

### Dados obtidos

Da seleção de grãos para esta amostra foram realizadas 57 análises, das quais 21 idades são discordantes  $\leq 10\%$  e 8 idades discordantes  $\leq 20\%$ , nos quais os *spots* analisados foram oriundos de regiões centrais dos grãos. Dentre todas as amostras de quartzito selecionadas para a presente pesquisa, esta é a que mais possui grãos concordantes. As idades  $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$  obtidas para o quartzito em questão correspondem, em maior evidência o intervalo entre idades 877 e 1505 Ma, como demonstrado no histograma para todas as idades (Figura 51), definindo uma principal contribuição de grãos junto a 1,1 Ga e possui ampla distribuição até 3,0 Ga, com ausência de idades em 2,5 Ga.

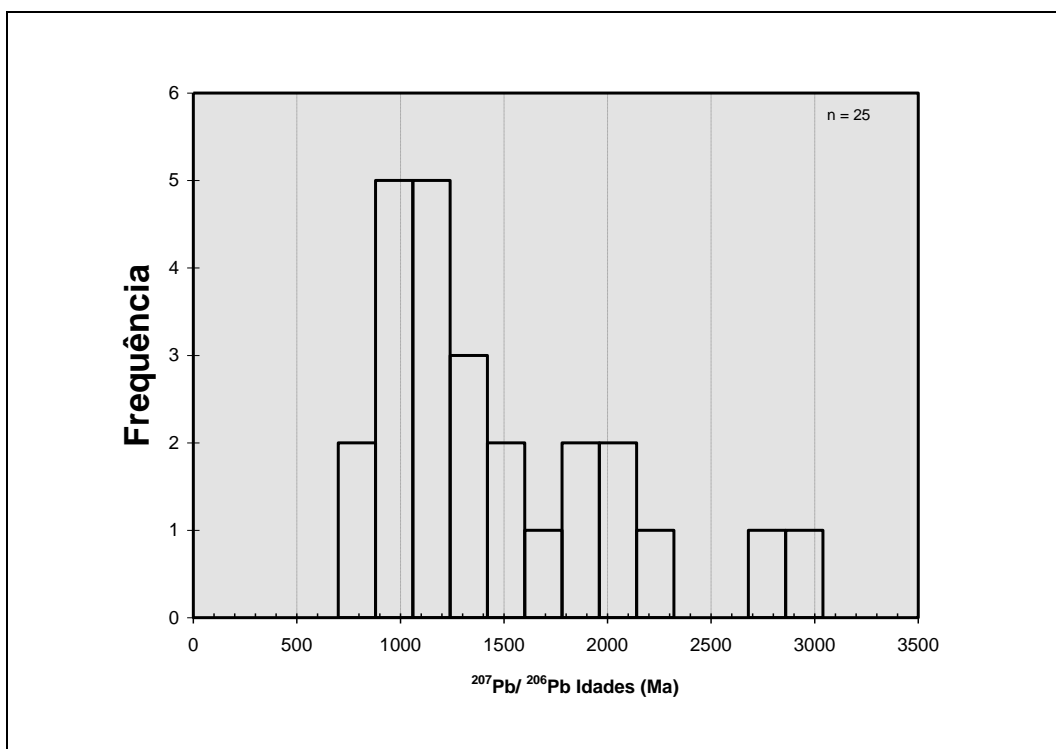


Figura 51 – Histograma para todas as idades  $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ , amostra SM-MB-07.

Tabela 9 – Resultados U-Pb (LA-ICP-MS) obtidos em grãos de zircão da lente quartzítica do Grupo São Fidélis. Amostra SM-MB-07.

SM-MB-07																
Grãos	Fração	Th/U	Razões isotópicas							Idades (Ma)						Conc (%)
			<sup>206</sup> Pb/ <sup>204</sup> Pb	<sup>207</sup> Pb/ <sup>206</sup> Pb	1s(%)	<sup>207</sup> Pb/ <sup>235</sup> U	1s(%)	<sup>206</sup> Pb/ <sup>238</sup> U	1s(%)	<sup>207</sup> Pb/ <sup>206</sup> Pb	1s(%)	<sup>207</sup> Pb/ <sup>235</sup> U	1s(%)	<sup>206</sup> Pb/ <sup>238</sup> U	1s(%)	
z01	(-1/2 D)	0.64	52018	0.11	2	4.80	3	0.31	2	1842	40	1785	26	1737	32	94
z02	(-1/2 D)	0.24	76334	0.09	2	1.67	3	0.14	2	1331	37	997	17	852	15	64
Z03	(-1/2 D)	0.07	74875	0.07	2	0.88	2	0.09	2	952	36	643	11	559	9	59
z04	(-1/2 D)	0.17	214802	0.09	3	3.21	3	0.25	2	1505	49	1460	26	1428	28	95
z05	(-1/2 D)	0.52	2092	0.06	3	0.40	38	0.05	38	713	55	339	105	287	106	40
z06	(-1/2 D)	0.18	328440	0.08	2	1.64	2	0.16	2	1069	34	984	15	946	16	88
Z07	(-1/2 D)	0.81	34470	0.12	2	4.68	3	0.29	2	1889	33	1763	22	1660	28	88
z08	(-1/2 D)	0.41	671384	0.13	3	7.25	5	0.39	4	2150	60	2143	45	2134	67	99
z09	(-1/2 D)	0.44	126795	0.09	2	2.89	3	0.25	2	1329	38	1380	20	1413	24	106
z10	(-1/2 D)	1.25	4258	0.11	2	1.99	4	0.13	3	1786	42	1113	25	801	22	45
Z11	(-1/2 D)	0.27	238034	0.07	2	1.58	2	0.16	2	1020	31	961	14	936	13	92
z12	(-1/2 D)	0.86	102771	0.08	1	2.28	2	0.21	1	1213	27	1207	14	1203	15	99
z13n	(-1/2 D)	0.42	80189	0.12	1	4.34	3	0.25	3	2012	24	1700	28	1460	41	73
Z13b	(-1/2 D)	0.32	137578	0.12	1	3.78	2	0.23	2	1913	18	1588	18	1354	24	71
z14	(-1/2 D)	0.17	75611	0.06	2	0.92	3	0.10	3	770	43	660	17	628	17	82
z15	(-1/2 D)	1.31	270758	0.07	1	1.60	1	0.17	1	929	16	972	7	991	7	107
z16	(-1/2 D)	0.27	180363	0.09	1	2.97	1	0.23	1	1473	13	1400	8	1353	11	92
Z17	(-1/2 P)	0.32	413518	0.12	1	4.92	2	0.30	2	1936	13	1806	17	1695	28	88
z18	(-1/2 P)	0.87	257683	0.07	1	1.62	1	0.16	1	967	17	977	7	981	7	101
z19	(-1/2 P)	0.39	287879	0.11	1	5.23	2	0.33	1	1859	15	1858	14	1857	23	100
z20	(-1/2 P)	0.47	27796	0.10	2	4.37	3	0.30	2	1705	34	1707	25	1710	36	100
Z21	(-1/2 P)	0.38	182020	0.11	1	4.09	3	0.26	3	1846	16	1652	28	1504	45	81
z22	(-1/2 P)	0.93	610842	0.19	1	12.74	1	0.50	1	2710	13	2660	12	2595	21	96
z23	(-1/2 P)	0.05	68827	0.06	1	0.79	1	0.10	1	574	21	593	6	598	5	104
Z24	(-1/2 P)	0.37	137434	0.05	3	0.36	14	0.05	14	271	79	309	38	315	42	116
z25	(-1/2 P)	0.36	27471	0.06	5	0.87	5	0.11	2	566	104	635	25	655	14	116

SM-MB-07																
Grãos	Razões isotópicas									Idades (Ma)						Conc (%)
	Fração	Th/U	<sup>206</sup> Pb/ <sup>204</sup> Pb	<sup>207</sup> Pb/ <sup>206</sup> Pb	1s(%)	<sup>207</sup> Pb/ <sup>235</sup> U	1s(%)	<sup>206</sup> Pb/ <sup>238</sup> U	1s(%)	<sup>207</sup> Pb/ <sup>206</sup> Pb	1s(%)	<sup>207</sup> Pb/ <sup>235</sup> U	1s(%)	<sup>206</sup> Pb/ <sup>238</sup> U	1s(%)	
z26	(-1/2 P)	0.59	37088	0.08	2	2.38	3	0.22	2	1160	36	1235	20	1279	24	110
z27	(-1/2 P)	0.07	138027	0.07	1	1.23	2	0.13	2	944	23	813	11	766	12	81
Z28	(-1/2 P)	0.43	105723	0.07	1	1.34	3	0.14	3	878	28	864	17	859	21	98
z29	(-1/2 P)	0.22	316010	0.09	2	2.01	6	0.17	6	1325	39	1120	40	1018	52	77
z30n	(-1/2 P)	0.40	130309	0.08	2	1.26	4	0.12	3	1104	35	826	22	727	24	66
z30b	(-1/2 P)	0.28	172003	0.07	2	0.61	5	0.07	5	796	37	484	20	421	20	53
Z28	(-1/2 P)	0.43	105723	0.07	1	1.34	3	0.14	3	878	28	864	17	859	21	98
z29	(-1/2 P)	0.22	316010	0.09	2	2.01	6	0.17	6	1325	39	1120	40	1018	52	77
z31	(-1/2 P)	0.48	211027	0.09	1	3.27	2	0.27	1	1382	17	1473	13	1537	19	111
z32	(-1/2 P)	0.25	331955	0.07	1	1.97	1	0.19	1	1027	14	1106	8	1147	10	112
z33	1°	0.44	114757	0.13	1	6.32	2	0.37	2	2032	15	2021	20	2010	36	99
z34	1°	0.40	38042	0.08	2	1.86	3	0.18	2	1103	41	1067	21	1049	24	95
Z35	1°	0.47	613228	0.09	2	3.03	5	0.25	5	1368	33	1416	38	1448	60	106
z36	1°	0.87	39710	0.07	5	1.61	5	0.17	2	923	103	975	33	998	17	108
z37	1°	0.62	20328	0.09	3	2.80	4	0.23	2	1357	60	1354	28	1353	25	100
z38	1°	0.38	247596	0.08	2	1.41	2	0.13	1	1148	34	893	13	794	10	69
Z39	1°	0.26	161566	0.11	2	2.53	3	0.17	2	1731	28	1282	19	1031	20	60
z40	1°	0.21	117897	0.14	3	3.71	4	0.19	3	2266	51	1572	34	1109	31	49
z41	3°	0.81	184713	0.07	1	1.63	2	0.16	2	985	28	980	13	978	15	99
z42	3°	0.51	164601	0.08	1	2.17	2	0.20	2	1154	16	1172	12	1183	17	103
Z43	3°	1.02	113052	0.21	2	15.38	4	0.54	3	2870	32	2839	34	2796	67	97
z44	3°	0.34	285417	0.07	1	1.69	5	0.16	4	1060	30	1005	29	980	40	92
z45	3°	0.45	740277	0.12	1	6.01	3	0.35	2	2002	12	1977	22	1953	41	98
Z46	3°	0.06	5027	0.08	1	0.71	2	0.07	2	1075	20	548	8	429	7	40
z57	3°	0.15	4089	0.06	2	0.76	2	0.09	1	562	40	572	10	574	7	102
z58n	3°	0.05	668341	0.06	6	0.54	25	0.07	25	431	133	435	90	436	104	101
Z58b	3°	0.04	24840	0.06	1	0.76	2	0.10	1	491	24	571	8	591	8	120
z59n	3°	0.03	806951	0.06	2	0.73	2	0.09	1	477	34	555	8	574	5	120
z59b	3°	0.03	639250	0.06	1	0.69	1	0.09	1	529	15	533	5	534	5	101
z49b	1°	0.03	454212	0.06	1	0.69	1	0.09	1	525	14	534	5	537	5	102
Z60	(-1/2 D)	0.43	32993	0.14	3	6.58	4	0.33	2	2272	46	2056	32	1848	39	81

SM-MB-07																
Grãos	Razões isotópicas									Idades (Ma)						Conc (%)
	Fração	Th/U	$^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	1s(%)	$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$	1s(%)	$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$	1s(%)	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	1s(%)	$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$	1s(%)	$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$	1s(%)	
z47b	3°	0.04	184651	0.06	3	0.72	3	0.08	2	707	58	549	14	512	9	72
z61	(-1/2 D)	0.15	517366	0.18	1	8.90	1	0.36	1	2651	11	2328	11	1977	16	75

As idades mais antigas arqueanas são dadas pelos grãos z22 e z43, com idades  $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$  de  $2710,5 \pm 13$  Ma e  $2869,6 \pm 32$  Ma, respectivamente. Estes zircões são comparativamente menores que os demais, sendo que o primeiro apresenta-se arredondado e com cor amarela, enquanto o segundo mostra características de desgastes em duas arestas e é incolor.

O diagrama concórdia com o plote dos grãos com idades mesoproterozóicas (Figura 52) mostra que essas idades detêm a maior quantidade de dados, além de possuírem ampla distribuição. Dos doze grãos selecionados aqui representados metade compõe a fração diamagnética, onde a maioria é concordante. Nota-se neste diagrama que existe uma concentração significativa de idades concordantes entre 1,3 e 1,4 Ga.

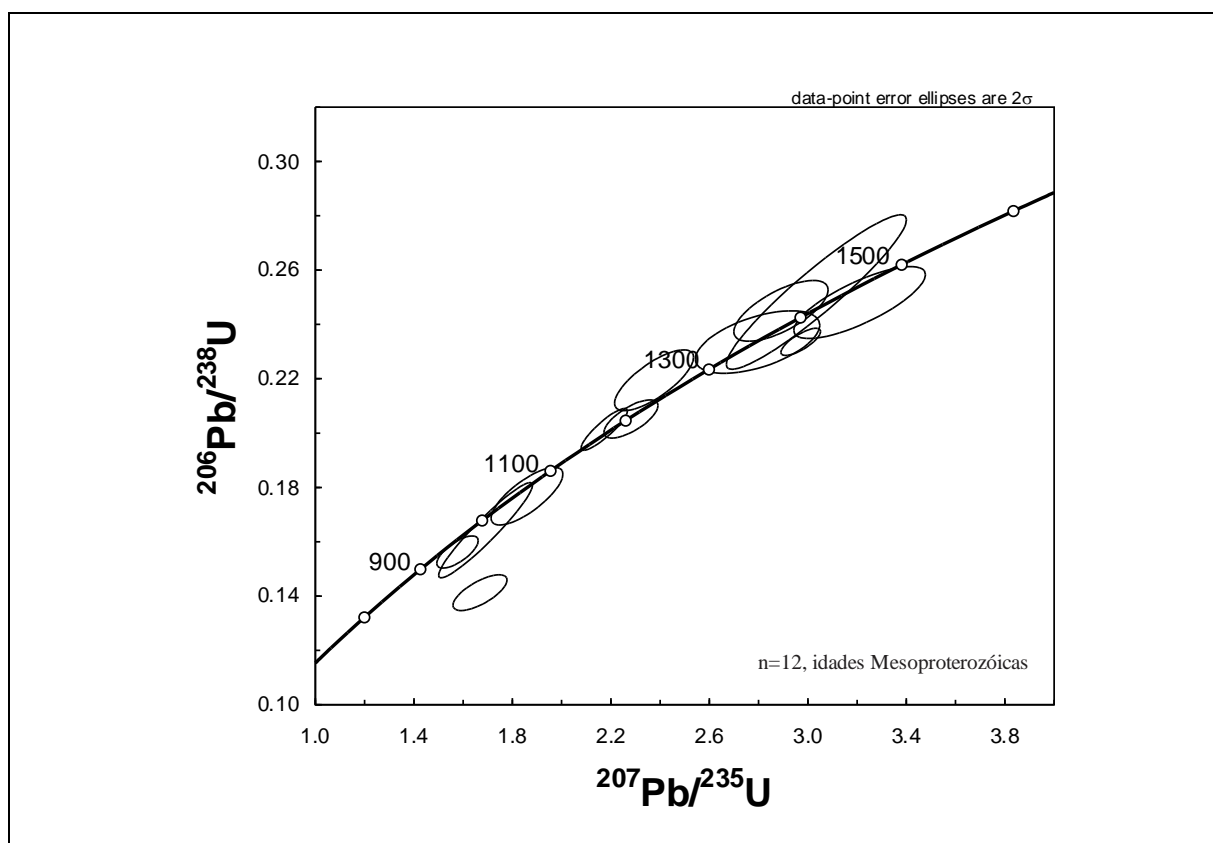


Figura 52 – Diagrama concórdia para grãos de zircão com idades mesoproterozóicas, amostra SM-MB-07.

As idades paleoproterozóicas vão de 1,7 a 2,1Ga, sendo representadas por grãos de zircão que apresentam em comum a limpidez, com exceção do grão z45 que contém inclusões e possui coloração levemente amarelada, e do grão z19 que

se destaca pela existência de núcleo. Os poucos grãos neoproterozóicos são representados por tipos incolores (z18, z15) e aqueles que contêm núcleo e cor amarelada (z28 e z27).

Idades concordantes obtidas para esta amostra estão demonstradas individualmente na Figura 53, representadas em maior proporção por idades neo a mesoproterozóica. Imagens catodo luminescência podem ser observadas na Prancha 4.

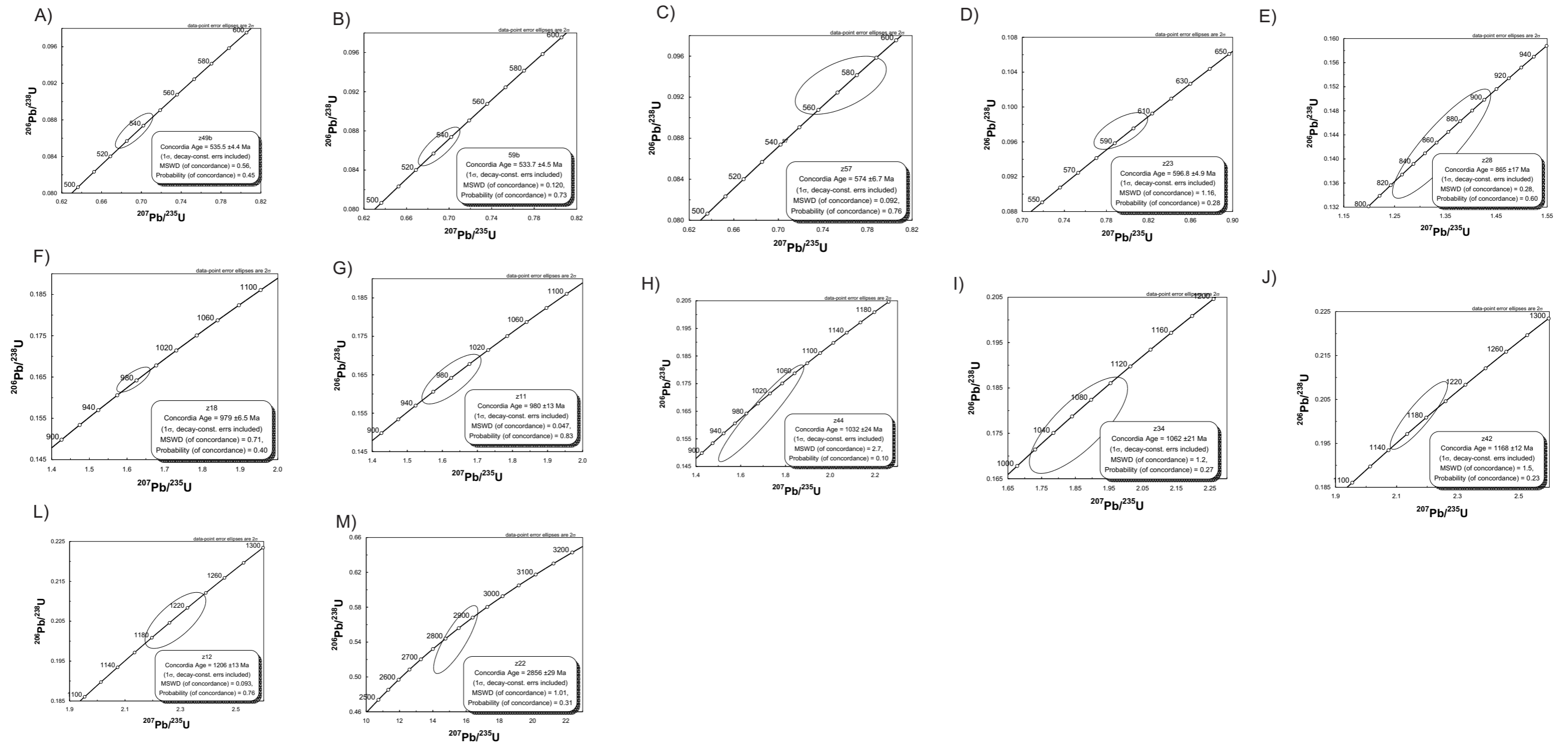
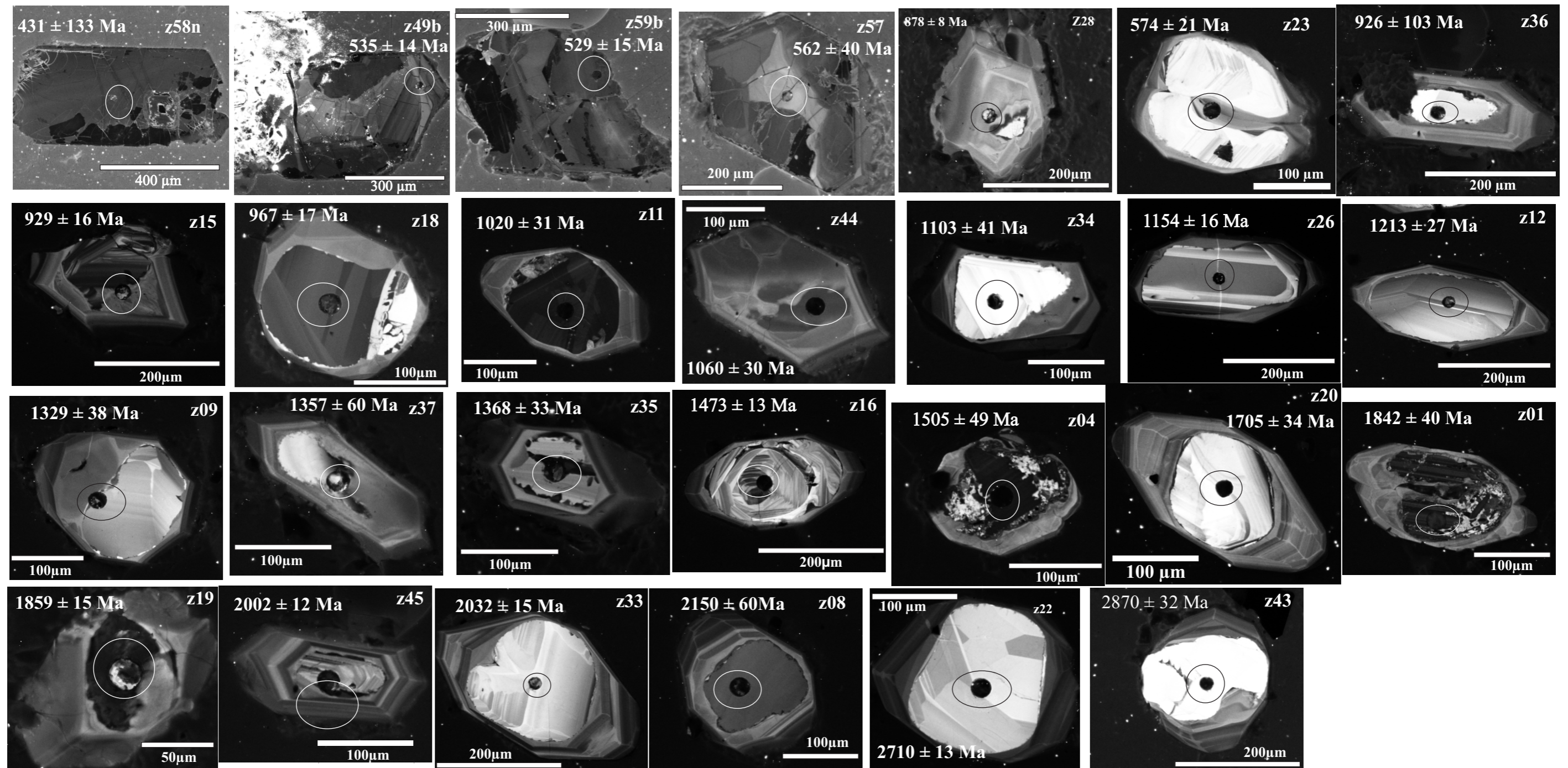


Figura 53: Diagrama concórdia para análises U-Pb (LA-ICP-MS) individuais da amostra SM-MB-07



## PRANCHA 4

Exemplos de imagens catodo luminescência para os grãos de zircão do quartzito feldspático micáceo da amostra SM-MB-07, com identificação da análise do grão, *spots* e idade  $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$  (Ma).



#### 4.4 Integração dos dados obtidos para os quartzitos

Com o objetivo de agregar os dados gerados para as rochas quartzíticas intercaladas no Grupo São Fidelis, foram gerados histogramas integrados para as idades  $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ , contemplando os grãos selecionados de todas as quatro amostras de quartzito. As idades estão representadas em um gráfico cujos grãos selecionados possuem idades discordantes de no máximo 20%, em um total de 111 idades (concordantes entre 90% e 110%), e outro para aqueles discordantes até 10%, que compreendem 64 idades (concordantes 95% e 105%). Em alguns desses grãos foi possível identificar núcleo e o desenvolvimento de bordas associadas à recristalização, consistindo em dados que obedeceram ao padrão de discórdia  $\leq 20\%$ , porém essas idades de bordas juntamente com aquelas mais jovens consideradas oriundas do metamorfismo Brasileiro, não foram plotados nos histogramas.

As populações mais comuns formadas pelos grãos de zircão observados nas amostras de quartzitos possuem: hábito prismático, geralmente são grãos curtos com o desenvolvimento de extremidades que tendem a formar uma pirâmide de vértice suave (não pontudo); outros desenvolvem extremidades em apenas um lado, principalmente quando se apresentam arredondados; e em geral os grãos são incolores e levemente amarelados.

Observa-se através do gráfico da Figura 54, que houve pouca variação entre as modas dos histogramas gerados para zircões com discórdias  $\leq 20\%$  e  $\leq 10\%$ , das idades  $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ . O que chama atenção às mesmas modas que estão em torno de, 0,8 – 1,3 Ga, 1,7 – 2,2 Ga e 2,6 – 2,8 Ga, tornado-se os três importantes intervalos das idades de fontes para o conjunto das unidades metassedimentares. Com modas mais evidentes estando associadas a contribuições durante o Mesoproterozóico e Paleoproterozóico, concentrações razoáveis com idades neoproterozóica, e modas bem distintas arqueanas. Percebe-se que as relações de curvas, para os dois gráficos, se mostraram mais acentuadas ao conjunto de idades discordantes até 10%.

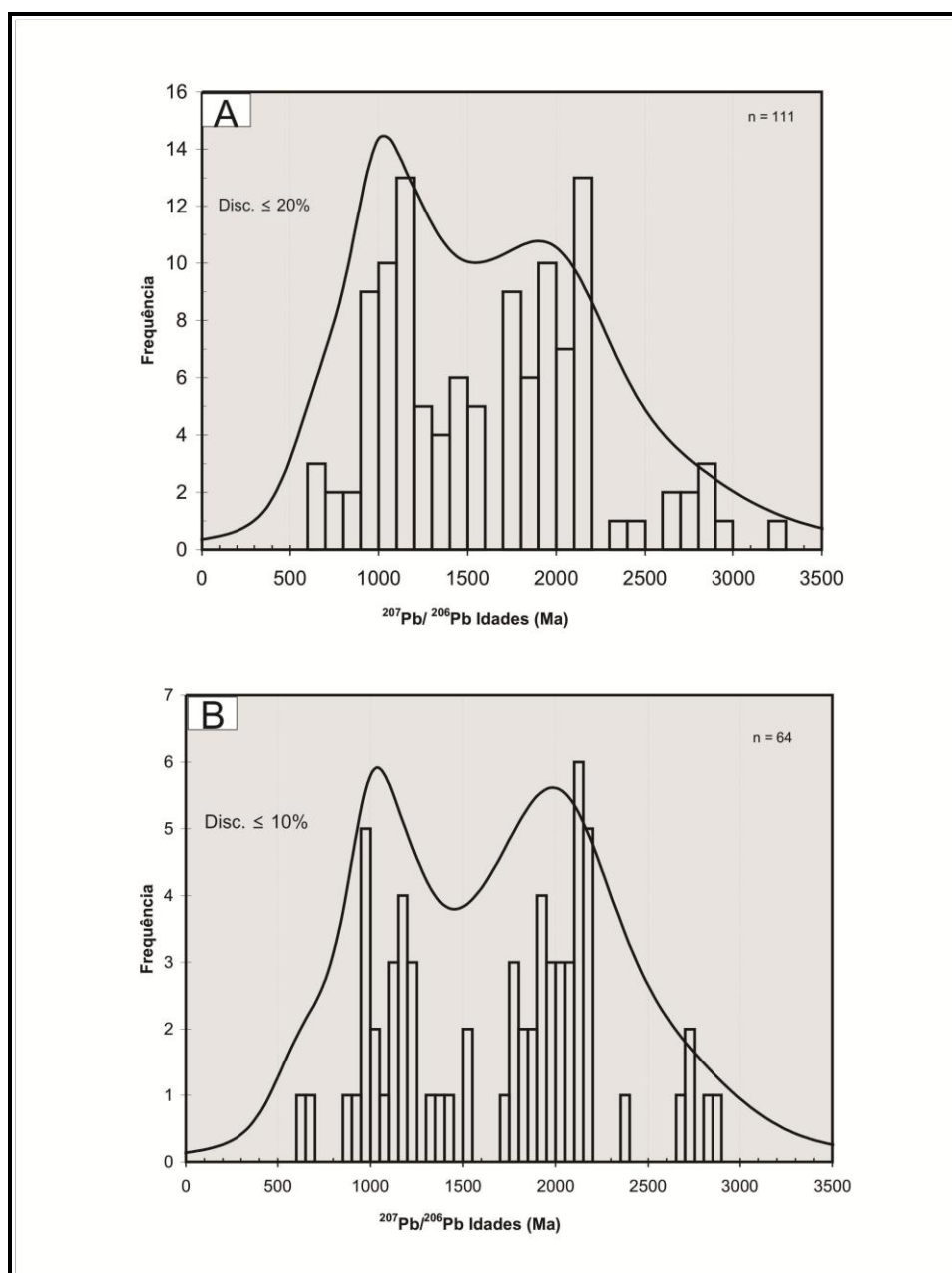


Figura 54 – Histogramas para integração de todas as idades de quartzitos: A) discordantes  $\leq 20\%$  (concordância 90% - 110%), B) discordantes  $\leq 10\%$  (concordância 95% - 105%).

Poucos foram os grãos de zircão de idade arqueana (2,6 – 3,9 Ga), sendo a maior parcela oriunda da fração diamagnética, com tipologia que varia de prismáticos curtos a arredondados, onde a maioria apresenta limpidez ou leve coloração amarela. Característico da tipologia dos grãos detríticos do Arqueano e do Paleoproterozóico é a presença de núcleos, com claras bordas (*tips* metamórficos).

Como citado anteriormente, alguns grãos de zircão possuem claramente bordas e núcleos, porém muitas vezes, tendem a serem facetados e com finos

sobrecrescimentos relacionados a sucessivos eventos metamórficos. A origem das idades mais jovens neoproterozóicas está relacionada a obtenção de *spots* localizados em extremidades e bordas de grãos, bem como em pontas de prisma e em grãos bem formados, menores e límpidos. O diagrama concórdia (Figura 55) é representativo deste grupo. Obedecendo ao padrão de análises discordantes  $\leq 20\%$ , para as idades  $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$  estendem-se de  $508 \pm 34$  a  $589 \pm 11$  Ma, e a ocorrência de um grão com idade de  $383 \pm 49$  Ma (discordante 1%).

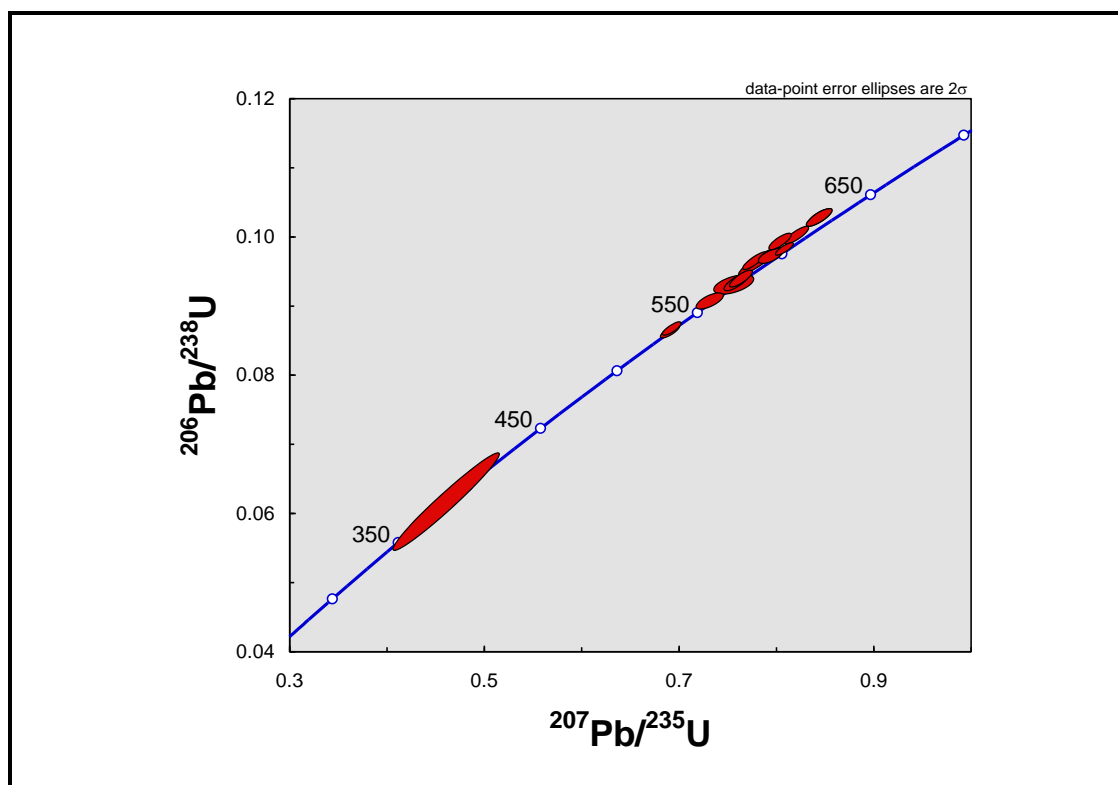


Figura 55 – Diagrama concórdia para as idades mais jovens neoproterozóicas dos dados integrados das amostras quartzíticas.

#### 4.5 Investigação geocronológica por ID-TIMS: Resultados Obtidos

Foram obtidas idades U-Pb (ID-TIMS) em cristais de monazita de quatro amostras da unidade superior do Grupo São Fidélis: três amostras quartzíticas, SM-MB-15 e SM-MB-09 com uma fração de monazita cada, e a SM-MB 07 com duas frações; o (sillimanita) granada biotita gnaiss banded, com uma fração deste mineral. Também foram analisadas duas frações de monazita para o ortogneiss Rio Grande que intrude a sequência metassedimentar (Tabela 10).

Os grãos selecionados para esta análise exibiam coloração amarela, eram transparentes, idiomórficos e livres de inclusões ou fraturas. O critério para escolha de mais de uma fração do mineral analisado por amostra deve-se a o fato de evitar perdas nos procedimentos de lavagem e pesagem, tendo em vista às dimensões das monazitas escolhidas.

Todas as amostras investigadas foram plotadas no diagrama concórdia na Figura 56A. Os cristais analisados para a unidade metassedimentar apresentaram idades  $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$  entre ca. 594 Ma e 533 Ma, sendo que se observa que as análises para as amostras quartzíticas SM-MB-09 e SM-MB-15 são mais concordantes. Já as duas frações de monazitas analisadas da amostra SM-MB-07 (lente quartzítica) apresentaram-se discordantes e suas idades  $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$  indicam uma diferença de 15 Ma. O paragneiss (SM-MB-02) mostra discordância de 22% com idade  $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$  de 553 Ma, enquanto que as duas frações da amostra SM-MB-13 possuem maior grau de discordância. As análises de monazita do ortogneiss Rio Grande, rocha granitóide encaixada nos metassedimentos do Grupo São Fidélis, resultaram em idades  $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$  discordantes em ca. 558 Ma.

As análises discordantes, incluindo o quartzito (SM-MB-07) e o ortogneiss Rio Grande (SM-MB-13), foram plotadas no diagrama Tera-Wasserburg (Figura 56B), mostrando um alinhamento médio com idade  $^{238}\text{U}/^{206}\text{Pb}$  de  $603 \pm 32$  Ma (MSWD = 1.9), com apenas o intercepto inferior. Este intervalo de tempo é compatível com o evento metamórfico M1. Já para a análise de duas frações de monazita do ortogneiss Rio Grande, rocha granitóide encaixada nos metassedimentos do Grupo São Fidélis, os resultados obtidos indicam idades muito discordantes, e as duas frações obtiveram a mesma idades  $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$  em 558 Ma.

A amostra quartzítica SM-MB-15 apresenta o único dado concordante dentre as demais, é apresentada no diagrama concórdia (Figura 56C) como -0,8%

discordante em  $535,3 \pm 2,4$  Ma, o que é condizente com a idade admitida para o evento regional metamórfico M2. A Figura 56D apresenta o plote para esta amostra assim como para a amostra SM-MB-09, possuindo idade  $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$  em 533 Ma (discordante em 4,6%). Para as duas foram calculadas idade de intercepto com  $536 \pm 2.2$  Ma (MSWD = 0).

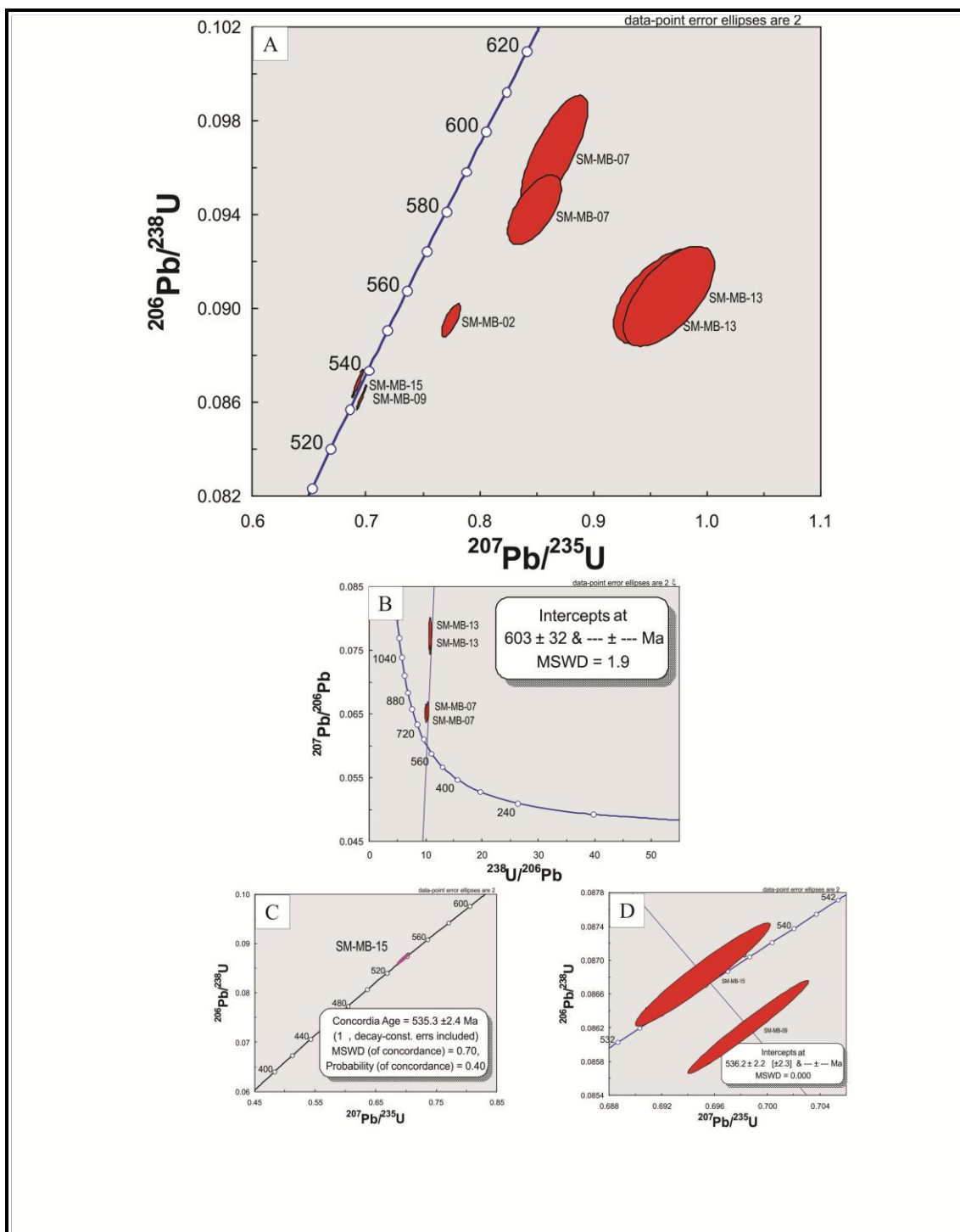


Figura 56 – Diagramas das análises ID-TIMS em grãos monazita A) Diagrama concórdia para todas as amostras (SM-MB-02, SM-MB-07, SM-MB-09, SM-MB-13, SM-MB-15) B) Diagrama Tera-Waserburg para as amostras SM-MB-07 e SM-MB-13 C) Diagrama concórdia para a amostra SM-MB-15 D) Diagrama Tera-Waserburg para as amostras SM-MB-15 e SM-MB-09.

Tabela 10 – Análises ID-TIMS obtidos em grãos de monazita.

Amostra	Razões isotópicas							Idades (Ma)				
	$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$	1s (%)	$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$	1s (%)	rho	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	1s (%)	$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$	$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	1s (%)	Disc. (%)
SM-MB-15	0.695156	0.597	0.086825	0.573	0.9607	0.05807	0.166	537	536	532	3.6	- 1
SM-MB-07	0.867469	2.76	0.096651	2.02	0.7562	0.065095	1.81	595	634	777	38	40
SM-MB-07	0.849785	2.26	0.094177	1.28	0.6163	0.065443	1.78	580	624	789	37	44
SM-MB-02	0.776559	0.865	0.089494	0.646	0.7492	0.062934	0.573	552	583	706	12	22
SM-MB-13	0.961676	3.63	0.090487	1.84	0.5618	0.07708	3.01	558	684	1123	60	96
SM-MB-13	0.967509	3.36	0.090506	1.92	0.6217	0.077531	2.64	558	687	11345	53	129
SM-MB-09	0.698563	0.532	0.086205	0.521	0.98	0.058772	0.106	533	537	558	2.3	5