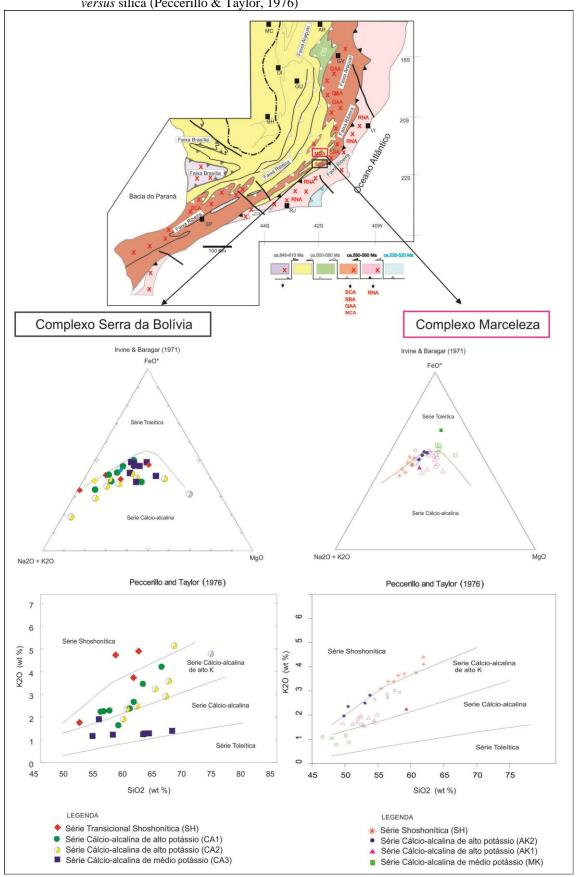


Figura 7.2 - Localização dos Complexos Serra da Bolívia e Complexo Marceleza com a distribuição destas amostras em diagramas classificatórios comparativos. (AFM, Irvine & Baragar, 1971; álcalis *versus* sílica (Peccerillo & Taylor, 1976)



Analisando as características litogeoquímicas, geocronológicas e geotectônicas interpretadas por Heilbron et al., 2013 para as rochas do Complexo Serra do Bolívia, foi observada uma assinatura geoquímica similar às rochas do Complexo Marceleza ao compararmos os diagramas geoquímicos e aranhogramas de ETR entre estes Complexos (figuras 7.1.1.1.1, 7.1.1.1.2, 7.1.1.1.3, 7.1.1.1.4, 7.1.1.1.5).

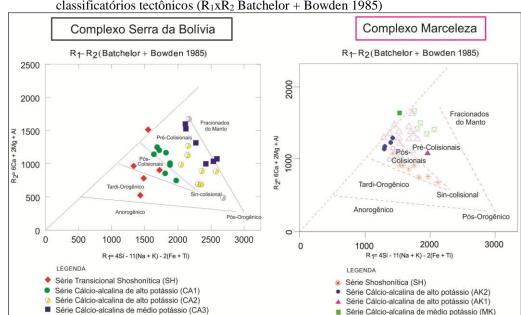


Figura 7.3 - Distribuição de amostras dos Complexos Serra da Bolívia e Complexo Marceleza em diagramas classificatórios tectônicos (R₁xR₂ Batchelor + Bowden 1985)

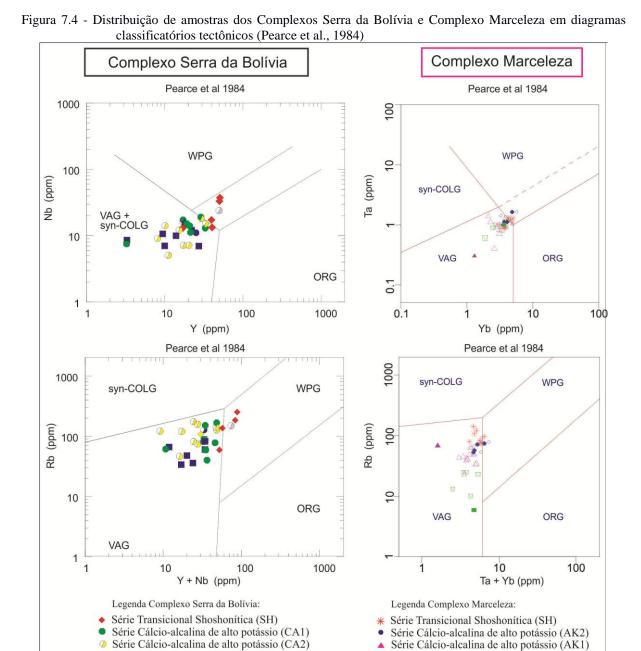
Fonte: O AUTOR, 2015.

Estas comparações mostram que ambos Complexos representam assinaturas geoquímicas com características cálcio-alcalinas (desde grupos de médio K, grupos de alto K, além de um grupo com características transicionais à shoshonítico). O Complexo Serra da Bolívia possivelmente envolveu uma evolução levemente mais madura, com maior presença de rochas alcalinas, se comparado com as rochas do Complexo Marceleza. Contudo a abundância de rochas básicas à intermediarias no Complexo Marceleza sugere menor contaminação crustal. Estudos adicionais de Lu/Hf nos minerais de zircão já analisados, bem como estudos isotópicos de Nd e Sr poderão contribuir para essa questão.

Os dados geocronológicos indicam que o Complexo Marceleza foi desenvolvido em um intervalo de tempo entre 618 e 600 Ma o que corrobora com a correlação deste Complexo com o Complexo Serra da Bolívia que teve o período evolução de suas rochas entre 623 e 590 Ma (HEILBRON et al., 2013). Assumindo a diacronicidade dos eventos que ocorreram nestes Complexos e suas similaridades geoquímicas, os dados sugerem que a formação destas rochas

estão relacionadas a pulsos magmáticos de um único arco cordilherano locado no Terreno Paraíba do Sul/Embú.

Dada a proximidade geográfica entre estes Complexos (Marceleza e Serra da Bolívia) e suas correlações litogeoquímicas, geocronológicas e tectônicas, esta dissertação propõe que o Complexo Marceleza, assim como o Complexo Serra da Bolívia, está relacionado a um episódio tectônico de acresção continental com processos de subducção ativos e a consequente formação de um arco magmático cordilherano intrudido nas rochas do embasamento Paleoproterozóico (Quirino) do Terreno Paraíba do Sul/Embú (7.1.1.2.1).



Série Cálcio-alcalina de médio potássio (MK)

■ Série Cálcio-alcalina de médio potássio (CA3)

Fonte: O AUTOR, 2015.

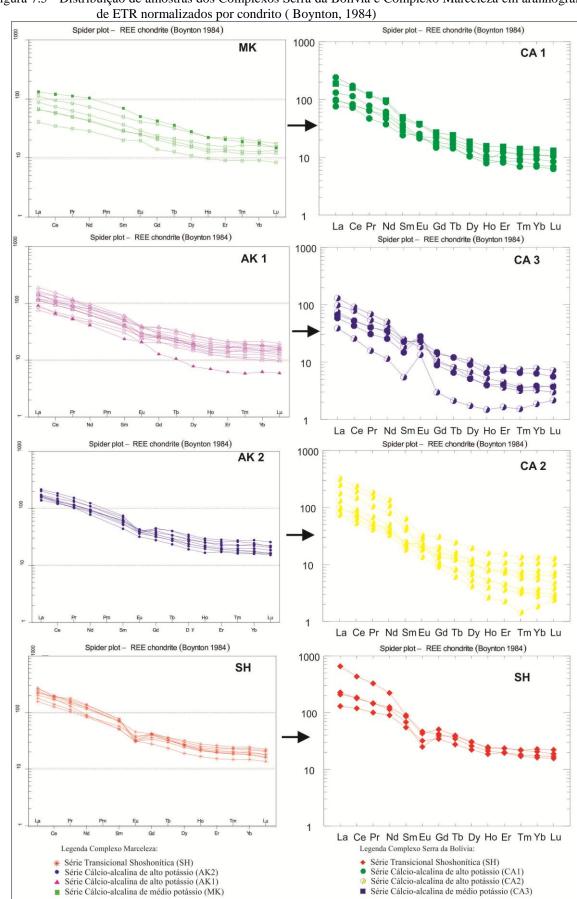


Figura 7.5 - Distribuição de amostras dos Complexos Serra da Bolívia e Complexo Marceleza em aranhogramas

Fonte: O AUTOR, 2015.

7.1.1.2 Complexo Marceleza e a Província da Mantiqueira

Na literatura existente, a relação geológica e geocronológica da região limiar entre as Faixas Ribeira e Araçuaí, sugerem que estas são pertencentes a um mesmo sistema orogênico ativo desde o Neoproterozóico até o Cambriano, não sendo observado nenhuma descontinuidade estrutural ou litológica nesta zona de conexão entre os orógenos (TROMPETTE et al., 1993; HEILBRON & MACHADO, 2003; ALKIMIM et al., 2006, 2007; TUPINAMBÁ et al., 2007; PEDROSA SOARES et al., 2001, 2008; HEILBRON et al., 2004, 2013).

Embora apresentem características tectônicas muito semelhantes, os orógenos Ribeira e Araçuaí apresentam estilos estruturais distintos em relação a sua gênese. A Faixa Araçuaí foi estruturada em um ambiente confinado entre os dois Crátons (São Francisco e Congo), a partir do fechamento de um golfo conectado ao antigo oceano Adamastor (TROMPETTE et al., 1993; CAMPOS NETO, 2000; TROUW et al., 2000; ALKIMIM et al., 2000, 2006; PEDROSA SOARES et al., 2001, 2011), enquanto a Faixa Ribeira teve sua estruturação orogênica desenvolvida de forma mais complexa (com o envolvimento de outros microcontinentes e arcos magmáticos), durante o fechamento de um amplo oceano (Adamastor) (CAMPOS NETO, 2000; TROUW et al., 2000; CORDANI et al., 2003; HEILBRON et al., 2008).

Na Faixa Araçuaí a consequência da convergência continental entre os Crátons do São Francisco e Congo resultou na geração de um arco magmático com assinatura cordilherana, composto por diferentes associações de rochas com características geoquímicas de ambientes desde pré-colisionais a pós-colisionais, e idades variando entre o Criogênico e o Ediacariano, locado no Domínio Interno deste orógeno (PEDROSA SOARES et al., 2001, 2007, 2008, 2011; ALKIMIM et al., 2006, 2007).

No Domínio Interno da Faixa Araçuaí ocorrem as rochas descritas como pertencentes a fase acrescionária pré-colisional deste orógeno, localizadas majoritariamente na Suíte (Super Suíte) G1 com idade entre 630 a 585 Ma (PEDROSA SOARES et al., 2008, 2011). As rochas pertencentes a esta fase orogênica apresentam características geoquímicas e geocronológicas correlacionáveis com os arcos magmáticos Marceleza e Bolívia. A principal associação de rochas cordilheranas encontradas na Suíte/Super Suíte G1 são as rochas da Suíte Galiléia (ca. 594 ± 6 Ma - NALINI et al., 2000, 2005; PEDROSA SOARES et al., 2008). A continuidade da porção pré-colisional deste arco já havia sido sugerida através da descrições de rochas similares

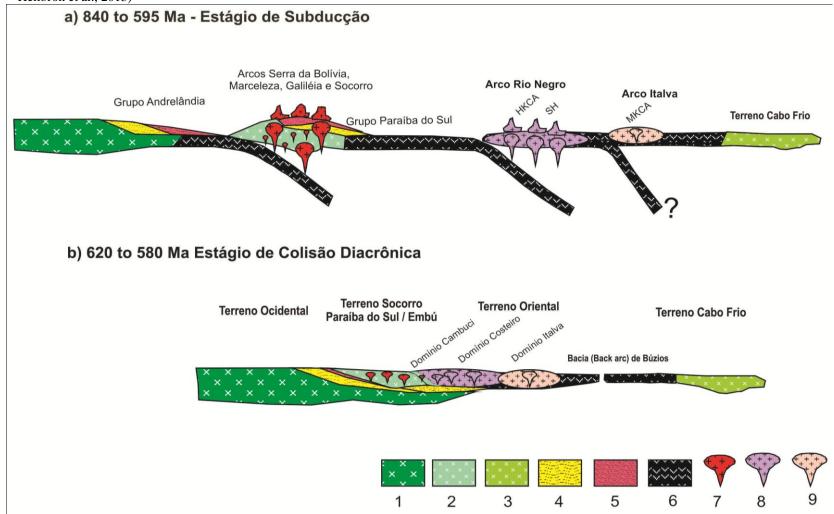
a Suíte Galiléia, como os corpos plutônicos Manhuaçu (ca. 597 Ma. - NOCE et al., 2006; PEDROSA SOARES et al., 2011), Teófilo Otoni (ca. 586 Ma - WHITTINGION et al., 2001; MARTINS et al., 2004), Divino (592 a 603 Ma - NOVO et al., 2010) e o Batólito de Muriaé (620 a 590 Ma - FIGUEIREDO, 2009).

Ampliando esta correlação entre rochas de arcos cordilheranos em um âmbito mais regional, também são descritas associações de rochas semelhantes na Nappe do Socorro, localizados na parte sul da Faixa Ribeira (figura 7.1.1.1.1), na zona de interferência com a Faixa Brasília (EBERT et al., 1995; CAMPOS NETO 2000, JANASI et al., 2001; HEILBRON & MACHADO, 2003; HEILBRON et al., 2004; TROUW et al., 2013).

Os dados desta dissertação de mestrado, relacionados ao Complexo Marceleza, foram comparados em detalhe apenas com os dados do Complexo Serra da Bolívia, mas como obervado acima, outras rochas com características litológicas, geoquímicas e geocronológicas foram descritas na literatura relacionadas com a evolução geotectônica das Faixas Ribeira e Araçuaí. Estes dados apesar de ainda carecerem de maior quantidade estudos comparativos, sugerem a geração de arcos magmáticos cordilheranos durantes os episódios de acresção continental (7.1.1.2.1), desenvolvidos sobre um embasamento de um paleocontinente Paleoproterozóico (Quirino e Embú) no Terreno Paraíba do Sul/Embú, esta unidade se estenderia portanto desde o sul da cidade de São Paulo até o norte da cidade de Governador Valadares, em Minas Gerais, entre o Terreno Ocidental e a margem do cráton do São Francisco. Estes arcos continentais, implantados em crosta Paleoproterozóica foram então sucessivamente amalgamados junto à borda leste do Cráton de São Francisco e a porção sul da Faixa Brasília durante a colagem Brasiliana/Pan-africana (ca. 620 a 560 Ma), como já havia sido proposto por Heilbron et al., 2008, 2013; Pedrosa Soares et al., 2001, 2008.

Como continuidade desta proposta geotectônica sugere-se a prolongação desta pesquisa com novos dados geoquímicos e idades geocronológicas sobre estas rochas, estendendo a área de coleta e mapeamento para áreas à sul e norte, focando em estudos isotópicos pelo método Lu-Hf, que poderiam indicar correlações entre estas unidades de arcos magmáticos, contribuindo assim para um melhor entendimento da evolução das Faixas Ribeira e Araçuaí no contexto de reconstrução da colagem do Gondwana Ocidental.

Figura 7.1 - Proposta de evolução tectônica, englobando os três arcos magmáticos do segmento central da Faixa Ribeira e sua conexão com a Faixa Araçuaí (modificado de Heilbron et al., 2013)



Legenda: Blocos continentais antigos; 1- São Francisco; 2- Paraíba do Sul/Embú; 3- Cabo Frio. Unidades metassedimentares; 4- sequências de margem passiva; 5 - margem passiva/ativa; 6 - fundo oceânico. Arcos magmáticos; 7 - Marceleza e arcos correlatos Serra da Bolívia, Socorro e Galiléia; 8 - Arco do Rio Negro; 9 - Arco Serra da Prata.

Fonte: O AUTOR, 2015.

REFERÊNCIAS

- ALBARÈDE, F.; TELOUK, P.; BLICHERT-TOFT, J.; BOYET, M.; AGRANIER, A.; NELSON, B. Precise and accurate isotopic measurements using multiple-collector ICPMS. *GeochimCosmochim Acta* v. 68, p. 2725–2744, 2004.
- ALMEIDA, F. F. M. 1969. Diferenciação tectônica da Plataforma Brasileira. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 23., Salvador, 1969. *Anais...* Salvador, SBG, p. 29-46, 1969.
- ALKMIM, F. F. M.; MARSHAK, S.; FONSECA, M. A. Assembling West Gondwana in the Neoproterozoic: clues form the Sao Francisco craton region, Brazil. *Geology*, v. 29, p. 319–322, 2000.
- ALKMIM, F. F. M.; MARSHAK, S.; PEDROSA-SOARES, A. C.; PERES, G. G.; CRUZ, S. C. P. & WHITTINGTON, A. Kinematic evolution of the Araçuaí—West Congo orogen in Brazil and Africa: Nutcracker tectonics during the Neoproterozoic assembly of Gondwana. *Precambrian Research*, v. 149, p. 43-63, 2006.
- ALKMIM, F. F. M.; PEDROSA-SOARES, A. C.; NOCE, C. M. & CRUZ, S. C. P. Sobre a Evolução Tectônica do Orógeno Araçuaí-Congo Ocidental. *Geonomos*, v. 15, 2007.
- ALMEIDA, F. F. M.; AMARAL, G.; CORDANI, U. & KAWASHITA, K. The Precambrian Evolution of South American Cratonic Margin South of Amazon River. In: NAIRN & STELLI (Eds.) *The oceans basins and margins*. NY: Plenum, 1973. v. 1, p.411-446.
- ALMEIDA, F. F. M. de; HASUI, Y.; BRITO-NEVES, B. B. de; FUCK, R. A. As províncias estruturais do Brasil. In: SIMP. GEOL. NORDESTE, 8., 1977. *Bol. Esp.*.. [S.l.], SBG, 1977. 12p.
- ALMEIDA, F. F. M. de; HASUI, Y.; BRITO-NEVES, B. B de; FUCK, R. A. Brazilian Structural Provinces: an introduction. *Earth-Sci. Rev.*, v. 17, p. 1-29, 1981.
- ALMEIDA, F. F. M.; BRITO NEVES, B.B.; CARNEIRO, C. D. R. The origin and evolutions of the South American Platform. *Earth-Sci. Rev.*, v. 50, p. 77-111, 2000.
- ALMEIDA, J. C. H.; TUPINAMBÁ, M.; HEILBRON, M.; TROUW, R. Geometric and kinematic analysis at the Central Tectonic Boundary of the Ribeira belt, Southeastern Brazil, In: CONGR. BRAS. GEOL., 39., 1998. *Anais...*, [S.I.], SBG, 1998. p. 32.
- ANDREIS, R. R.; RIBEIRO, A.; PACIULLO, F. V. P. Ciclos Deposicionais no Proterozóico das Folhas Barbacena e Divinópolis (setor sul) 1:250.000. In: SIMP. GEOL. SUDESTE, 1., 1989. Rio de Janeiro. *Resumos...* Rio de Janeiro, SBG, 1989a. p. 97-98.
- ANDREIS, R. R.; PACIULLO, F. V. P.; RIBEIRO, A. Caracterização preliminar de Ciclos DeposicionaisProterozóicos do Sudeste de Minas Gerais (Folhas Barbacena e Divinópolis, 1 :250.000). In: SIMP. GEOL. SUDESTE, 1., 1989. Rio de Janeiro. *Resumos...* Rio de Janeiro, SBG, 1989b. p.101-102.

- BABINSKI, M.; CHEMALE Jr., F.; HARTMANN, L. A.; SCHMUS, W. R. V.; SILVA, L. C. Juvenile accretion at 700-750 Ma in Southern Brazil. *Geology*, v. 24, n. 5, p. 439-442, 1996.
- BASEI, M. A. S.; FRIMMEL, H. E.; NUTMAN, A. P.; PRECIOZZI, F. West Gondwana amalgamation based on detrital ages from Neoproterozoic Ribeira and Dom Feliciano belts of South America and comparison with coeval sequences from SW Africa. *Journal of the Geological Society of London*, v. 294, p. 239 256, 2008.
- BATISTA, J. J. Caracterização dos processos geológico-evolutivos pré-cambrianos na região de São Fidelis, norte do Estado do Rio de Janeiro. 1984. 123f. Tese (Doutorado) Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1984.
- BATISTA, J. J. Processos geológico-evolutivos da porção setentrional do Cinturão Ribeira e na área estável adjacente. In: CONGR. BRAS. GEOL., 34., 1986. *Anais...*, [S.1], SBG, 1986. v.2, p. 722-727.
- BRITO-NEVES, B. B.; CAMPOS NETO, M. D.; FUCK, R. A. From Rodinia to Western Gondwana: An approach to the Brasiliano-Pan-African Cycle and orogenic collage. *Episodes*, v. 22, n. 3, p. 155-166, 1999.
- BÜHN, B.; PIMENTEL, M. M.; MATTEINI, M. and DANTAS, E. L. High spatial resolution analysis of Pb and U isotopes for geochronology by laser ablation multi-collector inductively coupled plasa ass spectroetry (L-C-ICPMS). *AnAcadBrasCienc*, v. 81, p. 99-114, 2009.
- CAMPOS NETO, M. C.; FIGUEIREDO, M. C. H. The Rio Doce Orogeny, South-eastern Brazil. *J. South Am. Earth Sci.*, v. 8, n. 2, p. 143-162, 1995.
- CAMPOS NETO, M. C. Orogenic system from Southwestern Gondwana, anapproach to Brasiliano-Pan African cycle and orogenic collage in Southeastern Brazil. In: CORDANI, U. G.; MILANI, E. J.; THOMAZ FILHO, A.; CAMPOS, D. A. (Eds.). Tectonic Evolution of South America. INTERNATIONAL GEOLOGICAL CONGRESS, 31., 2000. Rio de Janeiro. *Anais.*. Rio de Janeiro, [S.n.], 2000. p. 335-365.
- CORDANI, U. G.; DELHAL, J.; LEDENT, D. OrogenésesSuperposéesdans Le Precambrien du Brésil Sud-Orientak (États de Rio de janeiro et de Minas Gerais). *Revista Brasileira de Geociências*, v. 3, p. 1-22, 1973.
- CORDANI, U. G.; NEVES, B. B. B.; D'AGRELLA, M. S. From Rodinia to Gondwana: A review of the available evidence from South America. *Gondwana Research*, v. 6, n. 2, p. 275-284, 2003.
- COSTA L. M.; BAPTISTA J. I.; SOUZA B. *Texto explicativo da Folha Geológica São João do Paraíso*. Niterói: DRM/RJ, 1978a
- COSTA, L. M.; BAPTISTA, J. I.; SOUZA, B. *Texto explicativo da Follha Geológica Italva*. Niterói: DRM/RJ, 1978b.
- DUARTE, B. P. Evolução Tectonica dos Ortognaisses dos Complexes Juiz de Fora e Mantiqueira na Regiao de Juiz de Fora: Geologia, Petrologia e Geoquimica. 1998. 284f. Tese

- (Doutorado) Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1998.
- DUARTE, B. P.; NOGUEIRA, J. R.; HEILBRON, M. & FIGUEIREDO, M. Geologia da Região de Juiz de Fora e Matias Barbosa (MG). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 38., 1994. Camboriú, SC. Boletim de Resumos Expandidos... Camboriú, SC: SBG, 1994. v. 2, p. 88-90.
- DUARTE, B. P.; HEILBRON, M.; CAMPOS NETO, M. C. Granulite/charnockite from the Juiz de Fora Domain, central segment of the Brasiliano-Pan-African Ribeira belt. *Revista Brasileira de Geociências*, v. 30, n. 3, p. 358.362, set. 2000.
- DUARTE, B.; HEILBRON, M.; NOGUEIRA, J. R.; TUPINAMBÁ, M.; EIRADO, L. G.; VALLADARES, C.; ALMEIDA, J. C. H.; GUIA, C. Geologia das Folhas Juiz de Fora e Chiador. In: PEDROSA SOARES, A. C.; NOCE, C. M.; TROUW, R.; HEILBRON, M. (coord.). *Projeto Sul de Minas*. Belo Horizonte: COMIG/SEME, 2003. v. 1, cap. 6, p. 153-258.
- EBERT, H. *A Tectônica do sul do Estado de Minas Gerais e regiões adjacentes*. Rio de Janeiro: DNPM/DGM, 1957. p. 97-107. (Relatório Anual do Diretor).
- EBERT, H. D.; PENTEADO, A H. D. G. & LOPES J. A. Aplicação da Computação Gráfica Tridimensional na Modelagem de Estruturas Geológicas da Região Sudeste. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO SUDESTE, 4., 1995. Águas de São Pedro. *Boletim...* Águas de S. Pedro: SBG-SP/RJ/ES, 1995. p. 104
- FAURE, G. Princípios de Geologia isotópica. Cambridge: Cambridge University Press, 1986.
- FIGUEIREDO, M. C. H. & CAMPOS NETO, M. C. Geochemistry of the Rio Doce MagmaticArc, Southeastern Brazil. *Anais da Acad. Bras. Cienc.*, v. 65(supl. 1), p. 63-81, 1993.
- FIGUEIREDO, C. M. *O arco magmático brasiliano na conexão entre os orógenos Araçuaí e Ribeira*. 2009. 104f. Dissertação (Mestrado) Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2009.
- FONSECA, M. J. G. *Mapa geológico do Estado do Rio de Janeiro*: Texto Explicativo. Rio de Janeiro: DNPM/MME, 1998. 141 p. Escala 1:400.000.
- GEBAUER, D. & GRUNENFELDER, M. U-Pb Zircon and Rb-Sr mineral dating of eclogites and their country rocks; example: Müncherg Gneiss Massif, northeast Bavaria. *Earth. Planet. Sci. Lett.*, v. 42, p. 35-44, 1979.
- GIUSTINA, M. E. S. D. *Geocronologia e significado tectônico de rochas máficas de alto grau metamórfico da faixa brasília*. 2010. 132f. Tese (Doutorado) Instituto de Geociências, Universidade de Brasília, Brasília, 2010.
- GOLDICH, S. S.; MUDREY, Jr.: *Dilatancy model for discordant U-Pb zircon ages*. In contribution store cent geochemistry and Analytical chemistry (Vinogradov Volume). Moscow: Nauka Publ. Office, 1972. p. 415-418.

- GOSCOMBE, B.; HAND, M.; GRAY, D. R. Structure of the Kaoko Belt. Namibia: progressive evolution of a classic transpressionalorogen. *Journal of Structural Geology*, v. 25, p. 1049-1081, 2003.
- GOSCOMBE, B.; GRAY, D. R.; ARMSTRONG, R. A.; HAND, M.; MAWBY, J. Event geochronology of the Pan-African Kaoko Belt, Nambia. *Precambrian Research*, v. 140, p. 1-4, 2005.
- GOSCOMBE, B. D.; HAND, M.; GRAY, D. Structure of the Kaoko Belt, Namibia: progressive evolution of a classic transpressional orogen. *J Struct Geol*, v. 25, p. 1049–1081, 2003.
- GOSCOMBE B. D.; GRAY, D. R.; ARMSTRONG, R. A.; HAND, M.; MAWBY, J. Event geochronology of the Pan-African Kaoko Belt, Namibia. *Precambr Res*, v. 140, p. 103, 2005.
- GRAY, D. R.; FOSTER, D. A.; GOSCOMBE, B. D.; ARMSTRONG, R.; TROUW, R. A. J.; PASSCHIER, C. W. A Pan-African DamaraOrogen perspective on the assembly of southwestern Gondwana. 2008.
- HARGROVE, U. S.; STERN, R. J.; KIMURA, J. I.; MANTON, W. J.; JOHNSON, P. R. How juvenile is the Arabian-Nubian Shield? Evidence from Nd isotopes and pre-Neoproterozoic inherited zircon in the Bi'rUmq suture zone, Saudi Arabia. *Earth and Planetary Science Letters*, v. 252, p. 308-326, 2006.
- HARLEY, S. L. The origin of granulites. A metamorphic perspective. *Geol. Mag.*, v. 126, p. 215-240, 1989.
- HARLEY, S. L. and CARRINGTON, D. P., The distribution of H2O between cordierite and granitic melt: H2O incorporation in cordierite and its application to high-grade metamorphism and crustal anatexis. *J Petrology*, v. 42, n. 9, p. 1595-1620, 2001.
- HASUI, Y. & OLIVEIRA, M. A.F. A Província Mantiqueira: Setor Central. In: ALMEIDA &HASUI (Edit.) *O Precambriano do Brasil*. [S.l.]: Edgard Blucher, 1984. 344 p.
- HEILBRON, M. O limite entre as faixas de dobramento Alto Rio Grande e Ribeira na seção geotransversal Bom Jardim de Minas (MG) Barra do Piraí (RJ). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 36., 1990, Natal, *Anais.*..Natal, RN: SBG, 1990. v.6, p. 2813-2826.
- HEILBRON, M. Evolução tectono-metamórfica da seção Bom Jardim de Minas (MG) Barra do Piraí (RJ). Setor Central da Faixa Ribeira. 1993. 268f. Tese (Doutorado) Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1993.
- HEILBRON, M. Geocronologia U-Pb do terreno U-Pb Oriental: implicações para a colagem brasiliana no segmento central da Faixa Ribeira. In: CONGR. BRAS. GEOL., 41., 2002, João Pessoa, PB. *Anais...* João Pessoa, PB: SBG, 2002. p. 311.
- HEILBRON, M.; CHRISPIM, S. J.; ALVES, R. P.; SIMÕES, L. S. A. Geologia do Cabo dos Búzios. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, v. 54, n. 3, p. 553-562, 1982.

- HEILBRON, M.; VALERIANO, C. M.; VALLADARES, C. & MACHADO, N. A orogênese brasiliana no segmento central da Faixa Ribeira, Brasil. *Ver Brás. Geoc.*, v. 25, n. 4, p. 249-266, 1995.
- HEILBRON, M.; DUARTE, B. P.; NOGUEIRA, J.R. The Juiz de Fora complex of the Central Ribeira belt, SE Brazil: a segment of Palaeoproterozoicgranulitic crust thusted during the Pan-African Orogen. *Gondwana Research*, v. 1, p. 373-382, 1998.
- HEILBRON, M.; VALERIANO, C.; TUPINAMBÁ, M.; ALMEIDA, J.; VALLADARES, C.; DUARTE, B. P.; PALERMO, N.; SILVA, L. G.; RAGATHY D.; NETTO, A. M. 1999. Revisão proposta de compartimentação tectônica e modelo evolutivo para o segmento central da Faixa Ribeira. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO SUDESTE, 6., 1999, São Pedro, SP. *Boletim Res Expand...* São Pedro, SP: SGB, 1999. p. 6.
- HEILBRON, M.; MOHRIAK, W.; VALERIANO, C. M.; MILANI, E.; ALMEIDA, J. C. H.; TUPINAMBÁ, M. From collision to extension: the roots of the southeastern continental margin of Brazil. In: MOHRIAK, W. V. and TALWANI, M. (Eds). *Geology and geophysics of continental margin*. American Geophysical Union, Geophysical Monograph, v. 115, p.1-3, 2000.
- HEILBRON, M. & MACHADO, N. Timing of terrane accretion in the Neoproterozoic-EopaleozoicRibeiraorogen (SE Brazil). *Precambrian Res.*, v. 125, p. 87-112, 2003a.
- HEILBRON, M.; MACHADO, N.; SIMONETTI, T.; DUARTE, B. A Palaeoproterozoicorogen reworked within the Neoproterozoic Ribeira belt, SE Brazil. In: SOUTH AMERICAN SYMPOSIOUM ON ISOTOPE GEOLOGY, 4, 2003. *Short Papers*... [S.l.], 2003b. p. 186-189.
- HEILBRON, M.; PEDROSA-SOARES, A. C.; CAMPOS NETO, M. C.; SILVA, L. C., TROUW, R. A. J.; JANASI, V. A Província Mantiqueira. In: MANTESSO-NETO, V.; BARTORELLI A.; CARNEIRO C. D. R.; BRITO-NEVES, B. B. (Eds.) *Geologia do Continente Sul-Americano*: Evolução da Obra de Fernando Flávio Marques de Almeida. São Paulo: Beca, 2004. p.203-234.
- HEILBRON, M.; VALERIANO, C. M., TASSINARI, C. C. G.; ALMEIDA, J.; TUPINAMBA, M.; SIGA, O.; TROUW, R. Correlation of Neoproterozoic terranes between the Ribeira Belt, Se Brazil and its African counterpart: comparative tectonic evolution and open questions. *Geological Society of London Special Publications*, v. 294, p. 211-237, 2008.
- HEILBRON, M.; DUARTE, Beatriz Paschoal; VALERIANO, C. M.; SIMONETTI, Antonio; MACHADO, Nuno; NOGUEIRA, José Renato. Evolution of reworked Paleoproterozoic basement rocks within the Ribeira belt (Neoproterozoic), SE-Brazil, based on U-Pb geochronology: implications for paleogeographic reconstructions of the São Francisco-Congo paleocontinent. *Precambrian Research*, v. 178, p. 136-148, 2010.
- HEILBRON, M.; TUPINAMBÁ, M.; VALERIANO, C. M.; ARMSTRONG, R.; SIVA, L. G. E.; MELO, R. S.; SIMONETTI, A.; MACHADO, N. The Serra da Bolívia Complex: The Record Of A New Neoproterozoic Arc-Related Unit at Ribeira Belt. *Precambrian Research*, v. 50, p. 1-35, 2013.

- JANASI, V. A. Pattern of Sm-Nd TDM distribution in granulites and granitoids from an exposed section of middle to lower crust in SE Brazil: vertical and lateral zoning. In: SIMPÓSIO SUL-AMERICANO DE GEOLOGIA ISOTÓPICA, 3., 2001, Pucón. *Extended Abstracts*... Pucón, Chile, 2001.
- JOHNSON, P. R.; WOLDEHAIMANOT, B., Development of the Arabian—Nubian Shield: perspectives on accretion and deformation in the northern East African Orogen and the assembly of Gondwana. In: YOSHIDA, M.; WINDLEY, B. F.; DASGUPTA, S. (Eds.). Proterozoic East Gondwana: Super Continent Assembly and Break-up. *Geological Society of London Special Publication*, v. 206, 2003.
- LUDWIG, K. R. Isoplot 3.00: A geochronological toolkit for Microsoft Excel. Berkeley, CA: [S.n.], 2003. (Spec Publ / Geochronological Center, n. 4). 70 p.
- LUDWIG, K. R. Calculation of uncertainties of U-Pb isotope data. *Earth Planet Sci Lett*, v. 46, p. 212-220, 1980.
- MACHADO FILHO, L.; RIBEIRO, M.; GONZALEZ, S. R.; SCHENINI, C. A.; SANTOS NETO, A. dos; PALMEIRA, R. C.; PIRES, J. L.; TEIXEIRA, W.; CASTRO, H. E. F. *Geologia das folhas Rio de Janeiro* (*SF 23/24*): mapa e texto explicativo. Rio de Janeiro: Radam Brasil-MME, 1983. 780p. Escala 1:1.000.000.
- MACHADO, R. Considerações sobre a estrutura tectônica divergente da porção ocidental do estado do Rio de Janeiro. In: SIMP. REG. GEOL., 4., 1983, São Paulo, *Anais...* São Paulo: SBG/SPp, 1983. p. 132-145.
- MACHADO, R. Evolução geologica, análise estrutural e metamórfica da região de Vassouras e Paracambi, porção ocidental do Estado do Rio de Janeiro. 1984. 196f. Tese (Doutorado) Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1984.
- MACHADO, R. & DAMANGE, M. Classificação estrutural e tectônica dos granitóides Neoproterozóicos do Cinturao Paraíba do Sul no Estado do Rio de Janeiro. *Boletim do IG-USP*, v. 25, p. 81-96, 1994.
- MACHADO, N.; VALLADARES, C.; HEILBRON, M.; VALERIANO, C. U-Pb geochronology of the Central Ribeira Belt (Brazil) and implications for the evolution of the Brazilian Orogeny. *Precambrian Res.*, v. 79, p. 347-361, 1996.
- MARTIN, H.; PEUCAT, J. J.; SABATÉ, P.; CUNHA, J. C. Crustal evolution in early archean of south América: Exemple of Sete Voltas Massif, Bahia State, Brazil. *Precambrian Research*, v. 82, p. 35-62, 1997.
- MARTINS, V. T. S.; TEIXEIRA, W.; NOCE, C. M. & PEDROSA-SOARES, A. C. Sr and Nd characteristics of Brasiliano-Pan African granitoid plutons of the Araçuaí orogen, southeastern Brazil: Tectonic implications. *Gondwana Research*, v. 7, p. 75-89, 2004.
- MEERT, J. G. Growing Gondwana and rethinking Rodinia: apaleomagnetic perspective. *Gondwana Research*, v. 4, p. 279-288, 2001.
- MEERT, J. G. A synopsis of events related to the assembly of eastern *Gondwana*.

- Tectonophysics, v. 362, p. 1-40, 2003.
- NALINI Jr, H. A.; BILAL, E.; CORREIA NEVES, J. M. Syn-collisional peraluminous magmatism in the Rio Doce region: mineralogy, geochemistry and isotopic data of the Urucum suite (eastern Minas Gerais state, Brazil). *Revista Brasileira de Geociências*, v. 30, n.1, p. 120-125, 2000.
- NALINI Jr., H. A.; MACHADO, R.; BILAL, E. . Geoquímica e petrogênese da Suíte Galiléia: exemplo de magmatismo tipo-I metaluminoso pré-colisional Neoproterozóico da região do médio rio Doce (MG). *Revista Brasileira de Geociências*, v. 35, p. 23-34, 2005.
- NOCE, C. M.; COSTA, A. G.; PIUZANA, D.; VIEIRA, V. S. & CARVALHO, C. 2006. *Geologia da Folha Manhuaçu*. Rio de Janeiro: CPRM-Serviço Geológico do Brasil; UFMG-Programa Geologia do Brasil. Escala 1:100.000.
- NOVO, T.; PEDROSA-SOARES, A. C.; NOCE, C. M.; ALKMIM, F. F.; DUSSIN, I. . Rochas charnockíticas do sudeste de Minas Gerais: a raiz granulítica do arco Magmático do Orógeno Araçuaí. *Revista Brasileira de Geociências*, v. 40, p. 573-592, 2010.
- PACIULLO, F. V. P.; RIBEIRO, A.; ANDREIS, R. R.; TROUW, R. A. J. The Andrelândia Basin, a Neoproterozoicintra-plate continental margin, southern Brasília belt. *Rev. Bras. Geoc.*, v. 30, p. 200-202, 2000.
- PEDROSA SOARES, A. C.; VIDAL, P.; LEONARDOS, O. H.; BRITO-NEVES, B. B. Neoproterozoic oceanic remnants in eastern Brazil: further evidences and refutation of an exclusively ensialic evolution for the Araçuaí-West Congo orogen. *Geology*, v. 26, n. 6, p. 519-522, 1998.
- PEDROSA-SOARES, A. C.; NOCE, C. M.; WIEDEMANN, C. M. & PINTO, C. P. The Araçuaí West Congo orogen in Brazil: An overview of a confined orogen formed during Gondwanland assembly. *Precambrian Research*, v. 110, p. 307-323, 2001.
- PEDROSA-SOARES, A. C.; NOCE, C. M.; ALKMIM, F. F.; SILVA, L. C., BABINSKI, M.; CORDANI, U.; CASTAÑEDA, C.. Orógeno Araçuaí: síntese do conhecimento 30 anos após Almeida 1977. *Geonomos*, 15 (este número), 2007.
- PEDROSA SOARES, A. C.; ALKMIM, F. F.; TACK, L.; NOCE, C. M.; BABINSKI, M.; SILVA, L. C.; MARTINS-NETO, M. A.. Similarities and differences between the Brazilian and African counterparts of the Neoproterozoic Araçuaí-West-Congo orogen. *Journal of Geological Society of London*, v. 294, 2008.
- PEDROSA-SOARES, A. C.; CAMPOS, Cristina Maria de; NOCE, Carlos Maurício; SILVA, Luiz Carlos da; NOVO, Ta; RONCATO, Jorge; MEDEIROS, S. M.; CASTAÑEDA, Cristiane; QUEIROGA, Gláucia Nascimento; DANTAS, Elton; DUSSIN, I. A.; ALKMIM, Fernando Flecha. Late Neoproterozoic-Cambrian granitic magmatism in the Araçuaí orogen (Brazil), the Eastern Brazilian Pegmatite Province and related mineral resources. *Geological Society Special Publication*, v. 350, p. 25-51, 2011.
- PEIXOTO, C. A.; HEILBRON, M. Geologia Da Klippe Italva Na Região Entre Cantagalo E Itaocara, Nordeste do Estado do Rio de Janeiro. *Geociências* (São Paulo. Online), v. 29, p.

- 277/3-289, 2010.
- PIMENTEL, M. M.; FUCK, R. A. Neoproterozoic crustal accretion in central Brazil. *Geology*, v. 20, n.4, p. 375-379, 1992.
- PIMENTEL, M. M.; FUCK, R. A.; BOTELHO, N. F. Granites and the geodynamic history of the Neoproterozoic Brasília Belt, Central Brazil: a review. *Lithos*, v. 46, n.3, p. 463-483, 1999.
- PIMENTEL, M. M.; FUCK, R. A.; GIOIA, S. M. The Neoproterozoic Goiás Magmatic Arc: a review and new Sm-Nd isotopic data. *Revista Brasileira de Geociências*, São Paulo, v. 30, n.1, p. 35-39, 2000.
- RIBEIRO, A.; PACIULLO, F. V. P; ANDREIS, R. R.; TROUW, R. A. J. & HEILBRON, M. Evolução policíclica proterozóica no sul do Cráton do São Francisco: análise da região de São João dei Rei e Andrelândia, MG. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 36., 1990, Natal, *Anais...* Natal: SBG, 1990. v. 6, p. 2605-2614.
- RIBEIRO A.; TROUW R.; ANDREIS, R. R.; PACIULLO, F. V. P.; VALENÇA, J. G. Evolução das Bacias Proterozóicas e o termo- tectonismo Brasiliano na Margem sul do Cráton São Francisco. *Revista Brasileira de Geociências*, São Paulo, p. 235-248, 1995.
- ROSIER G.F. *Pesquisas geológicas na parte oriental do Estado do Rio de Janeiro e na parte vizinha de Minas Gerais*. Rio de Janeiro: DGM/DNPM, 1965. (Boletim, n. 222) 40 p.
- ROSIER, G. F. *A geologia da Serra do Mar, entre os picos de Maria Comprida e Desengano*. Rio de Janeiro: DNPM, Div. Geol. Mineral, 1957. (Boletim, n. 166) 58 p.
- RUBATTO, D.; GEBAUER, D.; COMPAGNONI, R. Dating of eclogite-facies zircons: the age of Alpine metamorphism in the Sesia–Lanzo Zone (Western Alps). *Earth and Planetary Science Letters*, v. 167, n. 3, p. 141-158.
- RUSSEL, R. D.; EHRNES, L. H. Additional regularities among discordant leaduranium ages. *Geochim. Cosmoehim Acta*, v. ll, p. 213-218, 1957.
- SCHALTEGGER, U.; GEBAUER, D. Pre-Alpine geochronology of the Central, Western and Southern Alps. Schweiz. *Mineral. Petrogr. Mitt.*, v. 79, p. 79–87, 1999.
- SCHMITT, R. S.; TROUW, R. A. J.; VAN SCHMUS, W. R.. The characterization of a Cambrian (520 Ma) tectonometamorphic event in the Costeiro Domain of the Ribeira Belt, using U-Pb in syntectonic veins. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ESTUDOS TECTÔNICOS; NATIONAL SYMPOSIUM OF TECTONIC STUDIES, 7., 1999, Lençois, BA. *Extended Abstracts*... Lençois, BA: SBG, 1999.
- SCHMITT, R. S.; TROUW, R. A. J.; VAN SCHMUS, W. R.; PIMENTEL, M. M. Late amalgamation in the central part of Western Gondwana: new geochronological data and the characterization of a Cambrian collision orogeny in the Ribeira belt (SE Brazil). *Precambrian Res.*, v. 133, p. 29-61, 2004.
- SCHMITT, R. S.; TROUW, R. A. J.; PASSCHIER, C. W. Cambrian tectonic evolution of

- Ribeira Belt (SE-Brazil) and Kaoko Belt (NW-Namibia): ties that bind underwater. In: PANKHURST, R. J. & VEIGA, G. D. *Gondwana 12-geological and biological heritage of gondwana, Mendoza, Argentina*. Cordoba: [S.n.], 2005b. v. 1, p. 327-327. (Abstracts of Gondwana 12).
- SCHOBBENHAUS, C.; BRITO NEVES, B. B. de. A Geologia do Brasil no Contexto da Plataforma Sul-Americana. In: BIZZI, L. A.; SCHOBBENHAUS, C.; VIDOTTI, R. M.; GONÇALVES, J. H. *Geologia, Tectônica e Recursos Minerais do Brasil*: Texto, Mapas e SIG. Brasília: CPRM Serviço Geológico do Brasi, 2003. cap. 1, p. 05-55. ISBN 85-230-0790-3.
- SIAL, A. N. & MCREATH, I. *Petrologia Ignea*: os fundamentos e as ferramentas de estudo. Salvador, BA: Bureau Gráfica e Editora Ltda, 1984. v. 1, p. 67-68.
- STACEY, J. S.; KRAMERS, J. D. Approximation of terrestrial lead isotopic evolution by a two stage model. *Earth Planet Sci Lett*, v. 26, p. 207 221, 1975.
- STERN, R. J. Crustal evolution in the East African Orogen: a neodymium isotopic perspective. *Journal of African Earth Sciences*, v. 34, p. 109–117, 2002.
- STRECKEISEN A. How should charnockitic rocks be named? In: Geologie des Domaines Cristalines. *Liege. Soc. geol. Belg.*, Centenaire de la Societe Geologique de Belgique, p. 349-360, 1975.
- TROMPETTE, R. *Geology of Western Gondwana* (2000-500 Ma): Pan-African-Brasiliano aggregation of South America and Africa. Rotterdam: A.A. Balkema, 1993. 350 p.
- TROUW, R. A. J. The Andrelândia depositional cycle (Minas Gerais, Brazil), a post-Transamazonic sequence south of the São Francisco Craton: evidence from U-Pb dating on zircons of a metasediment. *J. S. Am. Earth Sci.*, v. 10, p. 21-28, 1997.
- TROUW, R. A. J. Evolução tectônica ao sul do Cráton do São Francisco, baseada em análise metamórfica. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 38., 1992, São Paulo. *Boletim de Resumos Expandidos...* São Paulo: SBG, 1992. v. 1, p. 327-328.
- TROUW, R. A. J.; RIBEIRO, A. & PACIULLO, F. V. P. Contribuição à geologia da folha Barbacena 1:250.000. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 34., 1986, Goiânia. *Anais.*.. Goiânia, GO: SBG, 1986. v. 2, p. 972-986.
- TROUW, R. A. J. & PANKHURST, R. J. Idades radiométricas ao sul do Cráton do São Francisco: região da Folha Barbacena, Minas Gerais. In: SIMPÓSIO SOBRE O CRÁTON DO SÃO FRANCISCO, 2., 1993, Salvador. *Anais.*.. Salvador: SBG, 1993. p. 260-263.
- TROUW, R. A. J.; HEILBRON, M.; RIBEIRO, A.; PACIULLO, F. V. P.; VALERIANO, C. M.; ALMEIDA, J. C. H.; TUPINAMBÁ, M.; ANDREIS, R. R.. The central segment of the Ribeira Belt. In: CORDANI, U. G.; MILANI, E. J.; THOMAZ FILHO, A. (Eds.) TectonicEvolutionof South America. Rio de Janeiro: [S.n.], 2000. p. 287-310.
- TROUW, R. A. J.; PETERNEL, Rodrigo; RIBEIRO, Andre; HEILBRON, Mônica; VINAGRE, Rodrigo; DUFFLES, Patrícia; TROUW, Camilo C.; FONTAINHA, Marcos;

KUSSAMA, Hugo H. A new interpretation for the interference zone between the southern Brasília belt and the central Ribeira belt, SE Brazil. *Journal of South American Earth Sciences* (Impact Factor: 1.36). 12/2013; 48:43–57. DOI: 10.1016/j.jsames.2013.07.012

TUPINAMBÁ, M. Evolução tectônica e magmática da Faixa Ribeira na Região Serrana do Estado do Rio de Janeiro. 1999. 221f. Tese (Doutorado) — Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999.

TUPINAMBÁ, M.; TEIXEIRA, W.; HEILBRON, M.; BASEI, M. A. S. U/PB Zircon age and litogeochimestry of the Rio Negro Complex tonalitic gneiss: Evidence of a 630 Ma Magmatic Arc at the Costeiro Domain of the Ribeira Belt. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 39., 1998, Belo Horizonte, MG. *Anais...* Belo Horizonte, MG: SBG, 1998. p.51.

TUPINAMBÁ, M.; HEILBRON, M.; OLIVEIRA, A.; PEREIRA, A. J.; CUNHA, E. R. S. P.; FERNANDES, G. A.; FERREIRA, F. N.; CASTILHO, G.; TEIXEIRA, W. Complexo Rio Negro: Uma unidade estratigráfica relevante no entendimento da evolução da Faixa Ribeira. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 39., 1998. *Anais...* Belo Horizonte, MG: SBG, 1998. 3p.

TUPINAMBÁ, Miguel; TEIXEIRA, W.; HEILBRON, M. C. P. L. Neoproterozoic western Gondwana assembly and subduction-related plutonism: the role of the Rio Negro Complex in the Ribeira Belt. *Revista Brasileira de Geociências*, São Paulo, v. 30, n.1, p. 7-11, 2000.

TUPINAMBÁ, M.; PENHA, H. M.; JUNHO, M. C. B. Arc related to post-collisional magmatism at Serra dos Órgãos region, Rio de Janeiro State, Brazil: products of Gondwana assembly, during the Brailiano-Pan African Orogeny. In: IUGS - INTERNATIONAL GEOLOGICAL CONGRESS, 31., 2003. *Field trips...* [S.l.]: [S.n.], 2003c. 1 CD-ROM.

TUPINAMBÁ, M.; HEILBRON, M.; DUARTE, B. P.; SILVA, L. G. E.; NOGUEIRA, J. R.; VALLADARES, C. S.; ALMEIDA, J. C. H.; EIRALDO, L. G.; MEDEIROS, S. R.; ALMEIDA, C. G.; MIRANDA, A. W. A.; RAGATKY, D. Geologia da Faixa Ribeira Setentrional: estado da arte e conexões com a Faixa Araçuaí. *Geonomos*, v. 15, 2007.

TUPINAMBÁ, M.; MACHADO, N.; HEILBRON, M.. Neoproterozoic U-Pb Crystallization And Metamorphic Zircon Ages From Pre-To-Syn-Collisional Granitoids Of The Ribeira Bel. In: SOUTH AMERICAN SYMPOSIUM ON ISOTOPE GEOLOGY, 7., 2010, Brasilia. *Short Papers*... Brasilia: SBG, 2010. p. 1-4.

TUPINAMBÁ, Miguel; HEILBRON, Monica; VALERIANO, Claudio; JÚNIOR, Rubem Porto; DE DIOS, Fátima Blanco; MACHADO, Nuno; SILVA, Luiz Guilherme do Eirado; ALMEIDA, Júlio Cesar Horta de. Juvenile contribution of the Neoproterozoic Rio Negro Magmatic Arc (Ribeira Belt, Brazil): Implications for Western Gondwana amalgamation. *Gondwana Research*, v. 21, p. 422-438, 2012.

VALLADARES, C.S.; HEILBRON, M.; FIGUEIREDO, M. C. H. O Granito Getulândia e sua relação com a Zona de Cisalhamento Taxaquara. In: SIMP. NAC. EST. TECT., 5., 1995, Gramado, RS. *Anais...* Gramado, RS: SBG, 1995. p. 217-218.

VALLADARES, C. S. & SOUZA, S. F. M. Geoquímica e petrografia dos ortognaisses da Unidade Quirino entre Três Rios e Barra do Piraí, RJ. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO

- SUDESTE, 6., 1999, São Pedro, SP. Boletim de Resumos... São Pedro, SP: SBG/SP, 1999. p. 40.
- VALLADARES, C. S.; MACHADO, N.; HEILBRON, M. L. & GAUTHIER, G. Ages of detrital zircon from siliciclastic successions of the São Francisco Craton, Brazil: implications for the evolution of proterozoic basins. *GondwanaResearch*, v. 7, n. 4, p. 913-921, 2004.
- VALLADARES, C. S.; MACHADO, N.; HEILBRON, M.; DUARTE, B. P.; GAUTHIER, G. Sedimentary Provenance in the Central Ribeira belt based on LaserAblation ICPMS 207Pb/206Pb Zircon Ages. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 43., 2006, Aracaju, SE. *Anais.*.. Aracaju, SE: SBG, 2006. v. 1, p. 127-127.
- VALLADARES, C.; MACHADO, N.; HEILBRON, M.; DUARTE, B. P.; GAUTHIER, G. Sedimentary provenance in the central Ribeira belt based on laser-ablation CPMS207Pb/206Pb zircon ages. *Gondwana Research*, v. 13, p. 516-526, 2008.
- VALERIANO, C. M.; SIMÕES, L. S. A.; TEIXEIRA, W.; HEILBRON, M. Southern Brasilia belt (SE Brazil): tectonic discontinuities, K-Ar data and evolution during the Neoproterozoic Brasiliano orogeny. *Revista Brasileira de Geociências*, Rio de Janeiro, v. 30, n. 1, p. 295-299, 2000.
- VALERIANO, C. M.; MACHADO, N.; SIMONETTI, A.; VALLADARES, C. S.; SEER, H. J.; SIMÕES, L. S. A. U-Pb geochronology of the southern Brasília belt (SE- Brazil): sedimentary provenance, Neoproterozoic orogeny and assembly of West Gondwana. *Precambrian Research*, v. 130, p. 27-55, 2004.
- VALERIANO, C. M.; DARDENNE, M. A.; FONSECA, M. A.; SIMÕES, L. S. A.; SEER, H. J. A evolução tectônica da Faixa Brasília. In: MANTESSO-NETO, V.; BARTORELLI, A.; CARNEIRO, C. D. R.; BRITO NEVES, B. B. (Org.) *Geologia do Continente Sul-Americano*: evolução da obra de Fernando Flávio Marques de Almeida. São Paulo: Beca, 2004. p. 575-592.
- WETHERILL, G.W.: Discordant uranium-lead ages. *Trans. Am. Geophys. Union*, v. 37, p. 320-326, 1956.
- WHITTINGTON, A. G.; CONNELLY, J.; PEDROSA-SOARES, A. C.; MARSHAK, S. & ALKMIM, F. F. Collapse and melting in a confined orogenic belt: Preliminary results from the Neoproterozoic Araçuaí belt of eastern Brazil. *American Geophysical Union Meeting*, San Francisco, v. 82, p.1181-1182, 2001. (Abstract T32B-0895).
- WINKLER, H. G. F. *Petrogênese das rochas metamórficas*. [S.l.]: Edgard BlucherLtda, 1977. 254p.
- YARDLEY, B. W. D. *An introduction to metamorphic petrology*. New York: Longman, 1991. 248p (Earth Science Series).