

5 GEOCRONOLOGIA E GEOQUÍMICA ISOTÓPICA

5.1 Introdução

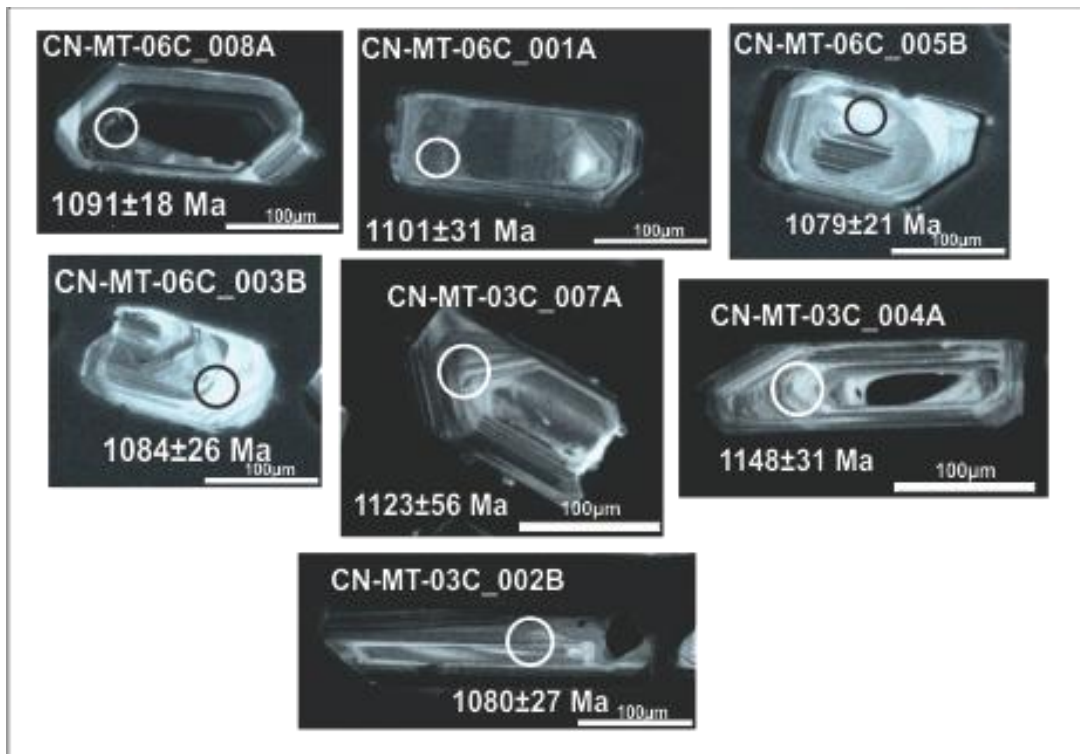
Tendo em vista a escassez de dados de geocronologia U-Pb e geoquímica isotópica na Suíte Intrusiva Santa Clara, principalmente em alguns corpos, onze amostras foram coletadas para datação e serão apresentados nesta seção. Para estudos de geoquímica isotópica Lu-Hf, seis das onze amostras de U-Pb foram selecionadas. Duas amostras analisadas fazem parte do grupo de anfibólio-biotita quartzo-monzonitos e nove amostras fazem parte do grupo de biotita granitos. Ambos os agrupamentos já foram descritos de forma detalhada no Capítulo 3 (Aspectos de campo e petrografia) e por isso a descrição de campo das amostras não será abordada neste capítulo.

O mapa do Apêndice D apresenta todos os corpos da Suíte Intrusiva Santa Clara com os pontos de coleta de amostras para geocronologia U-Pb e geoquímica isotópica (Lu-Hf) assinalados. Uma descrição de ambos os métodos encontra-se no Anexo A. Todas as novas análises de U-Pb e Lu-Hf LA-ICP-MS em zircão foram realizadas no Laboratório Multilab (UERJ). Para as análises de U-Pb foram utilizados *spots* entre 25 e 30 μ m e para as análises de Lu-Hf os *spots* usados eram de 40 μ m. Dez *spots* analisados pelo método de U-Pb LA-ICP-MS foram escolhidos para análises de Lu-Hf por meio do mesmo método, já que as idades U-Pb são necessárias para os cálculos de ϵ_{Hf} e idades T_{DM} . Como controle de qualidade dos resultados de Lu-Hf, optou-se por utilizar apenas os dados com erros ($\pm 2\text{SE}$) abaixo de 1,0.

5.2 Apresentação e Interpretação dos dados de U-Pb

Duas amostras de anfibólio-biotita quartzo-monzonitos foram analisadas e todas as demais amostras correspondem a biotita granitos. As imagens de MEV (Microscópio Eletrônico de Varredura) revelam que os grãos de zircão coletados do grupo de quartzo-monzonitos (Figura 23) compreendem cristais pardos/incolores subédricos e prismáticos, com proporções comprimento/largura de 2:1 e 3:1. Zoneamento é comum na maioria dos grãos e nenhum cristal exibe grau de arredondamento considerável. O zoneamento exibe certo padrão, refletindo diferentes episódios de crescimento magmático e núcleos com xenocristais ocorrem em alguns grãos. Esta última feição é relativamente comum em rochas ígneas e indicam a ocorrência de novos episódios de crescimento de zircão, que acabam por “mantear” os núcleos mais antigos (CORFU et al., 2003).

Figura 23 – Prancha com fotos de MEV de grãos de zircão que fazem parte do grupo de anfibólio-biotita quartzo-monzonitos.



Fonte: A autora, 2016.

As duas novas análises de grãos do grupo de anfibólio-biotita quartzo-monzonitos incluem as amostras CN-MT-03C e CN-MT-06C, ambas do Maciço Montenegro.

Para a amostra CN-MT-03C, um total de 21 *spots* foram analisados. Os grãos usados para a geração do diagrama de concórdia têm discordância entre -3 e 3%. As análises exibem razões Th/U relativamente altas (entre 0,73 e 1,29) que seriam esperadas para *melts* de composição máfica (KIRKLAND et al., 2015).

Do total de 21 grãos analisados, 12 foram utilizados com o objetivo de calcular as idades para esta amostra de anfibólio-biotita quartzo-monzonito. Estes pontos definiram idades de 1121 ± 17 Ma (Figura 24). Os grãos que foram utilizados para gerar o diagrama são aqueles em destaque na tabela 4.

Tabela 4 - Dados isotópicos U-Th-Pb LA-ICP-MS da amostra CN-MT-03C, obtidos no Multilab (UERJ).

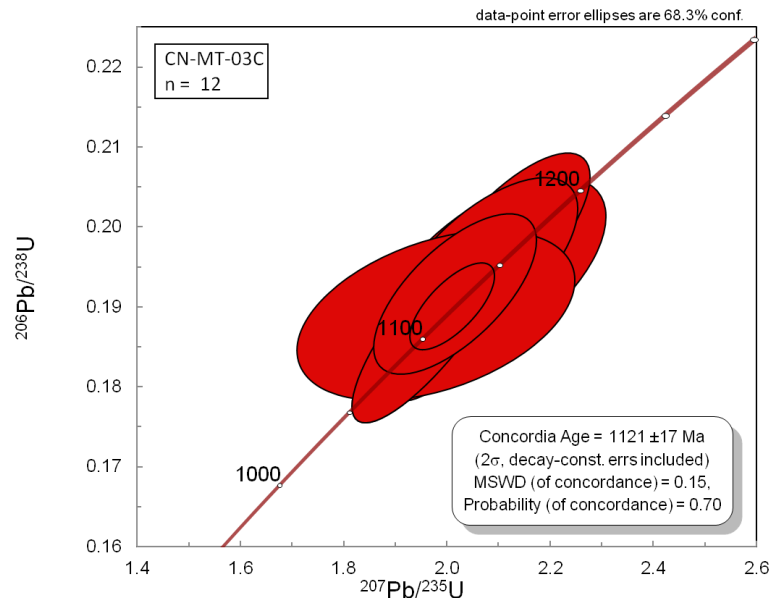
Spot number	f_{206}^a	Pb ppm	Th ppm	U ppm	Th/U ^b	Isotope ratios ^c						Ages (Ma)						% Disc ^f	
						$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$	1 s	$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$	1 s	Rho ^d	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	1 s	$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$	1 s	$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$	1 s	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$		1 s
CN-MT-03C_001A	0.0119	6	27	23	1.15	2.1159	6.67	0.1998	5.91	0.89	0.0768	3.08	1174	69	1154	77	1117	34	-5
CN-MT-03C_002A	0.0133	7	29	32	0.90	2.0236	4.64	0.1907	3.86	0.83	0.0770	2.58	1125	43	1123	52	1120	29	0
CN-MT-03C_003A	0.0206	6	24	22	1.11	2.0880	7.03	0.1940	4.18	0.59	0.0781	5.65	1143	48	1145	81	1148	65	0
CN-MT-03C_004A	0.0135	7	30	29	1.02	2.0300	4.51	0.1886	3.62	0.80	0.0781	2.68	1114	40	1126	51	1148	31	3
CN-MT-03C_005A	0.0150	7	27	27	0.99	2.1156	5.10	0.1980	3.76	0.74	0.0775	3.44	1165	44	1154	59	1134	39	-3
CN-MT-03C_006A	0.0101	8	41	34	1.21	2.0397	4.70	0.1904	3.22	0.68	0.0777	3.42	1124	36	1129	53	1139	39	1
CN-MT-03C_007A	0.0083	11	56	46	1.22	2.0172	5.44	0.1898	2.24	0.41	0.0771	4.96	1120	25	1121	61	1123	56	0
CN-MT-03C_008A	0.0087	8	36	32	1.14	2.1276	4.63	0.2014	3.57	0.77	0.0766	2.95	1183	42	1158	54	1111	33	-6
CN-MT-03C_009A	0.0073	13	50	58	0.87	2.0749	5.76	0.1952	3.71	0.64	0.0771	4.41	1150	43	1141	66	1123	49	-2
CN-MT-03C_001B	0.0106	5	19	21	0.93	2.1362	12.92	0.2020	7.37	0.57	0.0767	10.61	1186	87	1161	150	1114	118	-6
CN-MT-03C_002B	0.0062	13	54	63	0.86	2.0075	5.73	0.1931	5.16	0.90	0.0754	2.48	1138	59	1118	64	1080	27	-5
CN-MT-03C_003B	0.0021	33	116	158	0.73	1.9748	5.25	0.1881	4.39	0.83	0.0762	2.89	1111	49	1107	58	1099	32	-1
CN-MT-03C_004B	0.0144	7	36	31	1.19	2.0364	6.36	0.1997	4.92	0.77	0.0740	4.03	1174	58	1128	72	1041	42	-13
CN-MT-03C_005B	0.0039	15	54	70	0.77	1.9749	3.00	0.1914	1.70	0.57	0.0748	2.47	1129	19	1107	33	1064	26	-6
CN-MT-03C_006B	0.0095	6	29	26	1.13	1.9666	4.92	0.1900	3.56	0.72	0.0751	3.39	1121	40	1104	54	1070	36	-5
CN-MT-03C_007B	0.0061	10	55	43	1.29	1.9410	3.29	0.1871	2.10	0.64	0.0752	2.53	1106	23	1095	36	1075	27	-3
CN-MT-03C_008B	0.0043	13	66	58	1.14	1.9806	8.97	0.1890	3.71	0.41	0.0760	8.17	1116	41	1109	99	1095	89	-2
CN-MT-03C_009B	0.0125	3	13	14	0.89	1.9767	10.41	0.1984	8.44	0.81	0.0723	6.10	1167	98	1108	115	994	61	-17
CN-MT-03C_001C	0.0039	15	54	70	0.77	1.9749	3.00	0.1914	1.70	0.57	0.0748	2.47	1129	19	1107	33	1064	26	-6
CN-MT-03C_002C	0.0021	33	116	158	0.73	1.9748	5.25	0.1881	4.39	0.83	0.0762	2.89	1111	49	1107	58	1099	32	-1
CN-MT-03C_003C	0.0067	10	42	40	1.05	2.0181	5.16	0.1917	3.45	0.67	0.0764	3.85	1130	39	1122	58	1105	42	-2

1. Sample and standard are corrected after Pb and Hg blanks
2. $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ and $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ are corrected after common Pb presence. Common Pb assuming $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U} = ^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$ concordant age
3. $^{235}\text{U} = 1/137.88 \cdot \text{U}_{\text{total}}$
4. Standard GJ-1
5. $\text{Th}/\text{U} = ^{232}\text{Th}/^{238}\text{U} \cdot 0.992743$
6. All errors in the table are calculated 1 sigma (% for isotope ratios, absolute for ages)

Legenda: as linhas em destaque na cor cinza são dos grãos utilizados para construir o diagrama de concórdia

Fonte: A autora, 2016.

Figura 24 - Diagrama concórdia para a amostra de anfibólio-biotita quartzo-monzonito da Suíte Intrusiva Santa Clara.



Legenda: a idade obtida foi de 1121 ± 17 Ma no intercepto superior e é interpretada como idade de cristalização para esta amostra.

Fonte: A autora, 2016.

Na amostra CN-MT-06C, 18 spots foram analisados e todos foram utilizados na geração do diagrama de concórdia. Os grãos analisados têm discordância entre -7 e 0%. As análises exibem razões Th/U relativamente altas (entre 0,52 e 1,05) valores mais de acordo com o esperado para rochas félsicas intermediárias a ácidas (KIRKLAND et al., 2015). Nove

dos dezoito *spots* analisados foram usados com o objetivo de calcular as idades para esta amostra de anfibólio-biotita quartzo-monzonito. Estes pontos definiram idades de 1089 ± 14 Ma (Figura 25).

Tabela 5 - Dados isotópicos U-Th-Pb LA-ICP-MS da amostra CN-MT-06C, obtidos no Multilab (UERJ).

Spot number	f_{206}^a	Pb ppm	Th ppm	U ppm	Th/U ^b	Isotope ratios ^c						Ages (Ma)						% Conc ^f	
						²⁰⁷ Pb/ ²³⁵ U	1 s [%]	²⁰⁶ Pb/ ²³⁸ U	1 s [%]	Rho ^d	²⁰⁷ Pb/ ²⁰⁶ Pb ^e	1 s [%]	²⁰⁶ Pb/ ²³⁸ U	1 s abs	²⁰⁷ Pb/ ²³⁵ U	1 s abs	²⁰⁷ Pb/ ²⁰⁶ Pb		1 s abs
CNMT-06C_001A	0.0006	4	9	14	0.66	2.3977	6.08	0.2186	4.79	0.79	0.0795	3.74	1275	61	1242	76	1186	44	-7
CNMT-06C_002A	0.0013	18	69	80	0.86	1.9514	3.11	0.1858	2.54	0.82	0.0762	1.79	1098	28	1099	34	1100	20	0
CNMT-06C_003A	0.0012	18	57	82	0.70	1.8476	2.23	0.1779	1.46	0.65	0.0753	1.68	1055	15	1063	24	1078	18	2
CNMT-06C_004A	0.0024	25	93	113	0.82	1.9335	4.77	0.1849	4.53	0.95	0.0758	1.47	1094	50	1093	52	1091	16	0
CNMT-06C_005A	0.0008	13	46	62	0.74	1.9752	2.78	0.1871	1.94	0.70	0.0766	2.00	1106	21	1107	31	1110	22	0
CNMT-06C_006A	0.0013	21	62	100	0.62	2.0046	3.41	0.1890	1.73	0.51	0.0769	2.94	1116	19	1117	38	1119	33	0
CNMT-06C_007A	0.0011	15	51	67	0.76	1.9003	2.77	0.1809	2.24	0.81	0.0762	1.62	1072	24	1081	30	1099	18	2
CNMT-06C_008A	0.0025	27	113	117	0.96	1.8495	1.93	0.1772	1.18	0.61	0.0757	1.53	1051	12	1063	21	1088	17	3
CNMT-06C_009A	0.0013	12	33	56	0.58	2.0363	3.14	0.1936	2.14	0.68	0.0763	2.30	1141	24	1128	35	1103	25	-3
CNMT-06C_001B	0.0012	12	31	57	0.54	1.8876	3.05	0.1824	2.40	0.79	0.0750	1.87	1080	26	1077	33	1070	20	-1
CNMT-06C_002B	0.0041	17	54	82	0.65	1.8267	2.25	0.1757	1.61	0.71	0.0754	1.57	1043	17	1055	24	1080	17	3
CNMT-06C_003B	0.0008	10	34	45	0.76	1.8505	2.77	0.1779	1.57	0.57	0.0754	2.29	1055	17	1064	30	1080	25	2
CNMT-06C_004B	0.0022	23	87	102	0.85	1.8172	1.74	0.1751	1.47	0.85	0.0753	0.93	1040	15	1052	18	1076	10	3
CNMT-06C_005B	0.0015	17	72	75	0.96	1.8395	2.11	0.1768	1.54	0.73	0.0755	1.44	1049	16	1060	22	1081	16	3
CNMT-06C_006B	0.0022	54	134	259	0.52	1.9225	3.87	0.1833	3.71	0.96	0.0761	1.07	1085	40	1089	42	1097	12	1
CNMT-06C_007B	0.0015	14	47	65	0.73	1.8740	3.51	0.1800	2.99	0.85	0.0755	1.85	1067	32	1072	38	1082	20	1
CNMT-06C_008B	0.0005	5	21	20	1.05	1.9568	6.51	0.1855	4.97	0.76	0.0765	4.21	1097	54	1101	72	1109	47	1
CNMT-06C_009B	0.0004	11	37	49	0.76	1.8282	2.66	0.1770	1.89	0.71	0.0749	1.87	1051	20	1056	28	1066	20	1

1. Sample and standard are corrected after Pb and Hg blanks

2. ²⁰⁷Pb/²⁰⁶Pb and ²⁰⁶Pb/²³⁸U are corrected after common Pb presence. Common Pb assuming ²⁰⁶Pb/²³⁸U - ²⁰⁷Pb/²³⁵U concordant age

3. ²³⁵U = 1/137.88 * Utotal

4. Standard GJ-1

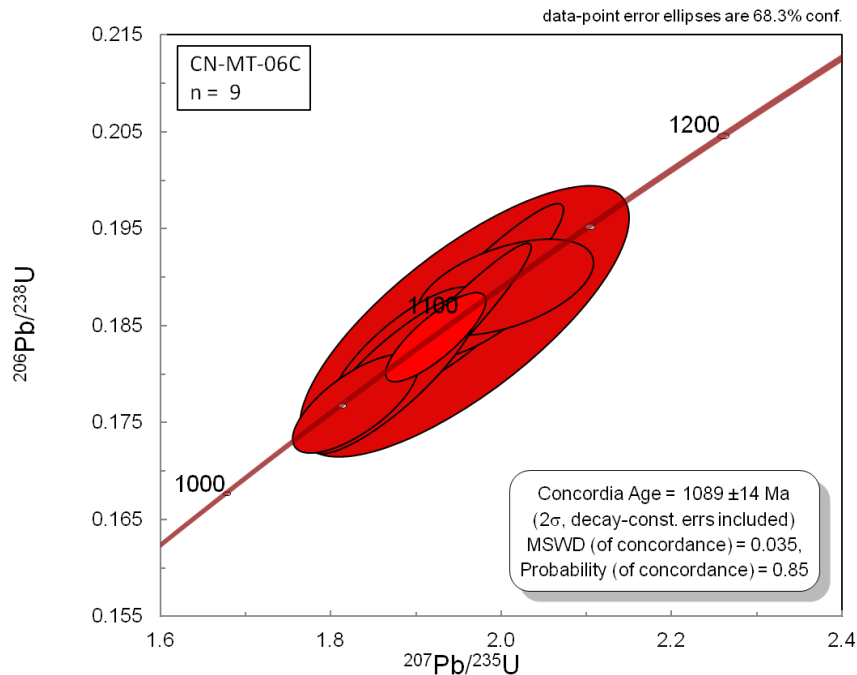
5. Th/U = ²³²Th/²³⁸U * 0.992743

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

Legenda: neste caso, nove grãos foram utilizados para construir o diagrama de concórdia

Fonte: A autora, 2016.

Figura 25 - Diagrama concórdia para a amostra de anfibólio-biotita quartzo-monzonito da Suíte Intrusiva Santa Clara.

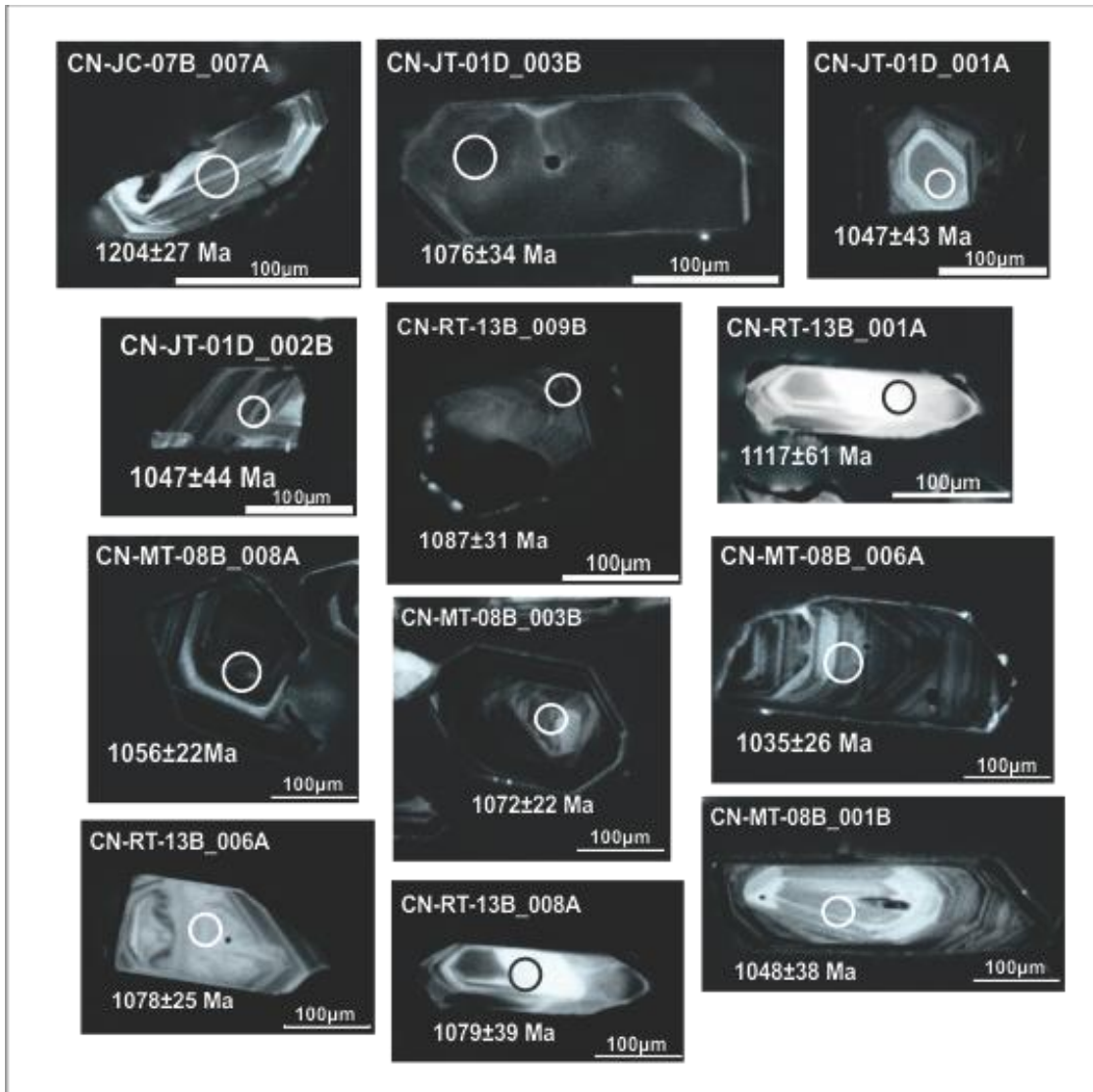


Legenda: a idade obtida foi de 1089±14 Ma no intercepto superior e é interpretada como idade de cristalização para esta amostra

Fonte: A autora, 2016.

Nove amostras de rochas do grupo de biotita granitos da Suíte Intrusiva Santa Clara foram coletadas e analisadas para datação U-Pb LA-ICP-MS em zircão. Três amostras fazem parte do Maciço Jatuarana, duas são do Maciço Jararaca, duas do Maciço Retiro, uma do Maciço Manteiga e uma amostra faz parte do Maciço Montenegro. As imagens de MEV para estas amostras de biotita granitos (Figura 26) revelam que os grãos de zircão são bastante parecidos com aqueles observados e descritos para as amostras de anfibólio-biotita quartzo-monzonitos. Trata-se de cristais de coloração parda a incolor, euédricos a subédricos e prismáticos a equidimensionais (3:1, 2:1, 1:1). Zoneamento é comum na maioria dos grãos e núcleos com xenocristais ocorrem em alguns poucos cristais da amostra do Maciço Montenegro (CN-MT-08B). Os grãos desta amostra são bastante semelhantes aos observados nas amostras de anfibólio-biotita quartzo-monzonitos.

Figura 26 – Prancha com fotos de MEV de grãos de zircão que fazem parte do grupo de biotita granitos analisados para datação U-Pb LA-ICP-MS.



Fonte: A autora, 2016.

A amostra CN-MT-08B (Maciço Montenegro) teve um total de 18 *spots* analisados (Tabela 6). Os grãos analisados e utilizados para a geração do diagrama de concórdia apresentam discordância variando entre -3 e -2% e razão Th/U entre 0,70 e 1,25, representando assim um intervalo de valores bastante elevados, acima do que seria esperado para rochas félsicas intermediárias a ácidas (KIRKLAND et al., 2015). A idade de cristalização obtida para esta amostra foi de 1099 ± 27 Ma (Figura 27).

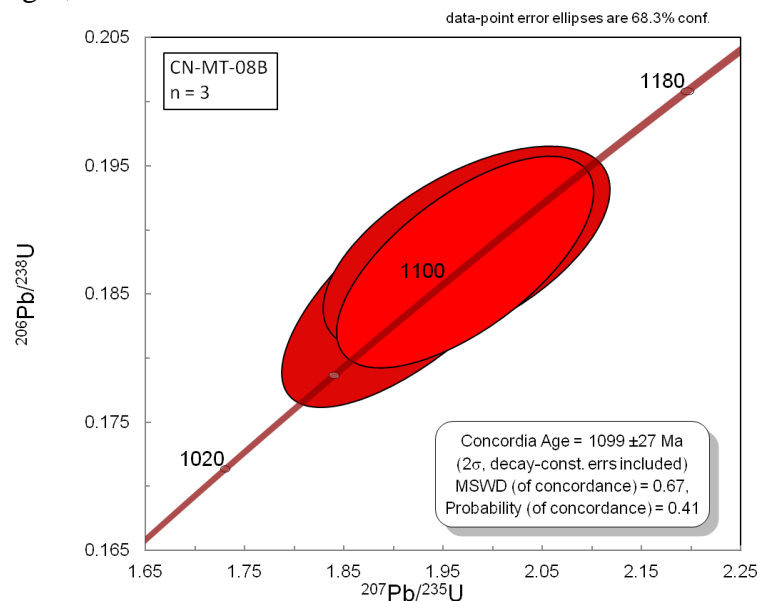
Tabela 6 - Dados isotópicos U-Th-Pb LA-ICP-MS da amostra CN-MT-08B, obtidos no Multilab (UERJ).

Spot number	f_{206}^a	Pb ppm	Th ppm	U ppm	Th/U ^b	Isotope ratios ^c						Ages (Ma)						% Disc ^f	
						$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$ [1 s]	$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ [1 s]	Rho ^d	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ [1 s]	$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ [1 s]	$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$ [1 s]	$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ [1 s]	$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$ [1 s]	$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ [1 s]					
CNMT 08B_001A	0.0060	7	21	31	0.70	1.8952	4.61	0.1851	3.90	0.85	0.0743	2.45	1095	43	1079	50	1049	26	-4
CNMT 08B_002A	0.0048	10	38	51	0.75	1.9296	2.94	0.1865	1.97	0.67	0.0750	2.19	1102	22	1091	32	1069	23	-3
CNMT 08B_003A	0.0006	7	33	27	1.25	1.9256	4.72	0.1857	3.37	0.71	0.0752	3.30	1098	37	1090	51	1074	35	-2
CNMT 08B_004A	0.0051	6	27	24	1.13	2.1061	6.05	0.2069	4.55	0.75	0.0738	4.00	1212	55	1151	70	1037	41	-17
CNMT 08B_005A	0.0058	17	75	69	1.09	2.0078	1.88	0.1931	1.26	0.67	0.0754	1.40	1138	14	1118	21	1079	15	-5
CNMT 08B_006A	0.0029	10	26	44	0.60	1.9358	3.65	0.1902	2.72	0.75	0.0738	2.43	1123	31	1094	40	1036	25	-8
CNMT 08B_007A	0.0083	7	31	28	1.11	1.9829	5.60	0.1921	5.21	0.93	0.0748	2.06	1133	59	1110	62	1064	22	-6
CNMT 08B_008A	0.0050	10	36	45	0.79	1.9944	4.21	0.1913	1.27	0.30	0.0756	4.02	1128	14	1114	47	1085	44	-4
CNMT 08B_009A	0.0059	15	63	60	1.05	1.9741	4.85	0.1885	2.80	0.58	0.0759	3.95	1113	31	1107	54	1094	43	-2
CNMT 08B_001B	0.0068	7	37	26	1.43	2.0090	5.17	0.1938	4.04	0.78	0.0752	3.23	1142	46	1119	58	1073	35	-6
CNMT 08B_002B	0.0058	10	40	41	0.98	1.9675	3.36	0.1899	2.33	0.70	0.0752	2.41	1121	26	1104	37	1073	26	-4
CNMT 08B_003B	0.0044	17	62	67	0.92	2.0531	5.73	0.1980	5.48	0.96	0.0752	1.67	1165	64	1133	65	1074	18	-8
CNMT 08B_004B	0.0046	12	36	46	0.78	2.1034	2.76	0.2030	2.07	0.75	0.0751	1.82	1191	25	1150	32	1072	19	-11
CNMT 08B_005B	0.0032	12	33	53	0.63	2.1790	4.12	0.2080	3.40	0.83	0.0760	2.33	1218	41	1174	48	1095	26	-11
CNMT 08B_006B	0.0066	5	18	23	0.77	2.0159	4.18	0.1924	2.60	0.62	0.0760	3.27	1134	30	1121	47	1095	36	-4
CNMT 08B_007B	0.0057	6	21	29	0.72	1.9341	3.96	0.1872	2.96	0.75	0.0749	2.64	1106	33	1093	43	1066	28	-4
CNMT 08B_008B	0.0074	5	22	18	1.20	1.9289	6.32	0.1885	5.24	0.83	0.0742	3.53	1113	58	1091	69	1047	37	-6
CNMT 08B_009B	0.0069	2	8	9	0.89	1.9107	9.59	0.1920	7.90	0.82	0.0722	5.43	1132	89	1085	104	991	54	-14

1. Sample and standard are corrected after Pb and Hg blanks
2. $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ and $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ are corrected after common Pb presence. Common Pb assuming $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ $^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$ concordant age
3. $^{235}\text{U} = 1/137.88 \cdot \text{U}_{\text{total}}$
4. Standard GJ-1
5. $\text{Th}/\text{U} = ^{232}\text{Th}/^{238}\text{U} \cdot 0.992743$
6. All errors in the table are calculated 1 sigma (% for isotope ratios, absolute for ages)

Legenda: as linhas em destaque na cor cinza são dos grãos utilizados para construir o diagrama de concórdia.
Fonte: A autora, 2016.

Figura 27 - Diagrama concórdia para a amostra de biotita granito CN-MT-08B, do Maciço Montenegro, Suíte Intrusiva Santa Clara.



Legenda: a idade obtida foi de 1099 ± 27 Ma no intercepto superior e é interpretada como idade de cristalização para esta amostra.

Fonte: A autora, 2016.

Três amostras do Maciço Jatuarana, mais a sul da Suíte Intrusiva Santa Clara, foram analisadas pelo método U-Pb LA-ICP-MS. A amostra CN-JT-01D, do Maciço Jatuarana, teve um total de 18 *spots* analisados (Tabela 7). Os grãos analisados e usados para a geração do diagrama de concórdia apresentam discordância variando entre 0 e 1 e a razão Th/U dos grãos

fica entre 0,58 e 0,72.

Tabela 7 - Dados isotópicos U-Th-Pb LA-ICP-MS da amostra CN-JT-01D, obtidos no Multilab (UERJ).

Spot number	f_{206}^a	Pb ppm	Th ppm	U ppm	Th/U ^b	Isotope ratios ^c						Ages (Ma)						% Disc ^f	
						$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$	1 s [%]	$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$	1 s [%]	Rho ^d	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}^e$	1 s [%]	$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$	1 s abs	$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$	1 s abs	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$		1 s abs
CNJT01D_001A	0.0010	6	25	26	0.96	1.8328	5.13	0.1788	2.89	0.56	0.0743	4.24	1061	31	1057	54	1050	45	-1
CNJT01D_002A	0.0016	22	60	100	0.60	1.9566	2.24	0.1888	1.60	0.72	0.0752	1.56	1115	18	1101	25	1073	17	-4
CNJT01D_003A	0.0002	7	32	30	1.08	1.7975	3.81	0.1743	2.15	0.56	0.0748	3.15	1036	22	1045	40	1062	33	2
CNJT01D_004A	0.0026	16	52	73	0.71	1.8884	3.43	0.1815	2.72	0.79	0.0755	2.09	1075	29	1077	37	1081	23	1
CNJT01D_005A	0.0008	6	24	29	0.84	1.8062	5.79	0.1711	4.22	0.73	0.0765	3.96	1018	43	1048	61	1109	44	8
CNJT01D_006A	0.0014	10	39	48	0.80	1.8312	4.87	0.1771	4.43	0.91	0.0750	2.02	1051	47	1057	51	1068	22	2
CNJT01D_007A	0.0018	17	58	80	0.72	1.8500	3.53	0.1785	3.01	0.85	0.0752	1.85	1059	32	1063	38	1073	20	1
CNJT01D_008A	0.0016	57	136	278	0.49	1.8547	1.93	0.1778	1.58	0.82	0.0757	1.11	1055	17	1065	21	1086	12	3
CNJT01D_009A	0.0013	69	187	321	0.58	1.9022	1.47	0.1822	0.92	0.63	0.0757	1.14	1079	10	1082	16	1088	12	1
CNJT01D_001B	0.0009	10	34	47	0.71	1.8463	3.77	0.1784	2.98	0.79	0.0750	2.31	1058	32	1062	40	1070	25	1
CNJT01D_002B	0.0015	5	19	24	0.80	1.9418	4.60	0.1865	4.11	0.89	0.0755	2.07	1103	45	1096	50	1082	22	-2
CNJT01D_003B	0.0009	8	38	35	1.09	1.8378	3.79	0.1770	2.64	0.70	0.0753	2.71	1051	28	1059	40	1076	29	2
CNJT01D_004B	0.0014	79	223	374	0.60	1.8821	1.63	0.1804	1.08	0.66	0.0757	1.22	1069	12	1075	18	1086	13	2
CNJT01D_005B	0.0017	12	40	58	0.70	1.8034	3.93	0.1745	3.23	0.82	0.0750	2.24	1037	33	1047	41	1067	24	3
CNJT01D_006B	0.0032	28	108	132	0.82	1.9170	5.34	0.1834	4.99	0.93	0.0758	1.90	1085	54	1087	58	1090	21	0
CNJT01D_007B	0.0009	11	39	51	0.77	1.7968	2.90	0.1728	2.41	0.83	0.0754	1.61	1027	25	1044	30	1080	17	5
CNJT01D_008B	0.0029	25	92	113	0.82	1.9591	4.39	0.1865	3.77	0.86	0.0762	2.25	1103	42	1102	48	1100	25	0
CNJT01D_009B	0.0018	5	15	21	0.73	1.9026	5.35	0.1824	3.74	0.70	0.0757	3.83	1080	40	1082	58	1086	42	1

1. Sample and standard are corrected after Pb and Hg blanks

2. $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ and $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ are corrected after common Pb presence. Common Pb assuming $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ $^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$ concordant age

3. $^{235}\text{U} = 1/137.88 \cdot \text{U}_{\text{total}}$

4. Standard GJ-1

5. $\text{Th}/\text{U} = ^{232}\text{Th}/^{238}\text{U} \cdot 0.992743$

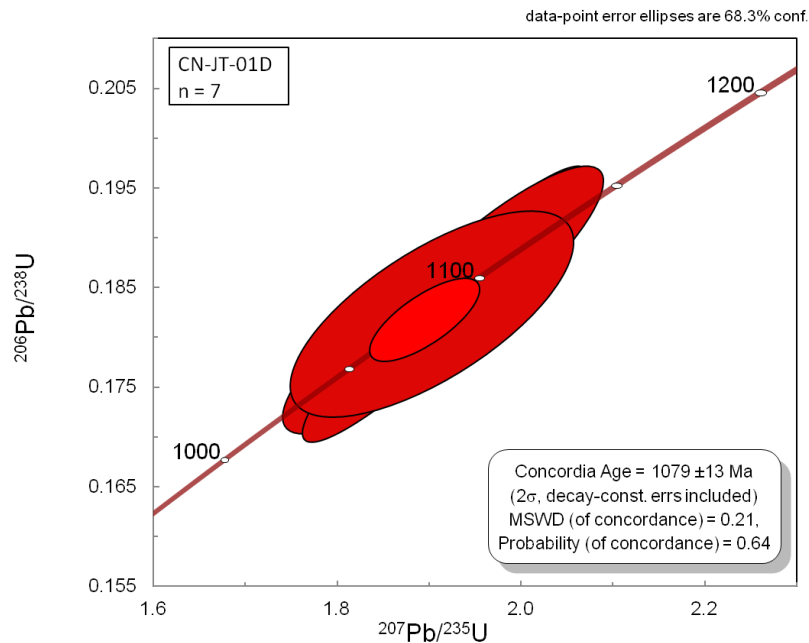
6. All errors in the table are calculated 1 sigma (% for isotope ratios, absolute for ages)

Legenda: as linhas em destaque na cor cinza são dos grãos utilizados para construir o diagrama de concórdia.

Fonte: A autora, 2016.

Dos 18 *spots* analisados, 7 foram utilizados para construir o diagrama de concórdia (Figura 28). A idade de cristalização obtida para esta amostra do Maciço Jatuarana é de 1079 ± 13 Ma.

Figura 28- Diagrama concórdia para a amostra de biotita granito CN-JT-01D, do Maciço Jatuarana, Suíte Intrusiva Santa Clara.



Legenda: a idade obtida foi de 1079±13 Ma no intercepto superior e é interpretada como idade de cristalização para esta amostra.

Fonte: A autora, 2016.

A amostra CN-JT-05B teve um total de 26 *spots* analisados (Tabela 8), dos quais apenas 3 foram utilizados na geração do diagrama de concórdia. Os valores da razão Th/U estão entre 0,58 e 1,63 e os valores de discordância dos *spots* usados na concórdia vão de -2 a 3. A idade de cristalização obtida para esta amostra do Maciço Jatuarana foi de 1183±17 Ma.

Tabela 8 - Dados isotópicos U-Th-Pb LA-ICP-MS da amostra CN-JT-05B, obtidos no Multilab (UERJ).

Spot number	f_{206}^a	Pb ppm	Th ppm	U ppm	Th/U ^b	Isotope ratios ^c						Ages (Ma)				% Disc ^f			
						$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$ [%]	$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ [%]	Rho ^d	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}^e$ [%]	$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ I s abs	$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$ I s abs	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ I s abs	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ I s abs						
CNJT-05B_002A	0.0010	55	61	244	0.25	2.4310	3.52	0.2280	3.09	0.88	0.0773	1.69	1324	41	6459	227	1130	19	-17
CNJT-05B_003A	0.0011	54	58	225	0.26	2.1227	5.24	0.1984	4.59	0.88	0.0776	2.53	1167	54	6275	329	1136	29	-3
CNJT-05B_004A	0.0009	56	150	247	0.61	2.1307	5.20	0.1995	4.83	0.93	0.0775	1.93	1173	57	6280	327	1133	22	-3
CNJT-05B_005A	0.0028	54	142	256	0.56	2.1438	4.08	0.2042	2.26	0.55	0.0762	3.39	1198	27	6289	256	1099	37	-9
CNJT-05B_006A	0.0008	31	44	146	0.30	2.1386	1.75	0.2027	1.50	0.86	0.0765	0.90	1190	18	6285	110	1109	10	-7
CNJT-05B_007A	0.0006	26	68	70	0.98	2.1175	2.52	0.2008	2.24	0.89	0.0765	1.15	1179	26	6272	158	1108	13	-6
CNJT-05B_008A	0.0005	23	206	96	2.14	1.5722	3.23	0.1331	2.98	0.92	0.0856	1.24	806	24	5866	189	1330	16	39
CNJT-05B_009A	0.0324	24	41	107	0.38	2.4456	52.34	0.2043	50.29	0.96	0.0868	14.53	1198	603	6467	3385	1357	197	12
CNJT-05B_004B	0.0017	37	72	170	0.42	2.1008	6.64	0.1944	5.53	0.83	0.0784	3.67	1145	63	1149	76	1156	42	1
CNJT-05B_005B	0.0028	23	64	63	1.03	2.1006	1.94	0.2003	1.54	0.79	0.0761	1.17	1177	18	1149	22	1096	13	-7
CNJT-05B_006B	0.0619	18	27	71	0.38	0.4040	488.42	0.0247	487.36	1.00	0.1188	32.20	157	765	345	1683	1938	624	92
CNJT-05B_007B	0.0032	31	38	140	0.27	2.6497	3.65	0.2427	2.26	0.62	0.0792	2.87	1401	32	1315	48	1176	34	-19
CNJT-05B_008B	0.0004	6	17	22	0.80	2.1174	6.70	0.1982	6.44	0.96	0.0775	1.87	1166	75	1154	77	1133	21	-3
CNJT-05B_009B	0.0016	14	17	68	0.25	4.3619	72.93	0.2174	3.98	0.05	0.1455	72.82	1268	51	1705	1244	2294	1670	45
CNJT-05B_001C	0.2158	1	3	10	0.27	1.4289	22.11	0.1050	11.85	0.54	0.0987	18.66	644	76	901	199	1599	298	60
CNJT-05B_002C	0.0014	12	95	43	2.21	2.5689	7.26	0.2034	5.96	0.82	0.0916	4.15	1193	71	1292	94	1459	60	18
CNJT-05B_003C	0.0017	19	50	71	0.70	2.2191	2.11	0.2104	1.81	0.86	0.0765	1.08	1231	22	1187	25	1108	12	-11
CNJT-05B_004C	0.0026	17	69	66	1.05	2.1844	4.38	0.2026	3.94	0.90	0.0782	1.91	1189	47	1176	51	1152	22	-3
CNJT-05B_005C	0.0020	22	55	84	0.66	2.2703	3.01	0.2023	2.32	0.77	0.0814	1.91	1188	28	1203	36	1231	23	3
CNJT-05B_006C	0.0026	30	85	146	0.58	2.1434	2.09	0.1995	1.14	0.55	0.0779	1.75	1173	13	1163	24	1144	20	-2
CNJT-05B_007C	0.0015	26	89	129	0.69	2.0405	4.76	0.1922	4.57	0.96	0.0770	1.32	1133	52	1129	54	1121	15	-1
CNJT-05B_008C	0.0021	23	100	103	0.97	1.9982	5.86	0.1873	5.64	0.96	0.0774	1.57	1107	62	1115	65	1131	18	2
CNJT-05B_009C	0.0013	31	170	104	1.63	2.2472	2.75	0.2047	1.47	0.53	0.0796	2.32	1201	18	1196	33	1187	28	-1

1. Sample and standard are corrected after Pb and Hg blanks

2. $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ and $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ are corrected after common Pb presence. Common Pb assuming $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U} = ^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$ concordant age

3. $^{235}\text{U} = 1/137.88 \cdot \text{U}_{\text{total}}$

4. Standard GJ-1

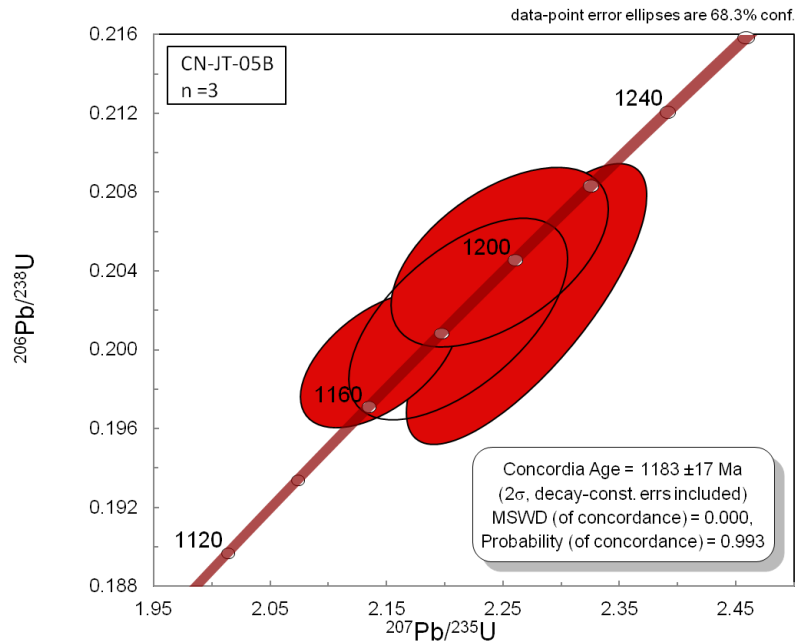
5. $\text{Th}/\text{U} = ^{232}\text{Th}/^{238}\text{U} \cdot 0.992743$

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

Legenda: as linhas em destaque na cor cinza são dos grãos utilizados para construir o diagrama de concórdia.

Fonte: A autora, 2016.

Figura 29 - Diagrama concórdia para a amostra de biotita granito CN-JT-05B, do Maciço Jatuarana, Suíte Intrusiva Santa Clara.



Legenda: a idade obtida foi de 1183 ± 17 Ma no intercepto superior e é interpretada como idade de cristalização para esta amostra.

Fonte: A autora, 2016.

A terceira e última amostra do Maciço Jatuarana analisada para esta tese corresponde à CN-JT-06. No total, 26 *spots* foram analisados (Tabela 9), dentre os quais 11 foram usados a fim de gerar a concórdia apresentada na Figura 30. Os valores da razão Th/U variam entre 0,36 e 1,56, e a discordância fica entre -4 e 4%. A idade de cristalização obtida para esta amostra foi de 1165 ± 11 Ma, o que a coloca como uma das amostras com idades de cristalização mais antigas da Suíte Intrusiva Santa Clara analisadas neste estudo.

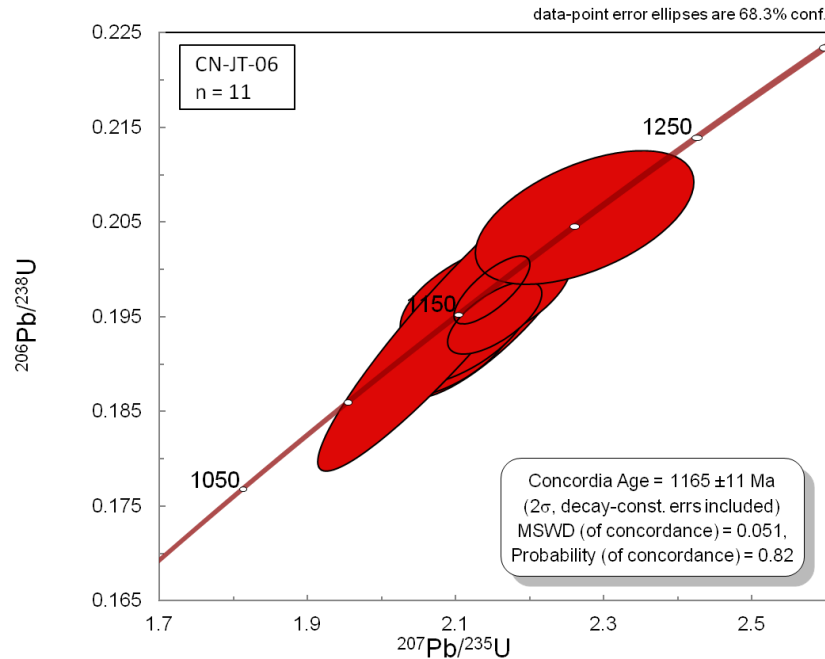
Tabela 9 - Dados isotópicos U-Th-Pb LA-ICP-MS da amostra CN-JT-06, obtidos no Multilab (UERJ).

Spot number	f_{206}^a	Pb ppm	Th ppm	U ppm	Th/U ^b	Isotope ratios ^c						Ages (Ma)						% Disc.	
						$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$	1 s [%]	$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$	1 s [%]	Rho ^d	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}^e$	1 s [%]	$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$	1 s abs	$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$	1 s abs	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$		1 s abs
CNJT-06_001A	0.0019	10	42	39	1.07	2.1662	2.34	0.2020	1.90	0.81	0.0778	1.37	1186	23	1170	27	1141	16	-4
CNJT-06_002A	0.0055	11	52	44	1.18	2.2276	2.37	0.2050	2.04	0.86	0.0788	1.20	1202	25	1190	28	1168	14	-3
CNJT-06_003A	0.0099	12	46	46	0.99	2.7347	8.58	0.2225	2.98	0.35	0.0891	8.05	1295	39	1338	115	1407	113	8
CNJT-06_004A	0.0055	9	34	36	0.96	2.1484	3.61	0.1955	3.02	0.84	0.0797	1.98	1151	35	1165	42	1190	24	3
CNJT-06_005A	0.0020	9	31	31	0.99	2.1894	3.99	0.1994	3.64	0.91	0.0796	1.63	1172	43	1178	47	1188	19	1
CNJT-06_006A	0.0054	11	60	39	1.56	2.1405	3.57	0.1972	1.97	0.55	0.0787	2.98	1160	23	1162	41	1165	35	0
CNJT-06_007A	0.0084	7	33	26	1.30	2.0966	2.66	0.1917	1.73	0.65	0.0793	2.02	1131	20	1148	31	1180	24	4
CNJT-06_008A	0.0053	12	48	49	0.97	2.1670	2.00	0.2024	1.55	0.77	0.0776	1.26	1188	18	1171	23	1138	14	-4
CNJT-06_009A	0.0049	5	24	20	1.18	2.0007	4.69	0.1817	4.32	0.92	0.0799	1.82	1076	47	1116	52	1193	22	10
CNJT-06_010A	0.0040	5	21	20	1.03	2.0532	3.10	0.1882	2.20	0.71	0.0791	2.19	1112	24	1133	35	1175	26	5
CNJT-06_011A	0.0089	7	30	26	1.17	2.1748	2.43	0.1955	1.51	0.62	0.0807	1.91	1151	17	1173	29	1214	23	5
CNJT-06_012A	0.0144	35	72	125	0.58	2.9851	9.94	0.2323	1.13	0.11	0.0932	9.88	1347	15	1404	140	1492	147	10
CNJT-06_013A	0.0039	28	77	125	0.62	2.1035	3.02	0.1932	1.87	0.62	0.0789	2.38	1139	21	1150	35	1171	28	3
CNJT-06_001B	0.0027	25	134	101	1.32	2.0699	3.54	0.1884	2.30	0.65	0.0797	2.70	1113	26	1139	40	1189	32	6
CNJT-06_003B	0.0021	29	45	125	0.36	2.0930	5.66	0.1944	5.30	0.94	0.0781	1.99	1145	61	1147	65	1149	23	0
CNJT-06_004B	0.0051	14	62	52	1.19	2.1528	1.95	0.1950	1.30	0.67	0.0801	1.46	1148	15	1166	23	1199	17	4
CNJT-06_005B	0.0035	16	83	62	1.32	2.2743	4.28	0.2055	2.27	0.53	0.0803	3.63	1205	27	1204	52	1203	44	0
CNJT-06_006B	0.0101	7	27	28	0.98	2.2981	6.14	0.1839	4.09	0.66	0.0906	4.59	1088	44	1212	74	1439	66	24
CNJT-06_007B	0.0079	9	45	35	1.28	2.0984	4.44	0.1828	2.38	0.54	0.0832	3.74	1082	26	1148	51	1275	48	15
CNJT-06_008B	0.0045	7	28	30	0.93	2.1315	3.33	0.1830	2.26	0.68	0.0845	2.45	1083	24	1159	39	1304	32	17
CNJT-06_009B	0.0055	14	70	52	1.36	1.9829	3.21	0.1764	2.18	0.68	0.0815	2.35	1047	23	1110	36	1234	29	15
CN-JT-06_010B	0.0035	9	36	34	1.07	2.1320	4.27	0.1908	3.40	0.79	0.0810	2.59	1126	38	1159	50	1223	32	8
CN-JT-06_011B	0.0041	17	76	59	1.30	2.0017	5.20	0.1824	4.64	0.89	0.0796	2.35	1080	50	1116	58	1187	28	9
CN-JT-06_012B	0.0037	8	34	29	1.17	2.1871	5.60	0.1949	5.31	0.95	0.0814	1.80	1148	61	1177	66	1231	22	7
CN-JT-06_013B	0.0041	17	99	61	1.62	2.0390	2.88	0.1875	2.36	0.82	0.0789	1.65	1108	26	1129	33	1168	19	5

1. Sample and standard are corrected after Pb and Hg blanks
2. $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ and $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ are corrected after common Pb presence. Common Pb assuming $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ $^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$ concordant age
3. $^{235}\text{U} = 1/137.88 \cdot \text{U}_{\text{total}}$
4. Standard GJ-1
5. $\text{Th}/\text{U} = ^{232}\text{Th}/^{238}\text{U} \cdot 0.992743$
6. All errors in the table are calculated 1 sigma (% for isotope ratios, absolute for ages)

Legenda: as linhas em destaque na cor cinza são dos grãos utilizados para construir o diagrama de concórdia.
Fonte: A autora, 2016.

Figura 30 - Diagrama concórdia para a amostra de biotita granito CN-JT-06, do Maciço Jatuarana, Suíte Intrusiva Santa Clara.



Legenda: a idade obtida foi de 1165 ± 11 Ma no intercepto superior e é interpretada como idade de cristalização para esta amostra.

Fonte: A autora, 2016.

Duas amostras do Maciço Retiro foram analisadas. Na amostra CN-RT-03B, 18 *spots* foram analisados (Tabela 10), dos quais 13 foram usados na geração do diagrama de concórdia (Figura 31). Os grãos exibem discordância entre -3 e 3% e razões Th/U variando entre 0,63 e 1,04. A idade de cristalização obtida para esta amostra é de 1084 ± 7 Ma.

Tabela 10 - Dados isotópicos U-Th-Pb LA-ICP-MS da amostra CN-RT-13B, obtidos no Multilab (UERJ). As linhas em destaque na cor cinza são dos grãos utilizados para construir o diagrama de concórdia.

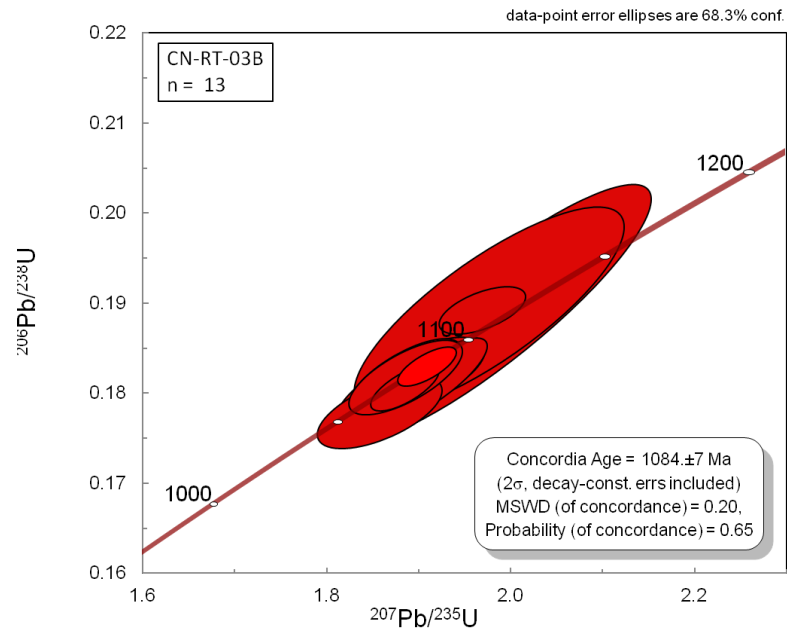
Spot number	f_{206}^a	Pb ppm	Th ppm	U ppm	Th/U ^b	Isotope ratios ^c						Ages (Ma)						% Disc ^f	
						²⁰⁷ Pb/ ²³⁵ U	1 s [%]	²⁰⁶ Pb/ ²³⁸ U	1 s [%]	Rho ^d	²⁰⁷ Pb/ ²⁰⁶ Pb ^e	1 s [%]	²⁰⁶ Pb/ ²³⁸ U	1 s abs	²⁰⁷ Pb/ ²³⁵ U	1 s abs	²⁰⁷ Pb/ ²⁰⁶ Pb		1 s abs
CNRT 3B_001A	0.0011	18	74	77	0.96	2.0365	1.67	0.1963	0.98	0.59	0.0752	1.35	1155	11	1128	19	1075	15	-7
CNRT 3B_002A	0.0020	18	68	73	0.93	2.1262	3.96	0.1923	1.86	0.47	0.0802	3.50	1134	21	1157	46	1201	42	6
CNRT 3B_003A	0.0039	5	17	20	0.84	1.9536	3.86	0.1886	3.27	0.85	0.0751	2.05	1114	36	1100	42	1072	22	-4
CNRT 3B_004A	0.0016	32	94	148	0.63	1.9181	1.50	0.1824	0.96	0.64	0.0763	1.16	1080	10	1087	16	1102	13	2
CNRT 3B_005A	0.0012	29	113	124	0.91	1.9525	2.78	0.1878	2.49	0.90	0.0754	1.23	1109	28	1099	31	1080	13	-3
CNRT 3B_006A	0.0015	25	87	108	0.81	1.9703	3.34	0.1887	3.11	0.93	0.0757	1.22	1114	35	1105	37	1088	13	-2
CNRT 3B_007A	0.0011	34	146	144	1.01	1.9847	5.64	0.1890	4.99	0.89	0.0762	2.62	1116	56	1110	63	1100	29	-1
CNRT 3B_008A	0.0010	6	18	24	0.77	1.9781	4.91	0.1894	3.95	0.81	0.0758	2.91	1118	44	1108	54	1089	32	-3
CNRT 3B_009A	0.0006	16	75	81	0.93	1.9063	2.32	0.1823	1.45	0.63	0.0758	1.81	1080	16	1083	25	1091	20	1
CNRT 3B_001B	0.0008	42	129	201	0.64	1.9704	1.57	0.1892	0.91	0.58	0.0755	1.29	1117	10	1105	17	1082	14	-3
CNRT 3B_002B	0.0008	12	45	56	0.81	1.8638	2.31	0.1774	1.30	0.56	0.0762	1.91	1053	14	1068	25	1100	21	4
CNRT 3B_003B	0.0007	14	54	63	0.85	1.8690	2.04	0.1804	1.50	0.73	0.0751	1.39	1069	16	1070	22	1072	15	0
CNRT 3B_004B	0.0017	65	282	271	1.04	1.9139	2.13	0.1814	1.74	0.81	0.0765	1.24	1075	19	1086	23	1108	14	3
CNRT 3B_005B	0.0010	31	126	135	0.93	1.8588	2.42	0.1779	1.48	0.61	0.0758	1.91	1056	16	1067	26	1089	21	3
CNRT 3B_006B	0.0005	3	9	11	0.86	2.4297	11.39	0.2074	5.68	0.50	0.0850	9.87	1215	69	1251	143	1315	130	8
CNRT 3B_007B	0.0019	15	58	66	0.88	1.8862	2.12	0.1820	1.51	0.71	0.0752	1.49	1078	16	1076	23	1073	16	0
CNRT 3B_008B	0.0014	15	59	67	0.87	1.8868	2.16	0.1818	1.51	0.70	0.0753	1.54	1077	16	1076	23	1076	17	0
CNRT 3B_009B	0.0008	72	147	353	0.42	1.8861	1.30	0.1807	0.94	0.72	0.0757	0.91	1071	10	1076	14	1087	10	2

1. Sample and standard are corrected after Pb and Hg blanks
2. ²⁰⁷Pb/²⁰⁶Pb and ²⁰⁶Pb/²³⁸U are corrected after common Pb presence. Common Pb assuming ²⁰⁶Pb/²³⁸U = ²⁰⁷Pb/²³⁵U concordant age
3. ²³⁵U = 1/137.88 * U_{total}
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)

Legenda: as linhas em destaque na cor cinza são dos grãos utilizados para construir o diagrama de concórdia.

Fonte: A autora, 2016.

Figura 31 - Diagrama concórdia para a amostra de biotita granito CN-RT-03B, do Maciço Retiro, Suíte Intrusiva Santa Clara.



Legenda: a idade obtida foi de 1084±7 Ma no intercepto superior e é interpretada como idade de cristalização para esta amostra.

Fonte: A autora, 2016.

Na amostra CN-RT-13B, foram analisados 18 *spots* (Tabela 11), dos quais 9 foram usados para gerar o diagrama de concórdia (Figura 32). Estes grãos têm discordância entre -2 e 1% e os valores da razão Th/U para a amostra variam entre 0,61 e 1,16. A idade de cristalização obtida para a amostra CN-RT-13B é de 1107±18 Ma.

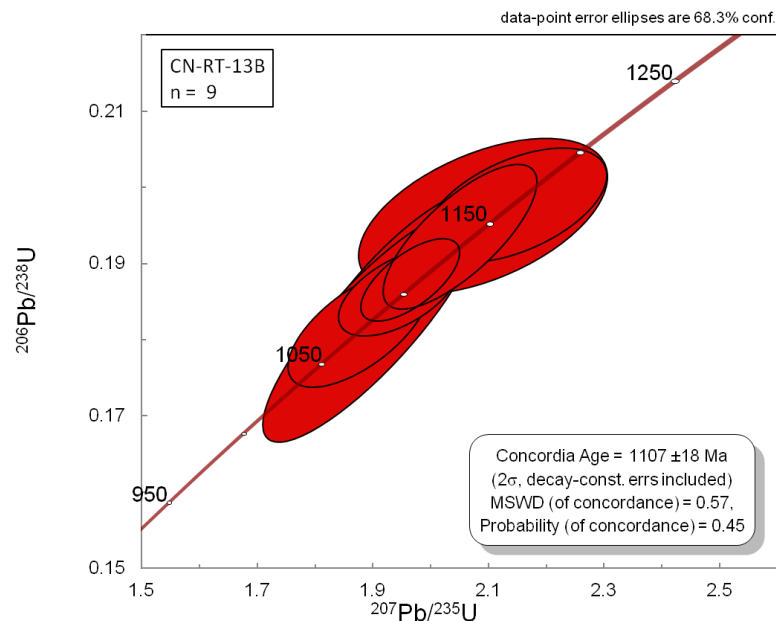
Tabela 11 - Dados isotópicos U-Th-Pb LA-ICP-MS da amostra CN-RT-13B, obtidos no Multilab (UERJ).

Spot number	f_{206}^a	Pb ppm	Th ppm	U ppm	Th/U ^b	Isotope ratios ^c						Ages (Ma)						% Conc ^f	
						$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$	1 s [%]	$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$	1 s [%]	Rho ^d	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}^e$	1 s [%]	$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$	1 s abs	$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$	1 s abs	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$		1 s abs
CNRT13B_001A	0.0025	6	26	27	0.98	2.0922	6.79	0.1963	3.44	0.51	0.0773	5.86	1155	40	1146	78	1129	66	-2
CNRT13B_002A	0.0005	4	13	16	0.81	1.9385	6.15	0.1869	4.85	0.79	0.0752	3.77	1105	54	1094	67	1075	41	-3
CNRT13B_003A	0.0004	3	14	14	1.04	2.0407	5.19	0.1959	3.74	0.72	0.0756	3.60	1153	43	1129	59	1083	39	-6
CNRT13B_004A	0.0006	4	15	17	0.87	2.0362	4.01	0.1963	3.43	0.86	0.0752	2.06	1155	40	1128	45	1075	22	-7
CNRT13B_005A	0.0010	4	14	17	0.80	1.9938	3.69	0.1908	2.44	0.66	0.0758	2.77	1125	27	1113	41	1090	30	-3
CNRT13B_0006A	0.0009	6	25	21	1.18	2.0376	3.46	0.1961	2.91	0.84	0.0754	1.87	1154	34	1128	39	1078	20	-7
CNRT13B_0007A	0.0008	4	15	18	0.83	1.9297	5.10	0.1878	4.00	0.78	0.0745	3.16	1110	44	1091	56	1055	33	-5
CNRT13B_008A	0.0008	5	24	21	1.16	1.9043	4.20	0.1829	2.63	0.63	0.0755	3.27	1083	29	1083	45	1082	35	0
CNRT13B_0009A	0.0006	6	15	25	0.61	1.9389	3.70	0.1864	2.46	0.67	0.0754	2.76	1102	27	1095	40	1080	30	-2
CNRT13B_001B	0.0018	6	23	26	0.89	1.9374	5.42	0.1865	4.58	0.85	0.0753	2.89	1102	51	1094	59	1077	31	-2
CNRT13B_002B	0.0004	4	18	18	1.01	1.8228	3.72	0.1751	2.44	0.66	0.0755	2.81	1040	25	1054	39	1082	30	4
CNRT13B_003B	0.0007	4	19	18	1.07	2.1502	4.81	0.1978	2.50	0.52	0.0789	4.12	1163	29	1165	56	1169	48	0
CNRT13B_004B	0.0004	2	10	11	0.91	1.8968	6.48	0.1818	5.51	0.85	0.0757	3.42	1077	59	1080	70	1086	37	1
CNRT13B_005B	0.0006	5	19	20	0.95	1.8767	4.31	0.1816	2.79	0.65	0.0750	3.28	1076	30	1073	46	1067	35	-1
CNRT13B_0006B	0.0007	5	20	20	1.00	1.9464	3.56	0.1863	2.03	0.57	0.0758	2.92	1101	22	1097	39	1089	32	-1
CNRT13B_0007B	0.0001	3	11	13	0.83	1.9693	6.75	0.1905	5.88	0.87	0.0750	3.31	1124	66	1105	75	1068	35	-5
CNRT13B_008B	0.0006	7	39	28	1.38	2.0046	4.39	0.1913	2.49	0.57	0.0760	3.62	1129	28	1117	49	1095	40	-3
CNRT13B_0009B	0.0009	4	14	20	0.69	2.0521	4.28	0.1936	3.24	0.76	0.0769	2.80	1141	37	1133	48	1118	31	-2

1. Sample and standard are corrected after Pb and Hg blanks
2. $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ and $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ are corrected after common Pb presence. Common Pb assuming $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ $^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$ concordant age
3. $^{235}\text{U} = 1/137.88 \cdot \text{Utotal}$
4. Standard GJ-1
5. $\text{Th/U} = ^{232}\text{Th}/^{238}\text{U} \cdot 0.992743$
6. All errors in the table are calculated 1 sigma (% for isotope ratios, absolute for ages)

Legenda: as linhas em destaque na cor cinza são dos grãos utilizados para construir o diagrama de concórdia.
Fonte: A autora, 2016.

Figura 32 - Diagrama concórdia para a amostra de biotita granito CN-RT-13B, do Maciço Retiro, Suíte Intrusiva Santa Clara.



Legenda: a idade obtida foi de 1107 ± 18 Ma no intercepto superior e é interpretada como idade de cristalização para esta amostra.
Fonte: A autora, 2016.

Duas amostras de biotita granitos do Maciço Jararaca, localizado na porção mais a sul da Suíte Intrusiva Santa Clara, foram datadas. Ao todo, 26 spots foram analisados na amostra (Tabela 12) e 13 resultados foram usados na geração do diagrama de concórdia apresentado na Figura 33. Os valores da razão Th/U estão em intervalo entre 0,39 e 1,59; os valores de

discordância para os grãos usados ficam entre -4 e 4%. A idade de cristalização obtida para esta amostra do Maciço Jararaca foi de 1146±8 Ma.

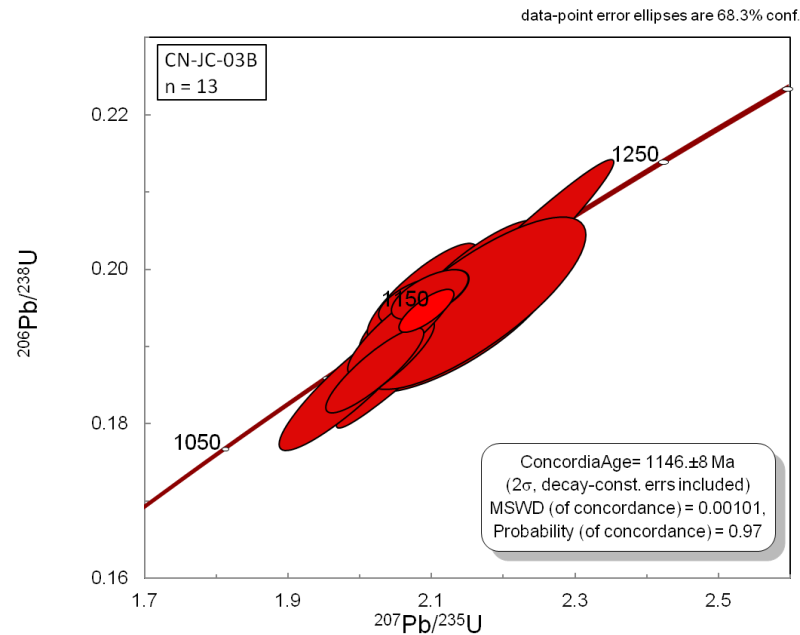
Tabela 12 - Dados isotópicos U-Th-Pb LA-ICP-MS da amostra CN-JC-03B, obtidos no Multilab (UERJ).

Spot number	f_{206}^a	Pb ppm	Th ppm	U ppm	Th/U ^b	Isotope ratios ^c					Ages (Ma)					% Conc ^f			
						$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$	1 s [%]	$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$	1 s [%]	Rho ^d	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}^e$	1 s [%]	$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$	1 s abs	$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$		1 s abs	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	1 s abs
CNJC-03B_001A	0.0046	7	11	22	0.51	3.7927	3.87	0.2816	3.08	0.80	0.0977	2.33	1600	49	1591	62	1580	37	-1
CNJC-03B_002A	0.0037	27	131	101	1.30	2.0776	2.48	0.1937	1.84	0.74	0.0778	1.66	1142	21	1141	28	1141	19	0
CNJC-03B_003A	0.0017	41	124	174	0.71	2.0884	2.43	0.1973	2.07	0.85	0.0768	1.27	1161	24	1145	28	1116	14	-4
CNJC-03B_004A	0.0036	49	156	199	0.78	2.1618	2.97	0.1990	2.47	0.83	0.0788	1.65	1170	29	1169	35	1166	19	0
CNJC-03B_005A	0.0403	37	89	140	0.64	2.9503	8.52	0.1896	3.88	0.46	0.1128	7.58	1119	43	1395	119	1846	140	39
CNJC-03B_006A	0.0055	31	197	124	1.59	2.1356	4.50	0.1938	3.28	0.73	0.0799	3.07	1142	37	1160	52	1195	37	4
CNJC-03B_007A	0.0043	33	106	145	0.73	2.1616	5.92	0.1969	5.81	0.98	0.0796	1.16	1159	67	1169	69	1187	14	2
CNJC-03B_008A	0.0670	22	49	61	0.80	6.7306	17.43	0.3693	1.42	0.08	0.1322	17.37	2026	29	2077	362	2127	370	5
CNJC-03B_009A	0.0038	50	118	303	0.39	2.1608	4.75	0.1957	3.76	0.79	0.0801	2.90	1152	43	1169	55	1199	35	4
CNJC-03B_010A	0.0163	74	207	263	0.79	5.1676	8.10	0.3190	3.19	0.39	0.1175	7.44	1785	57	1847	150	1919	143	7
CNJC-03B_011A	0.0488	22	115	64	1.80	2.5546	18.05	0.1763	4.75	0.26	0.1051	17.42	1047	50	1288	232	1716	299	39
CNJC-03B_012A	0.0180	62	179	246	0.73	3.0120	4.45	0.1980	2.91	0.65	0.1103	3.37	1164	34	1411	63	1805	61	35
CNJC-03B_013A	0.2087	2	2	9	0.22	2.8107	26.19	0.0972	14.82	0.57	0.2097	21.59	598	89	1358	356	2903	627	79
CNJC-03B_001B	0.0051	5	10	15	0.71	3.5657	3.84	0.2782	3.48	0.91	0.0930	1.62	1582	55	1542	59	1487	24	-6
CNJC-03B_002B	0.0020	25	84	102	0.82	2.1003	1.68	0.1968	1.07	0.64	0.0774	1.29	1158	12	1149	19	1132	15	-2
CNJC-03B_003B	0.0026	25	84	105	0.79	2.0336	2.31	0.1881	1.97	0.85	0.0784	1.20	1111	22	1127	26	1157	14	4
CNJC-03B_004B	0.0219	8	33	38	0.87	1.5883	22.22	0.1104	17.51	0.79	0.1043	13.68	675	118	966	215	1702	233	60
CNJC-03B_005B	0.0050	29	135	103	1.31	2.3295	2.49	0.1987	2.03	0.81	0.0850	1.45	1168	24	1221	30	1316	19	11
CNJC-03B_006B	0.0073	45	151	203	0.74	2.4565	3.55	0.2001	0.76	0.22	0.0890	3.46	1176	9	1259	45	1405	49	16
CNJC-03B_007B	0.0021	39	161	161	1.00	1.9923	3.44	0.1854	3.12	0.91	0.0779	1.45	1096	34	1113	38	1145	17	4
CNJC-03B_008B	0.0032	38	128	194	0.66	2.0783	1.63	0.1961	1.00	0.62	0.0769	1.28	1154	12	1142	19	1118	14	-3
CNJC-03B_009B	0.0016	51	197	213	0.93	2.0583	2.37	0.1923	2.04	0.86	0.0776	1.21	1134	23	1135	27	1137	14	0
CNJC-03B_010B	0.0033	5	10	15	0.71	3.5688	3.55	0.2794	3.11	0.88	0.0927	1.71	1588	49	1543	55	1481	25	-7
CNJC-03B_011B	0.0020	25	84	102	0.82	2.0988	1.69	0.1968	1.07	0.64	0.0773	1.30	1158	12	1148	19	1130	15	-2
CNJC-03B_012B	0.0026	25	84	105	0.79	2.0220	2.23	0.1870	1.94	0.87	0.0784	1.09	1105	21	1123	25	1157	13	4
CNJC-03B_013B	0.0202	8	33	38	0.87	1.4279	20.01	0.0991	14.11	0.71	0.1045	14.19	609	86	901	180	1706	242	64

1. Sample and standard are corrected after Pb and Hg blanks
2. $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ and $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ are corrected after common Pb presence. Common Pb assuming $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ - $^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$ concordant age
3. $^{235}\text{U} = 1/137.88 \cdot \text{Utotal}$
4. Standard GJ-1
5. $\text{Th}/\text{U} = ^{232}\text{Th}/^{238}\text{U} \cdot 0.992743$
6. All errors in the table are calculated 1 sigma (% for isotope ratios, absolute for ages)

Legenda: as linhas em destaque na cor cinza são dos grãos utilizados para construir o diagrama de concórdia.
Fonte: A autora, 2016.

Figura 33 - Diagrama concórdia para a amostra de biotita granito CN-JC-03B, do Maciço Jararaca, Suíte Intrusiva Santa Clara.



Legenda: a idade obtida foi de 1146 ± 8 Ma no intercepto superior e é interpretada como idade de cristalização para esta amostra, idade mais antiga do que aquelas obtidas para a maioria das amostras da suíte.
 Fonte: A autora, 2016.

Para a amostra CN-JC-07B, 27 *spots* foram analisados e destes (Tabela 13), apenas 6 foram usados para gerar o diagrama de concórdia. Estes *spots* têm discordância entre -1 e 2% e valores de Th/U entre 0,66 e 1,14. A idade de cristalização obtida para esta amostra do Maciço Jararaca foi de 1138 ± 12 Ma (Figura 34), também incompatível com as idades U-Pb disponíveis para esta suíte na literatura.

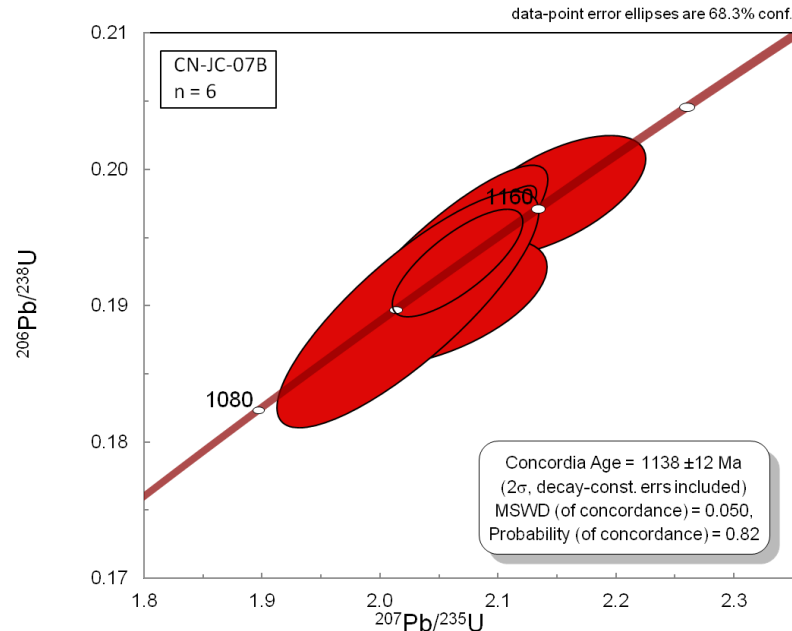
Tabela 13 - Dados isotópicos U-Th-Pb LA-ICP-MS da amostra CN-JC-07B, obtidos no Multilab (UERJ).

Spot number	f_{206}^a	Pb ppm	Th ppm	U ppm	Th/U ^b	Isotope ratios ^c						Ages (Ma)						% Conc ^d	
						²⁰⁷ Pb/ ²³⁵ U	1 s	²⁰⁶ Pb/ ²³⁸ U	1 s	Rho ^d	²⁰⁷ Pb/ ²⁰⁶ Pb ^e	1 s	²⁰⁶ Pb/ ²³⁸ U	1 s	²⁰⁷ Pb/ ²³⁵ U	1 s	²⁰⁷ Pb/ ²⁰⁶ Pb		1 s
CNJC 7B_001A	0.0064	43	347	188	1.84	2.0902	2.04	0.1920	1.59	0.78	0.0790	1.27	1132	18	1146	23	1171	15	3
CNJC 7B_002A	0.0233	56	282	227	1.24	2.6281	5.75	0.2084	4.43	0.77	0.0915	3.67	1220	54	1309	75	1457	53	16
CNJC 7B_003A	0.0049	63	294	243	1.21	2.5243	2.95	0.2163	1.30	0.44	0.0846	2.65	1262	16	1279	38	1307	35	3
CNJC 7B_004A	0.0037	62	161	243	0.66	2.1480	2.39	0.1981	1.47	0.61	0.0786	1.89	1165	17	1164	28	1163	22	0
CNJC 7B_005A	0.0032	35	129	154	0.84	2.0476	1.77	0.1924	1.11	0.63	0.0772	1.38	1135	13	1131	20	1126	16	-1
CNJC 7B_006A	0.0127	39	174	178	0.98	2.1321	3.49	0.1859	1.38	0.40	0.0832	3.20	1099	15	1159	40	1274	41	14
CNJC 7B_007A	0.0022	32	120	142	0.84	2.0726	1.24	0.1859	0.69	0.56	0.0808	1.03	1099	8	1140	14	1218	13	10
CNJC 7B_008A	0.0015	38	138	171	0.81	2.0515	2.91	0.1903	1.61	0.56	0.0782	2.42	1123	18	1133	33	1151	28	2
CNJC 7B_009A	0.0062	44	174	193	0.90	2.0293	2.31	0.1835	1.47	0.64	0.0802	1.78	1086	16	1125	26	1202	21	10
CNJC 7B_001B	0.0017	29	128	112	1.14	2.0503	2.98	0.1928	2.56	0.86	0.0771	1.52	1137	29	1132	34	1124	17	-1
CNJC 7B_002B	0.0130	56	198	250	0.79	2.1803	6.51	0.1743	4.38	0.67	0.0907	4.81	1036	45	1175	76	1440	69	28
CNJC 7B_003B	0.0033	36	137	134	1.02	2.5178	6.72	0.2183	2.61	0.39	0.0836	6.19	1273	33	1277	86	1284	79	1
CNJC 7B_004B	0.0079	63	252	271	0.93	2.1322	2.26	0.1888	1.57	0.70	0.0819	1.62	1115	18	1159	26	1243	20	10
CNJC 7B_005B	0.0046	64	239	262	0.91	2.0691	2.05	0.1934	1.86	0.91	0.0776	0.84	1140	21	1139	23	1137	10	0
CNJC 7B_006B	0.0051	88	241	365	0.66	2.5364	6.07	0.2135	5.46	0.90	0.0862	2.65	1248	68	1283	78	1342	35	7
CNJC 7B_007B	0.0697	16	75	91	0.82	1.4854	11.92	0.1239	7.52	0.63	0.0870	9.25	753	57	924	110	1360	126	45
CNJC 7B_008B	0.0209	36	146	137	1.07	2.9768	37.28	0.1832	4.04	0.11	0.1179	37.06	1084	44	1402	523	1924	713	44
CNJC 7B_009B	0.0028	40	161	185	0.87	2.1237	2.55	0.1913	1.49	0.59	0.0805	2.07	1128	17	1157	29	1209	25	7
CNJC 7B_001C	0.0025	31	140	145	0.97	2.2404	4.97	0.1977	4.35	0.88	0.0822	2.40	1163	51	1194	59	1250	30	7
CNJC 7B_002C	0.0056	15	74	58	1.29	1.8982	2.63	0.1786	2.09	0.79	0.0771	1.61	1059	22	1080	28	1124	18	6
CNJC 7B_003C	0.0044	18	77	80	0.96	2.0240	3.63	0.1898	3.01	0.83	0.0774	2.02	1120	34	1124	41	1130	23	1
CNJC 7B_004C	0.0028	16	37	67	0.55	1.7824	2.66	0.1704	2.26	0.85	0.0759	1.39	1014	23	1039	28	1092	15	7
CNJC 7B_005C	0.0036	21	71	89	0.80	2.0715	1.61	0.1970	1.20	0.74	0.0763	1.08	1159	14	1139	18	1102	12	-5
CNJC 7B_006C	0.0038	13	48	55	0.86	2.0047	1.95	0.1915	1.38	0.71	0.0759	1.38	1130	16	1117	22	1093	15	-3
CNJC 7B_007C	0.0027	5	21	19	1.15	2.2355	6.03	0.2065	3.20	0.53	0.0785	5.11	1210	39	1192	72	1160	59	-4
CNJC 7B_008C	0.0026	24	101	80	1.26	1.9459	6.29	0.1853	6.07	0.96	0.0762	1.69	1096	66	1097	69	1100	19	0
CNJC 7B_009C	0.0039	28	141	120	1.17	1.9485	2.79	0.1841	2.50	0.90	0.0767	1.23	1090	27	1096	31	1115	14	2

1. Sample and standard are corrected after Pb and Hg blanks
2. ²⁰⁷Pb/²⁰⁶Pb and ²⁰⁶Pb/²³⁸U are corrected after common Pb presence. Common Pb assuming ²⁰⁶Pb/²³⁸U ²⁰⁷Pb/²³⁵U concordant age
3. ²³⁵U = 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)

Legenda: as linhas em destaque na cor cinza são dos grãos utilizados para construir o diagrama de concórdia.
Fonte: A autora, 2016.

Figura 34 - Diagrama concórdia para a amostra de biotita granito CN-JC-07B, do Maciço Jararaca, Suíte Intrusiva Santa Clara.



Legenda: a idade obtida foi de 1138±12 Ma no intercepto superior e é interpretada como idade de cristalização para esta amostra.

Fonte: A autora, 2016.

A amostra CN-MG-05C, única representante do Maciço Manteiga, teve um total de 18 spots analisados (Tabela 14), dos quais apenas 4 foram usados para gerar o diagrama de

concordia. Estes *spots* exibem discordância variando entre -1 e 1% e valores de razão Th/U entre 0,74 e 1,01. A idade de cristalização para esta amostra é de 1075±9 Ma (Figura 35).

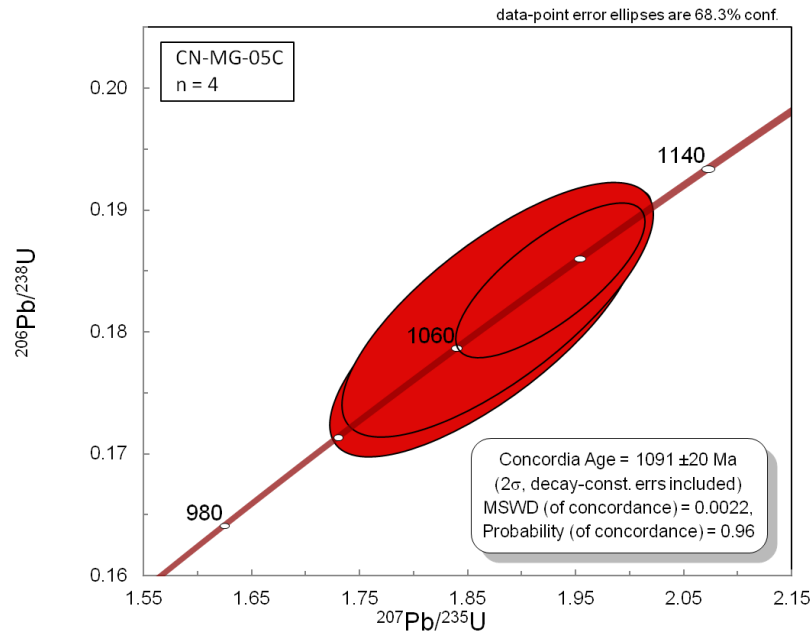
Tabela 14 - Dados isotópicos U-Th-Pb LA-ICP-MS da amostra CN-MG-05C, obtidos no Multilab (UERJ).

Spot number	f_{206}^a	Pb ppm	Th ppm	U ppm	Th/U ^b	Isotope ratios ^c						Ages (Ma)						% Disc ^f	
						²⁰⁷ Pb/ ²³⁵ U	1 s [%]	²⁰⁶ Pb/ ²³⁸ U	1 s [%]	Rho ^d	²⁰⁷ Pb/ ²⁰⁶ Pb ^e	1 s [%]	²⁰⁶ Pb/ ²³⁸ U	1 s abs	²⁰⁷ Pb/ ²³⁵ U	1 s abs	²⁰⁷ Pb/ ²⁰⁶ Pb		1 s abs
CNMG-05C_001A	0.0020	17	74	69	1.07	1.9701	1.65	0.1892	0.83	0.50	0.0755	1.43	1117	9	1105	18	1082	15	-3
CNMG-05C_002A	0.0012	21	72	97	0.74	1.9317	2.33	0.1837	1.73	0.74	0.0762	1.57	1087	19	1092	25	1101	17	-1
CNMG-05C_003A	0.0014	20	82	84	0.98	1.9881	2.05	0.1918	1.35	0.66	0.0752	1.55	1131	15	1111	23	1074	17	-5
CNMG-05C_004A	0.0032	22	90	94	0.96	2.1998	1.86	0.2115	1.41	0.76	0.0754	1.21	1237	17	1181	22	1080	13	-15
CNMG-05C_005A	0.0007	44	149	182	0.82	2.0160	2.17	0.1942	1.84	0.85	0.0753	1.15	1144	21	1121	24	1076	12	-6
CNMG-05C_006A	0.0016	31	144	142	1.01	1.9512	2.34	0.1865	1.83	0.78	0.0759	1.47	1103	20	1099	26	1091	16	-1
CNMG-05C_007A	0.0014	19	70	81	0.87	1.9489	1.93	0.1876	0.98	0.51	0.0753	1.67	1109	11	1098	21	1077	18	-3
CNMG-05C_008A	0.0081	8	12	26	0.46	2.7825	5.00	0.2356	4.45	0.89	0.0857	2.29	1364	61	1351	68	1331	31	-2
CNMG-05C_009A	0.0009	42	166	179	0.93	1.9527	1.75	0.1884	1.27	0.73	0.0752	1.20	1112	14	1099	19	1074	13	-4
CNMG-05C_001B	0.0023	11	43	50	0.86	1.8654	5.05	0.1801	3.77	0.75	0.0751	3.37	1067	40	1069	54	1072	36	0
CNMG-05C_002B	0.0011	27	115	118	0.97	1.8152	5.68	0.1760	4.70	0.83	0.0748	3.20	1045	49	1051	60	1063	34	2
CNMG-05C_003B	0.0016	22	81	101	0.80	1.8786	5.06	0.1819	3.79	0.75	0.0749	3.36	1077	41	1074	54	1066	36	-1
CNMG-05C_004B	0.0098	3	11	13	0.87	1.9385	6.63	0.1873	5.35	0.81	0.0751	3.91	1107	59	1094	73	1070	42	-3
CNMG-05C_005B	0.0052	6	22	27	0.82	1.8960	5.27	0.1846	3.99	0.76	0.0745	3.44	1092	44	1080	57	1055	36	-4
CNMG-05C_006B	0.0016	18	57	82	0.70	1.9760	4.97	0.1916	3.68	0.74	0.0748	3.34	1130	42	1107	55	1063	35	-6
CNMG-05C_007B	0.0013	30	118	126	0.93	1.9913	4.77	0.1928	3.51	0.74	0.0749	3.22	1137	40	1113	53	1066	34	-7
CNMG-05C_008B	0.0062	7	35	27	1.32	1.9826	5.20	0.1935	3.90	0.75	0.0743	3.44	1140	44	1110	58	1050	36	-9
CNMG-05C_009B	0.0017	24	97	106	0.92	1.7662	5.37	0.1702	4.16	0.78	0.0753	3.39	1013	42	1033	55	1075	36	6

1. Sample and standard are corrected after Pb and Hg blanks
2. ²⁰⁷Pb/²⁰⁶Pb and ²⁰⁶Pb/²³⁸U are corrected after common Pb presence. Common Pb assuming ²⁰⁶Pb/²³⁸U ²⁰⁷Pb/²³⁵U concordant age
3. ²³⁵U = 1/137.88*²³⁸U
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)

Legenda: as linhas em destaque na cor cinza são dos grãos utilizados para construir o diagrama de concordia.
 Fonte: A autora, 2016.

Figura 35 - Diagrama concordia para a amostra de biotita granito CN-MG-05C, do Maciço Manteiga, Suíte Intrusiva Santa Clara.



Legenda: a idade obtida foi de 1091±20 Ma no intercepto superior e é interpretada como idade de cristalização para esta amostra.

Fonte: A autora, 2016.

5.3 Apresentação e Interpretação dos dados de Lu-Hf

Para estudos de geoquímica isotópica Lu-Hf, seis das onze amostras analisadas por U-Pb LA-ICP-MS foram escolhidas. Estes estudos têm como objetivos principais a caracterização de fontes geradoras das rochas analisadas através de dados de ϵ_{Hf} e a obtenção de idades mínimas de extração mantélica (T_{DM}). Duas amostras de anfibólio-biotita quartzo-monzonitos (CN-MT-03C e CN-MT-06C) e cinco amostras de biotita granitos (CN-MT-08B, CN-JT-01D, CN-JC-07B, CN-JC-03B e CN-RT-13B) foram analisadas.

Distintos grãos de zircão de ambas as amostras de quartzo-monzonitos exibem valores de ϵ_{Hf} positivos e negativos, sugerindo participação de uma fonte juvenil na geração destas rochas (Tabela 15; Figura 36). Na amostra CN-MT-03C os valores positivos variam entre 4,18 e 8,96 e na amostra CN-MT-06C entre +1,83 e +8,93. É importante ressaltar que as idades T_{DM} (T_{DM} crustal) obtidas nos grãos com valores de ϵ_{Hf} positivos são também mais jovens, variando entre 1,35 e 1,65 Ga (CN-MT-03C) e de 1,33 a 1,77 Ga (CN-MT-06C). Os valores de ϵ_{Hf} negativos variam entre -11,45 e -7,06 na amostra CN-MT-03C e entre -4,61 e -1,56 na amostra CN-MT-06C. As idades T_{DM} (T_{DM} crustal) são mais antigas do que aquelas obtidas nos grãos com ϵ_{Hf} positivos: variam entre 2,35 e 2,63 Ga na amostra CN-MT-03C e entre 1,99 e 2,18 Ga na amostra CN-MT-06C.

Tabela 15 – Dados de Lu-Hf LA-ICP-MS dos grãos de zircão das amostras de quartzo-monzonitos da Suíte Intrusiva Santa Clara.

Name	U/Pb Age (Ma)	$\pm 2s$	Sample (Present day ratios)				Chur	DM	Sample Initial Ratios				DM Model Ages (Ga)	
			$^{176}\text{Hf}/^{177}\text{Hf}$	$\pm 2SE$	$^{176}\text{Lu}/^{177}\text{Hf}$	$\pm 2SE$			$^{176}\text{Hf}/^{177}\text{Hf}$ (t)	$^{176}\text{Hf}/^{177}\text{Hf}$ (t)	$^{176}\text{Hf}/^{177}\text{Hf}$ (t)	eHf(0)	eHf(t)	$\pm 2SE$
CN-MT-03C_001A	1121	17	0.28180	9.69E-05	0.00068	2.62E-05	0.28207	0.28243	0.28179	-34.69	-10.09	5.46E-01	1.99	2.54
CN-MT-03C_002A	1121	17	0.28177	1.10E-04	0.00073	4.16E-05	0.28207	0.28243	0.28175	-36.01	-11.45	8.31E-01	2.05	2.63
CN-MT-03C_003A	1121	17	0.28187	8.74E-05	0.00090	4.73E-06	0.28207	0.28243	0.28185	-32.45	-8.01	1.66E-01	1.92	2.41
CN-MT-03C_004A	1121	17	0.28189	7.08E-05	0.00070	2.51E-05	0.28207	0.28243	0.28188	-31.65	-7.06	3.63E-01	1.88	2.35
CN-MT-03C_005A	1121	17	0.28186	9.55E-05	0.00081	9.28E-06	0.28207	0.28243	0.28184	-32.80	-8.30	2.24E-01	1.93	2.43
CN-MT-03C_006A	1121	17	0.28181	7.98E-05	0.00085	2.42E-05	0.28207	0.28243	0.28179	-34.54	-10.07	4.42E-01	2.00	2.54
CN-MT-03C_007A	1121	17	0.28180	7.70E-05	0.00080	2.58E-05	0.28207	0.28243	0.28178	-34.81	-10.31	4.90E-01	2.01	2.55
CN-MT-03C_008A	1121	17	0.28233	9.35E-05	0.00031	1.27E-06	0.28207	0.28243	0.28233	-15.96	8.96	1.75E-01	1.26	1.35
CN-MT-03C_009A	1121	17	0.28220	1.08E-04	0.00032	1.30E-06	0.28207	0.28243	0.28219	-20.72	4.18	8.24E-02	1.44	1.65
CN-MT-03C_001B	1121	17	0.28220	1.07E-04	0.00031	1.29E-06	0.28207	0.28243	0.28219	-20.69	4.22	8.28E-02	1.44	1.65
CN-MT-06C_001A	1089	14	0.28238	0.000155171	0.00157	8.44E-05	0.28209	0.28245	0.28235	-14.35	8.93	6.00E-01	1.24	1.33
CN-MT-06C_002A	1089	14	0.28216	9.26247E-05	0.00088	2.11E-05	0.28209	0.28245	0.28215	-21.94	1.83	6.78E-02	1.51	1.77
CN-MT-06C_003A	1089	14	0.28232	7.69958E-05	0.00135	8.87E-06	0.28209	0.28245	0.28230	-16.27	7.18	1.41E-01	1.31	1.44
CN-MT-06C_004A	1089	14	0.28207	6.53452E-05	0.00093	1.45E-05	0.28209	0.28245	0.28205	-25.28	-1.56	4.47E-02	1.64	1.99
CN-MT-06C_005A	1089	14	0.28229	7.02318E-05	0.00144	3.46E-05	0.28209	0.28245	0.28226	-17.55	5.83	2.17E-01	1.36	1.52
CN-MT-06C_006A	1089	14	0.28207	4.96908E-05	0.00103	2.79E-06	0.28209	0.28245	0.28205	-25.39	-1.73	2.73E-02	1.65	2.00
CN-MT-06C_007A	1089	14	0.28198	4.98033E-05	0.00082	2.25E-05	0.28209	0.28245	0.28196	-28.40	-4.61	1.86E-01	1.76	2.18
CN-MT-06C_008A	1089	14	0.28235	6.69446E-05	0.00030	1.09E-06	0.28209	0.28245	0.28234	-15.41	8.80	1.47E-01	1.24	1.34
CN-MT-06C_009A	1089	14	0.28220	6.09142E-05	0.00141	1.21E-05	0.28209	0.28245	0.28217	-20.75	2.64	5.72E-02	1.49	1.72
CN-MT-06C_001B	1089	14	0.28232	6.12139E-05	0.00039	7.44E-07	0.28209	0.28245	0.28231	-16.35	7.79	1.17E-01	1.28	1.40

Legenda: Valores de T_{DM} crustal de acordo com Goodge and Vervoort, 2006.

Fonte: A Autora, 2016.

Apesar de fazerem parte do grupo de biotita granitos, que não exibem feições de mistura magmática e hibridização em termos de aspectos de campo, petrografia e litogeoquímica, distintos grãos de zircão de três amostras também exibem valores de ϵ_{Hf}

positivos e negativos. Duas das cinco amostras analisadas mostram-se isotopicamente homogêneas. Assim, é possível que apenas uma proporção bem pequena de magma juvenil tenha participado da geração destas rochas, mas o suficiente para registrar tal heterogeneidade isotópica nas amostras analisadas. As duas amostras com todos os valores de ϵ_{Hf} negativos são a CN-MT-08B, com valores variando entre -16,81 e -1,25 (Tabela 16; Figura 36) e a amostra CN-JC-03B, com valores de ϵ_{Hf} negativos variando entre -6,71 e -3,45. As idades T_{DM} são semelhantes àquelas obtidas para os grãos com ϵ_{Hf} negativos das amostras de quartzo-monzonitos apresentadas anteriormente: entre 1,98 e 2,94 Ga.

As amostras com valores positivos e negativos de ϵ_{Hf} são representadas pelos códigos CN-JT-01D (Maciço Jatuarana), CN-JC-07B (Maciço Jararaca) e CN-RT-13B (Maciço Retiro). Grãos de zircão da amostra do Maciço Jatuarana possuem valores de ϵ_{Hf} positivos variando entre +0,55 e +2,00 e para estes grãos, as idades T_{DM} variam entre 1,76 e 1,85 Ga. Um grão de zircão da amostra do Maciço Jararaca possui valor de ϵ_{Hf} positivo de +3,08 e neste grão, a idade T_{DM} obtida foi de 1,73 Ga. Grãos de zircão da amostra do Maciço Retiro exibem valores de ϵ_{Hf} positivos entre +0,08 e +2,97 e nestes grãos as idades T_{DM} obtidas estão entre 1,72 e 1,90 Ga. Quanto aos valores de ϵ_{Hf} negativos, estes variam entre -3,31 e -0,79 em grãos da amostra do Maciço Jatuarana, com idades T_{DM} entre 1,93 e 2,09 Ga. Grãos de zircão da amostra do Maciço Jararaca exibem valores de ϵ_{Hf} entre -7,06 e -0,52 e as idades T_{DM} obtidas nestes grãos variam entre 1,96 e 2,37 Ga. Finalmente, grãos de zircão da amostra CN-RT-13B, do Maciço Retiro, tem valores de ϵ_{Hf} negativos entre -12,45 e -2,95, com idades T_{DM} entre 2,09 e 2,68 Ga.

Observando todas as análises de Lu-Hf por LA-ICP-MS em zircão fica claro que independentemente do agrupamento petrográfico e geoquímico do qual fazem parte, todas as amostras mostram dados que apontam para uma mistura entre fontes juvenil e crustal em sua geração. As exceções são as amostras CN-MT-08B e CN-JC-03B, cujo magmas teriam fontes apenas crustais, visto que seus valores de ϵ_{Hf} são todos negativos. Assim, mesmo amostras de biotita granitos homogêneos, que não exibem feições típicas de *mixing* como os *clots* máficos surmicáceos e outras características observadas e descritas no grupo de anfibólio-biotita quartzo-monzonitos (Capítulo 3) e de fato petrograficamente e em campo assemelham-se a granitos crustais mostram a participação efetiva de magma juvenil em sua geração através dos resultados isotópicos. Todos os grãos que apresentam ϵ_{Hf} positivos têm também idades T_{DM} pelo menos 180 Ma mais jovens do que aquelas obtidas em grãos com ϵ_{Hf} negativos na mesma amostra. Na amostra CN-MT-03C esta diferença é ainda mais evidente: os grãos com ϵ_{Hf} positivos chegam a ter idades T_{DM} 1000 Ma mais jovens do que as idades T_{DM} obtidas nos

grãos com ϵ_{Hf} negativos (Tabela 15).

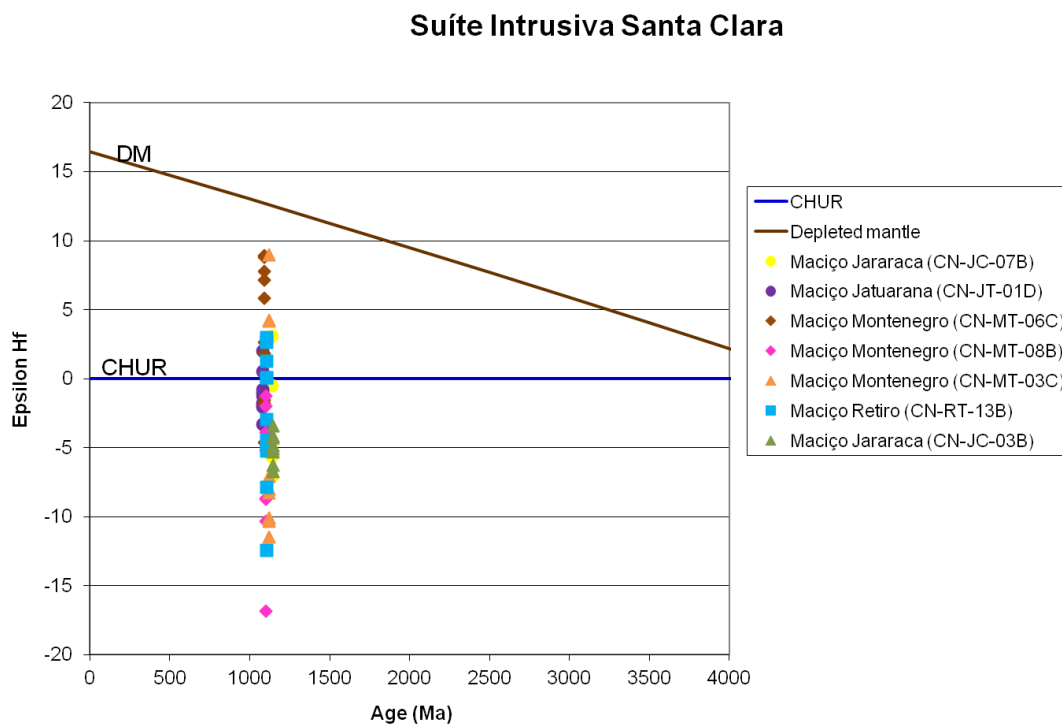
Tabela 16 – Dados de Lu-Hf LA-ICP-MS dos grãos de zircão das amostras de biotita granitos da Suíte Intrusiva Santa Clara.

Name	U/Pb Age (Ma)	$\pm 2s$	Sample (Present day ratios)			Chur		DM		Sample Initial Ratios			DM Model Ages (Ga)	
			$^{176}\text{Hf}/^{177}\text{Hf}$	$\pm 2SE$	$^{176}\text{Lu}/^{177}\text{Hf}$	$\pm 2SE$	$^{176}\text{Hf}/^{177}\text{Hf}$ (t)	$^{176}\text{Hf}/^{177}\text{Hf}$ (t)	$^{176}\text{Hf}/^{177}\text{Hf}$ (t)	eHf(0)	eHf(t)	$\pm 2SE$	TDM	TDM Crustal ^d
Maciço Montenegro (CN-MT-08B)														
CN-MT-08B_001A	1099	27	0.28207	4.84E-04	0.00062	1.15E-05	0.28209	0.28245	0.28205	-25.43	-1.25	5.62E-02	1.64	1.98
CN-MT-08B_003A	1099	27	0.28164	2.22E-04	0.00120	3.65E-05	0.28209	0.28245	0.28161	-40.52	-16.81	9.36E-01	2.25	2.94
CN-MT-08B_004A	1099	27	0.28200	1.35E-04	0.00080	3.01E-06	0.28209	0.28245	0.28198	-27.89	-3.85	1.11E-01	1.74	2.14
CN-MT-08B_005A	1099	27	0.28186	1.50E-04	0.00083	4.10E-05	0.28209	0.28245	0.28184	-32.74	-8.73	6.53E-01	1.93	2.44
CN-MT-08B_006A	1099	27	0.28186	1.91E-04	0.00059	3.56E-06	0.28209	0.28245	0.28184	-32.83	-8.66	2.71E-01	1.92	2.44
CN-MT-08B_007A	1099	27	0.28206	8.18E-05	0.00115	2.95E-06	0.28209	0.28245	0.28203	-25.79	-2.01	5.51E-02	1.67	2.02
CN-MT-08B_008A	1099	27	0.28196	1.83E-04	0.00101	2.22E-05	0.28209	0.28245	0.28194	-29.05	-5.17	2.44E-01	1.79	2.22
CN-MT-08B_009A	1099	27	0.28182	1.27E-04	0.00120	4.37E-05	0.28209	0.28245	0.28180	-34.06	-10.33	6.35E-01	2.00	2.54
CN-MT-08B_001B	1099	27	0.28197	1.07E-04	0.00057	3.16E-06	0.28209	0.28245	0.28196	-28.69	-4.49	1.37E-01	1.76	2.18
Maciço Jatuarana (CN-JT-01D)														
CN-JT-01D_001B	1079	13	0.282078	7.81185E-05	0.001280	3.51528E-05	0.282101	0.282460	0.282052	-25.02	-1.76	7.02E-02	1.65	1.99
CN-JT-01D_002B	1079	13	0.282092	6.6023E-05	0.000922	1.37597E-05	0.282101	0.282460	0.282073	-24.51	-1.00	2.71E-02	1.61	1.94
CN-JT-01D_003B	1079	13	0.282061	5.21779E-05	0.000785	2.40782E-05	0.282101	0.282460	0.282045	-25.61	-2.00	8.58E-02	1.65	2.01
CN-JT-01D_004B	1079	13	0.282030	5.03248E-05	0.001066	0.00014606	0.282101	0.282460	0.282008	-26.71	-3.31	4.93E-01	1.70	2.09
CN-JT-01D_005B	1079	13	0.282144	7.02574E-05	0.001317	3.24497E-05	0.282101	0.282460	0.282117	-22.68	0.55	2.02E-02	1.56	1.85
CN-JT-01D_006B	1079	13	0.282187	7.24688E-05	0.001428	0.000109114	0.282101	0.282460	0.282158	-21.16	2.00	1.77E-01	1.50	1.76
CN-JT-01D_007B	1079	13	0.282067	5.94373E-05	0.000804	3.33007E-05	0.282101	0.282460	0.282051	-25.39	-1.79	9.63E-02	1.64	1.99
CN-JT-01D_008B	1079	13	0.282074	5.14534E-05	0.001518	4.17647E-05	0.282101	0.282460	0.282043	-25.14	-2.06	8.18E-02	1.66	2.01
CN-JT-01D_009B	1079	13	0.282104	7.29086E-05	0.001252	0.000115117	0.282101	0.282460	0.282079	-24.07	-0.79	8.26E-02	1.61	1.93
CN-JT-01D_001A	1079	13	0.282116	9.11115E-05	0.002419	0.000209376	0.282101	0.282460	0.282066	-23.67	-1.24	1.23E-01	1.64	1.96
Maciço Jararaca (CN-JC-07B)														
CN-JC-07B_005A	1138	12	0.282150	-2.14E+01	3.075322	5.87E-02	0.282063	0.282417	0.282150	-21.43	3.08	5.87E-02	1.51	1.73
CN-JC-07B_007A	1138	12	0.281934	-2.95E+01	-4.574826	1.04E-01	0.282063	0.282417	0.281934	-29.47	-4.57	1.04E-01	1.80	2.21
CN-JC-07B_008A	1138	12	0.282049	-2.57E+01	-0.518661	9.16E-03	0.282063	0.282417	0.282049	-25.70	-0.52	9.16E-03	1.64	1.96
CN-JC-07B_009A	1138	12	0.281904	-3.04E+01	-5.640664	1.11E-01	0.282063	0.282417	0.281904	-30.41	-5.64	1.11E-01	1.84	2.28
CN-JC-07B_001B	1138	12	0.281864	-3.18E+01	-7.062857	1.01E-01	0.282063	0.282417	0.281864	-31.82	-7.06	1.01E-01	1.90	2.37
Maciço Jararaca (CN-JC-03B)														
CN-JC-03B_002A	1146	8	0.281944	0.000083	0.001039	5.66E-05	0.282058	0.282411	0.281921	-29.75	-4.86	0.30	1.82	2.24
CN-JC-03B_003A	1146	8	0.281922	0.000072	0.000615	4.50E-05	0.282058	0.282411	0.281909	-30.51	-5.29	0.43	1.83	2.26
CN-JC-03B_002B	1146	8	0.281955	0.000074	0.000654	4.31E-05	0.282058	0.282411	0.281941	-29.34	-4.16	0.30	1.79	2.19
CN-JC-03B_007B	1146	8	0.281975	0.000057	0.000632	1.96E-05	0.282058	0.282411	0.281961	-28.65	-3.45	0.13	1.76	2.15
CN-JC-03B_007B	1146	8	0.281949	0.000062	0.000539	3.61E-05	0.282058	0.282411	0.281937	-29.57	-4.30	0.32	1.79	2.20
CN-JC-03B_009A	1146	8	0.281919	0.000126	0.001768	2.13E-04	0.282058	0.282411	0.281881	-30.61	-6.28	0.80	1.89	2.33
CN-JC-03B_006A	1146	8	0.281892	0.000062	0.001036	7.74E-05	0.282058	0.282411	0.281869	-31.59	-6.71	0.55	1.89	2.35
CN-JC-03B_008B	1146	8	0.281955	0.000952	0.001831	1.64E-04	0.282058	0.282411	0.281916	-29.35	-5.06	0.51	1.84	2.25
Maciço Retiro (CN-RT-13B)														
CN-RT-13B_001A	1107	18	0.282181	3.35E-04	0.000667	1.60E-05	0.282083	0.282440	0.282167	-21.36	2.97	1.23E-01	1.48	1.72
CN-RT-13B_002A	1107	18	0.281747	1.17E-04	0.000721	5.72E-05	0.282083	0.282440	0.281732	-36.70	-12.45	1.19E+00	2.07	2.68
CN-RT-13B_003A	1107	18	0.282096	1.20E-04	0.000487	2.66E-06	0.282083	0.282440	0.282085	-24.38	0.08	1.69E-03	1.59	1.90
CN-RT-13B_004A	1107	18	0.282096	1.20E-04	0.000487	2.66E-06	0.282083	0.282440	0.282085	-24.38	0.08	1.69E-03	1.59	1.90
CN-RT-13B_005A	1107	18	0.282171	1.24E-04	0.000615	1.12E-05	0.282083	0.282440	0.282158	-21.71	2.66	9.26E-02	1.49	1.74
CN-RT-13B_006A	1107	18	0.282133	1.43E-04	0.000700	3.71E-05	0.282083	0.282440	0.282119	-23.04	1.26	8.78E-02	1.55	1.82
CN-RT-13B_007A	1107	18	0.282017	1.20E-04	0.000801	1.23E-05	0.282083	0.282440	0.282000	-27.16	-2.95	9.45E-02	1.71	2.09
CN-RT-13B_008A	1107	18	0.281967	1.45E-04	0.000435	2.87E-06	0.282083	0.282440	0.281958	-28.93	-4.45	1.04E-01	1.76	2.18
CN-RT-13B_009A	1107	18	0.281882	1.39E-04	0.000964	1.19E-05	0.282083	0.282440	0.281862	-31.94	-7.86	2.29E-01	1.90	2.39
CN-RT-13B_001B	1107	18	0.281957	1.17E-04	0.000987	4.37E-06	0.282083	0.282440	0.281936	-29.29	-5.22	1.10E-01	1.80	2.23

Legenda: Valores de T_{DM} crustal de acordo com Goode and Vervoort, 2006.

Fonte: A Autora, 2016.

Figura 36 – Gráfico ϵ_{Hf} vs. Idades de cristalização (Ma) para todas as amostras da Suíte Intrusiva Santa Clara analisadas neste estudo.



6 CONSIDERAÇÕES FINAIS E CONCLUSÕES

6.1 A Suíte Intrusiva Santa Clara: uma revisão

As rochas da Suíte Intrusiva Santa Clara já foram objeto de estudos anteriores. Os estudos conduzidos por Leite Júnior (1992, 2002) concentraram-se na caracterização da mineralização polimetálica observada em alguns maciços, porém o autor também fez uma caracterização petrográfica, geoquímica e isotópica dos litotipos da suíte. O autor reconhece quatro grupos de rochas, sendo dois precoces e dois tardios. As intrusões precoces são representadas por (i) um grupo de quartzo-monzonitos, monzogranitos e sienogranitos porfiríticos com textura rapakivi e caráter metaluminoso a fracamente peraluminoso e (ii) sienogranitos porfiríticos e microssienogranitos peraluminosos. As intrusões tardias ocorrem de maneira mais restrita na Suíte Intrusiva Santa Clara e incluem (i) um grupo metaluminoso a peralcalino de álcali-feldspato sienitos e microssienitos, quartzo-microssienitos, microgranitos, traquiandesitos, traquitos e basalto e (ii) álcali-feldspato granitos, alasquitos, álcali-feldspato granitos com mica litífera e riólito pórfiros de caráter peraluminoso. Segundo Leite Júnior (2002), as intrusões mais tardias exibem características geoquímicas e isotópicas compatíveis com rochas de origem crustal onde cristalização fracionada parece exercer papel importante.

Leite Júnior (2002) também publicou dados de datação U-Pb em zircão pelo método convencional. Uma amostra de hornblenda-biotita monzogranito tem idade de cristalização interpretada como de 1080 ± 27 Ma; uma amostra de hornblenda-biotita sienogranito tem idade de cristalização de 1080 ± 50 Ma e uma amostra de biotita sienogranito tem idade interpretada de 1082 ± 5 Ma. Na associação de rochas alcalinas, uma amostra de biotita álcali-feldspato microgranito tem idade de cristalização interpretada de 1074 ± 8 Ma e uma amostra de álcali-feldspato granito com mica litífera exibe idade de 1060 ± 35 Ma. Leite Júnior (2002) e Leite Júnior et al. (2008) também publicaram dados de Sr e Nd para as rochas da Suíte Intrusiva Santa Clara, porém como explicado anteriormente, a autora desta tese não observou amostras alcalinas como aquelas que o autor descreveu. Dados de geocronologia publicados pelos autores supracitados mostram que amostras de granitos metaluminosos a fracamente peraluminosos têm isócrona Rb/Sr de 1075 ± 70 Ma e os valores iniciais de $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ de cerca de 0,709 indicam envolvimento de componentes crustais mais antigos. Amostras de granitos metaluminosos a peralcalinos apresentam isócrona Rb/Sr de 1013 ± 15 Ma e valores iniciais de $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ de cerca de 0,707, que também são interpretados como derivação crustal. Os dados

de Sm-Nd revelam idades T_{DM} entre 1,66 Ga e 1,85 Ga e $\epsilon_{Nd(1,08 Ga)}$ entre -4,5 e -2,9 para os granitoides metaluminosos a fracamente peraluminosos. Para os granitoides metaluminosos a peralcalinos as idades modelo T_{DM} obtidas são de 1,34 Ga e 1,47 Ga, com $\epsilon_{Nd(1,07 Ga)}$ positivos de +1,1 e +2,3, indicando assim uma fonte predominantemente mantélica para estas rochas. Duas amostras de granitos peraluminosos tardios exibem idades T_{DM} de 1,69 Ga e 1,75 Ga e valores de $\epsilon_{Nd(1,07 Ga)}$ iguais a -1,2 e -2,1, indicando fontes crustais.

Quadros et al. (2011) delimitaram e incluíram novos corpos na Suíte Intrusiva Santa Clara e também publicaram dados de litogeoquímica e geocronologia para estas rochas. No nível de conhecimento atual, esta suíte tem dezessete maciços intrusivos, sendo que três foram mapeados tendo-se como base apenas dados de aerogeofísica. Quadros et al. (2011) caracterizam as rochas da Suíte Intrusiva Santa Clara como álcali-feldspato granitos, hornblenda-biotita monzogranitos, biotita monzogranitos, biotita-hornblenda sienogranitos e biotita quartzo-monzonitos. Estes litotipos são subalcalinos, metaluminosos a fracamente peraluminosos e são quimicamente compatíveis com granitos intraplaca do tipo A₂ de Eby (1992). Dados isotópicos de Pb-Pb por evaporação em zircão foram publicados pelos autores e indicam idade de cristalização de 1086 ± 2 Ma (Maciço Oriente Velho), 1082 ± 3 Ma (Maciço Massaranduba) e 1087 ± 8 Ma (Maciço Oriente Novo), idades compatíveis com aquelas já publicadas por Bettencourt et al. (1997), Bettencourt et al. (1999) e Leite Júnior (2002).

Mais recentemente, Nogueira (2012) estudou em detalhes as rochas do Maciço Santa Clara, o de maior expressão em termos de área da Suíte Intrusiva Santa Clara. De acordo com a autora, os litotipos incluem hornblenda-biotita granitos e biotita granitos de texturas porfírica, equigranular, fina e piterlítica. Estes litotipos são subalcalinos, metaluminosos a fracamente peraluminosos e exibem características químicas compatíveis com granitos intraplaca do tipo A₂ de Eby (1992). Na ocasião, a autora interpretou as rochas do Maciço Santa Clara como resultado de fusão parcial de crosta tonalítica-granodiorítica em ambiente pós-orogênico afetado por zonas de subducção. Neste caso, o componente máfico seria responsável apenas pela geração de calor, fundindo a fonte e gerando assim o magmatismo. Dados de U-Pb LA-ICP-MS em zircão também publicados pela autora mostram idades de cristalização entre 1,07 e 1,06 Ga e estudos isotópicos de Sm-Nd revelaram fonte crustal para os granitoides analisados. Nos estudos conduzidos por Nogueira (2012) em sua dissertação de mestrado fica claro que a autora não considera que processos de mistura magmática tenham tido papel importante na geração das rochas do Maciço Santa Clara. Para esta tese de doutorado, novos corpos da suíte foram também estudados, expandindo assim a amostragem e consequentemente revelando novos dados de campo, petrografia, litogeoquímica,

geocronologia e geoquímica isotópica. Assim, uma nova interpretação dos dados obtidos é sugerida nesta tese.

6.2 A Suíte Intrusiva Santa Clara: uma nova proposta

Até o momento, os litotipos da Suíte Intrusiva Santa Clara são interpretados como magmatismo gerado a partir de fusão crustal sem uma participação efetiva de magmas máficos em sua geração. Porém é interessante notar que um grupo de amostras analisadas nesta tese de doutorado exhibe feições de campo e petrográficas que podem na realidade indicar uma contribuição mais ativa de um *end-member* de composição máfica. É relativamente comum observar *clots* máficos em meio às rochas do grupo de anfibólio-biotita granitos, o que não ocorre nos biotita granitos, que apresentam-se de forma mais homogênea. Ainda em relação às observações de campo, nota-se que as amostras do grupo de anfibólio-biotita granitos (quartzo-monzonitos) apresentam pouco quartzo livre e maior proporção de minerais máficos quando comparadas às rochas do grupo de biotita granitos.

A presença de *clots* máficos arredondados em rochas é geralmente interpretada na literatura como evidência de mistura magmática. Uma série de características texturais e mineralógicas foi compilada por Hibbard (1994) como possível evidência de sistemas onde a mistura magmática representaria um processo petrogenético importante. Como colocado pelo autor, a injeção de magma máfico (cerca de 1200°C) em magmas félsicos (cerca de 700°C) leva ao rápido resfriamento do magma máfico e superaquecimento do membro félsico. A mistura entre magmas de viscosidade e temperatura tão contrastantes pode levar à geração de texturas tais como complexos de vênulas (*net-veined complexes*) e inclusões máficas (enclaves) na rocha félsica hospedeira. Hibbard (1994) enumera diversas feições texturais que seriam compatíveis com processos de mistura magmática, incluindo: (i) presença de ovoides de K-feldspato, que seriam resultado de dissolução de cristais preexistentes no magma félsico. Esta dissolução está associada ao reaquecimento do magma félsico em presença do magma máfico, bem mais quente, no momento da mistura; (ii) textura rapakivi, que como colocado pela autora no Capítulo 2, representa uma das evidências mais notáveis de mistura magmática; (iii) textura anti-rapakivi; (iv) ovoides de K-feldspato manteados por biotita; (v) zonas de hornblenda e/ou biotita em cristais de K-feldspato; (vi) cristais de quartzo ovoides manteados por hornblenda (também conhecido como *quartz ocelli*); (vii) “pontos” onde há concentração de titanita + plagioclásio + quartzo + K-feldspato + hornblenda; (viii) presença

de biotita na forma de lâminas (*blade biotite*), alongadas em uma direção preferencial, ao invés do hábito tabular mais comumente observado; (ix) cristais de biotita parcialmente reabsorvidos e manteados por hornblenda; (x) reação de conversão de hornblenda para biotita; (xi) ocorrência de apatita acicular, tida como evidência de rápido resfriamento; segundo Baxter & Feely (2002) a ocorrência de ambos cristais de apatita aciculares e prismáticos representa feição que pode ser explicada através de processos de *mingling* e *mixing*; (xii) cristais poiquilíticos de quartzo e K-feldspato; (xiii) zonas mais cálcicas em cristais de plagioclásio; (xiv) cristais de plagioclásio celular; (xv) presença de fenocristais de K-feldspato nos enclaves máficos. Estes fenocristais seriam provenientes do magma félsico e podem ser arredondados devido à mistura mecânica sofrida ou podem apresentar-se com morfologia mais comum, sem arredondamento, dependendo do contraste entre os dois magmas em mistura e (xvi) presença de mini e micro enclaves de composição diorítica e granulação fina. Das feições apresentadas acima, o grupo de anfibólio-biotita granitos (quartzo-monzonitos) da Suíte Intrusiva Santa Clara apresenta as seguintes: ovoides de K-feldspato, textura rapakivi, inclusões de hornblenda e biotita em cristais de K-feldspato, biotita em forma de lâminas, cristais de apatita aciculares e prismáticos, cristais de quartzo e K-feldspato poiquilíticos e, finalmente, xenocristais de K-feldspato em enclaves (*clots*) máficos. A autora também observou *clots* surmicáceos bem pequenos onde predominam biotita a plagioclásio, mas como não foi possível fazer uma lâmina delgada apenas do *clot*, a autora não pode afirmar tratar-se de um micro-enclave de composição diorítica.

A origem destes enclaves máficos microgranulares (*mafic microgranular enclaves*) é ainda objeto de debate pela comunidade científica, que de maneira geral divide-se entre três teorias principais (LIU et al., 2013): (1) estes enclaves poderiam ser pedaços de rochas metamórficas recristalizadas e refratárias, o que resultaria em enclaves de textura residual metamórfica ou sedimentar; (2) os enclaves poderiam representar fragmentos cogenéticos de um cumulado de minerais ou cristais do magma hospedeiro, o que poderia resultar em enclaves de texturas cumuláticas ou (3) estes enclaves máficos microgranulares representariam glóbulos de magma máfico que foi injetado e incorporado (*mingling*) ao magma félsico. Neste caso, é comum que a assembleia mineralógica das rochas afetadas pelo processo de mistura magmática apresente evidências texturais de desequilíbrio como aquelas descritas por Hibbard (1994).

Os litotipos da Suíte Intrusiva Santa Clara foram divididos em dois agrupamentos nesta tese de doutorado, e esta divisão levou em consideração aspectos de campo, petrografia e características geoquímicas. Assim, o grupo de anfibólio-biotita granitos, observado

predominantemente nos maciços Santa Clara e Montenegro, possui composição equivalente a quartzo-monzonitos, e as rochas do grupo de biotita granitos exibem composições equivalentes a granitos. O grupo de quartzo-monzonitos exhibe enriquecimento em Fe_2O_3 , MnO , MgO , CaO , TiO_2 , P_2O_5 , Ba, Sr, Zr, V e Sc, o que de fato é compatível com a assembleia mineralógica observada nas lâminas petrográficas destas amostras: K-feldspato, plagioclásio, anfibólio, biotita, apatita, allanita, titanita, zircão e minerais opacos como magnetita e ilmenita.

Hiatos (*gaps*) composicionais e *trends* lineares em diagramas bivariantes são comumente interpretados como evidência de mistura magmática. Como descrito no Capítulo 3, os diagramas bivariantes para as rochas da Suíte Intrusiva Santa Clara definem *trends* lineares, porém *gaps* composicionais não são observados. Como colocado anteriormente, a autora acredita que a ausência deste hiato composicional seja um reflexo das proporções de *end members* máfico e félsico na mistura que gerou as rochas pertencentes ao grupo de anfibólio-biotita quartzo-monzonitos. Como será apresentado mais adiante, a autora calculou que uma proporção relativamente pequena de magma máfico participou da mistura magmática. Além disso, é possível que mais rochas híbridas de caráter intermediário e composições diferentes existam, mas não aflorem no nível de erosão atual.

As análises de U-Pb em zircão revelam idades de cristalização entre 1065 ± 11 Ma e 1183 ± 17 . A maioria das idades obtidas nesta tese de doutorado é compatível com idades já publicadas por Bettencourt et al. (1997, 1999) e Quadros et al. (2011), porém algumas amostras analisadas, como aquelas referentes aos maciços Jararaca e Jatuarana, revelam idades de cristalização incompatíveis com as publicadas na literatura. Considerando que estes maciços foram incluídos na Suíte Intrusiva Santa Clara com base em dados aerogeofísicos, é possível que estes maciços nem façam parte da suíte e representem corpos mais tardios. As análises de Lu-Hf LA-ICP-MS em zircão revelam que as amostras de anfibólio-biotita quartzo-monzonitos exibem valores negativos e positivos de ϵ_{Hf} (em um mesmo grão de zircão) indicando mistura de fontes. As análises também mostram que os grãos com ϵ_{Hf} negativos possuem idades T_{DM} arqueanas a paleoproterozoicas, indo de 2,63 Ga a 2,35 Ga (amostra CN-MT-03C). Os grãos com ϵ_{Hf} positivos têm idades T_{DM} paleoproterozoicas a mesoproterozoicas, em intervalo entre 1,77 Ga e 1,33 Ga. É interessante observar a diferença de idades T_{DM} entre grãos de uma mesma amostra; grãos com ϵ_{Hf} positivos mostram idades de extração mantélica bem mais jovens do que aqueles com valores de ϵ_{Hf} negativos, o que pode ser interpretado como contribuição de material juvenil e consequente mistura com componente de origem crustal mais antigo. Duas amostras de biotita granito exibem valores

de ϵ_{Hf} francamente negativos e teriam sido geradas a partir de fontes crustais; as análises revelam idades T_{DM} paleoproterozoicas entre 2,94 Ga e 1,98 Ga. As demais amostras de biotita granitos exibem evidências isotópicas indicativas de mistura magmática, e assim como as amostras de quartzo-monzonitos, os grãos com ϵ_{Hf} positivos são pelo menos 180 Ma mais jovens do que os grãos com ϵ_{Hf} negativos. Nogueira (2012) já havia feito algumas análises de Sm-Nd em amostras do Maciço Santa Clara. A autora analisou duas amostras de anfibólio-biotita quartzo-monzonitos e seis amostras de biotita granitos, e encontrou apenas valores negativos de ϵ_{Nd} . Os valores de idade T_{DM} são paleoproterozoicos, em intervalo entre 2,15 Ga e 1,80 Ga. A tabela 17 abaixo mostra um resumo das principais características de campo, petrográficas, geoquímicas e isotópicas dos corpos intrusivos estudados neste trabalho, colocando lado a lado as maiores diferenças entre os litotipos observados.

Tabela 17 – Resumo das principais características de campo, petrográficas, geoquímicas e isotópicas dos corpos intrusivos da Suíte Intrusiva Santa Clara estudados neste trabalho.

Maciços Intrusivos	Litotipos observados	Sinais de hibridização em campo?	Feições petrográficas	Características geoquímicas	U-Pb (idades de cristalização)	Lu-Hf
Santa Clara	Anfibólio-biotita granitos e biotita granitos	Sim; <i>clots</i> máficos em afloramentos de anfibólio-biotita granitos. Textura rapakivi é comum	Ocorrência de apatita acicular em amostras de anfibólio-biotita granitos , aglomerados de minerais máficos (biotita, anfibólio, titanita e opacos, allanita pode estar presente); duas gerações de biotita; reação de desequilíbrio entre anfibólio e biotita	Anfibólio-biotita granitos de composição equivalente à quartzo-monzonitos e biotita granitos de composição granítica; rochas metaluminosas; quartzo-monzonitos com teores elevados de Fe ₂ O ₃ , MnO, MgO, CaO, TiO ₂ , P ₂ O ₅ , Zr, V e Sc. Quartzo-monzonitos teriam caráter oxidado e biotita granitos seriam moderadamente reduzidos	1075±16 Ma (SC-30A); 1061±11 Ma (SC-14G); dados de Nogueira (2012)	Não há análises para este maciço
Montenegro		1089±14 Ma (CN-MT-06C); 1099±27 Ma (CN-MT-08B)			ϵ_{Hf} entre -6,71 e -3,45 (T_{DM} entre 2,15 e 2,35 Ga; amostra CN-JC-03B); ϵ_{Hf} entre -7,06 e +3,08 (T_{DM} entre 1,73 e 2,37 Ga; amostra CN-JC-07B); ϵ_{Hf} entre -16,81 e -1,25 (T_{DM} entre 1,98 e 2,94 Ga; amostra CN-MT-08B)	
Jararaca		Sim; <i>clots</i> máficos em afloramentos de anfibólio-biotita granitos			1146±8 Ma (CN-JC-03B); 1138±12 Ma (CN-JC-07B)	ϵ_{Hf} entre -11,45 e +8,96 (T_{DM} entre 2,63 e 1,35 Ga; amostra CN-MT-03C)

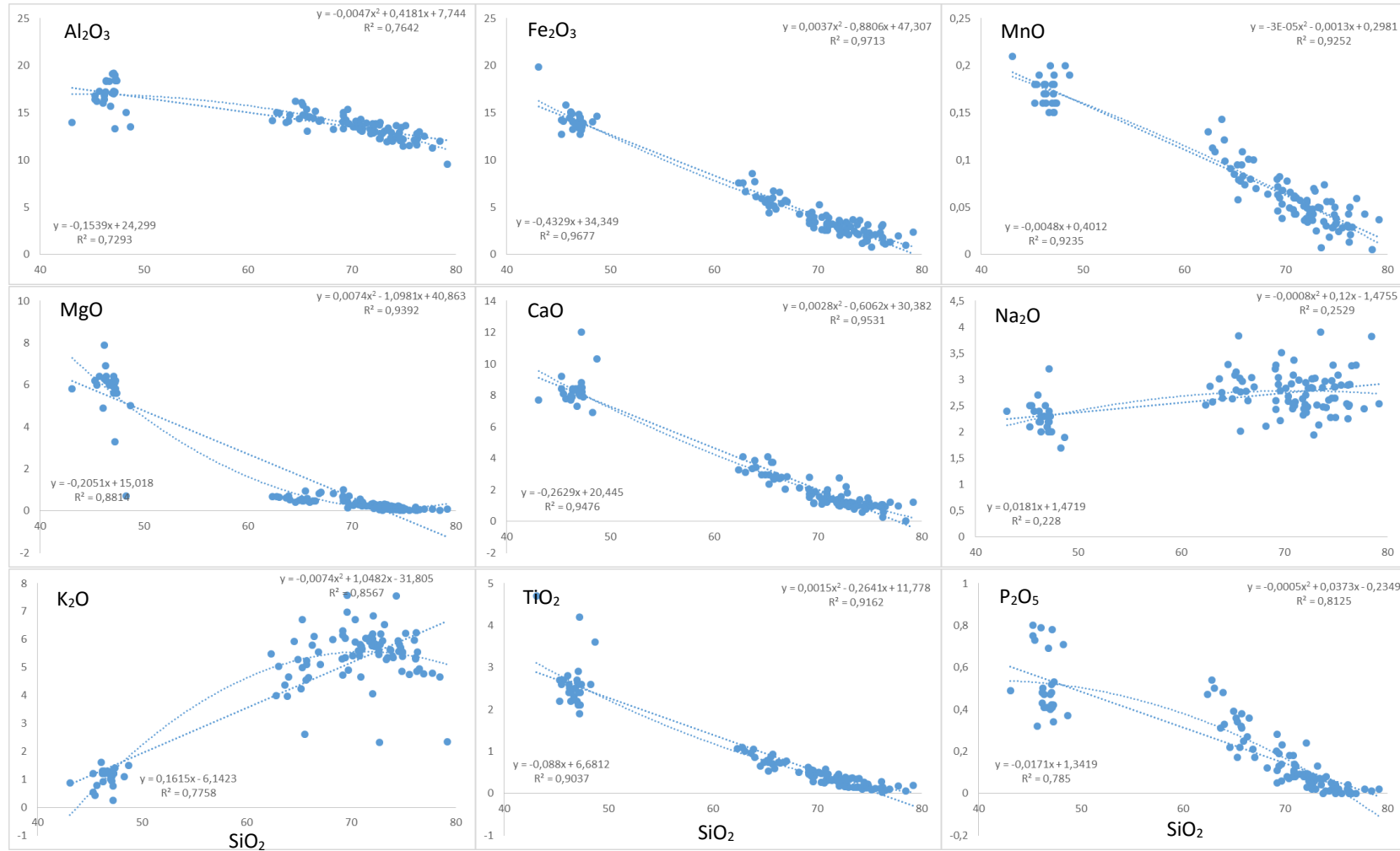
Maçios Intrusivos	Litotipos observados	Sinais de hibridização em campo?	Feições petrográficas	Características geoquímicas	U-Pb (idades de cristalização)	Lu-Hf
Oriente Novo	Anfibólio-biotita granitos e biotita granitos	Sim; <i>clots</i> máficos em afloramentos de anfibólio-biotita granitos	Ocorrência de apatita acicular em amostras de anfibólio-biotita granitos , aglomerados de minerais máficos (biotita, anfibólio, titanita e opacos, allanita pode estar presente); duas gerações de biotita; reação de desequilíbrio entre anfibólio e biotita	Anfibólio-biotita granitos de composição equivalente à quartzo-monzonitos e biotita granitos de composição granítica; rochas metaluminosas; quartzo-monzonitos com teores elevados de Fe ₂ O ₃ , MnO, MgO, CaO, TiO ₂ , P ₂ O ₅ , Zr, V e Sc. Quartzo-monzonitos teriam caráter oxidado e biotita granitos seriam moderadamente reduzidos	Amostras coletadas (CN-ON-02B, CN-ON-03B, CN-ON-04B)	Amostras coletadas (CN-ON-02B, CN-ON-03B, CN-ON-04B)
Oriente Velho	Biotita granitos	Não; litotipos parecem homogêneos	A mineralogia inclui microclina, quartzo, plagioclásio, biotita. Ortoclásio é raro e a fase acessória inclui titanita, allanita, zircão e minerais opacos. Rutilo foi observado	Biotita granitos de composição média granítica; SiO ₂ entre 69,15% e 79,20% (% em peso); metaluminosos a fracamente peraluminosos; litotipos com teores mais elevados de Th e Rb em relação aos quartzo-monzonitos; granitos altamente diferenciados; anomalias negativas de Eu mais marcantes;	Amostras coletadas (CN-OV-01B, CN-OV-02B)	Amostras coletadas (CN-OV-01B, CN-OV-02B)
Manteiga					1075±9 Ma (CN-MG-05C)	Amostra CN-MG-05C, ainda a ser analisada
Jatuarana					1079±13 Ma (CN-JT-01D); 1183±17 Ma (CN-JT-05B); 1165±11 Ma	ε _{Hf} entre -3,31 e +2,00 (T _{DM} entre 1,76 e 2,09 Ga; amostra CN-JT-01D)

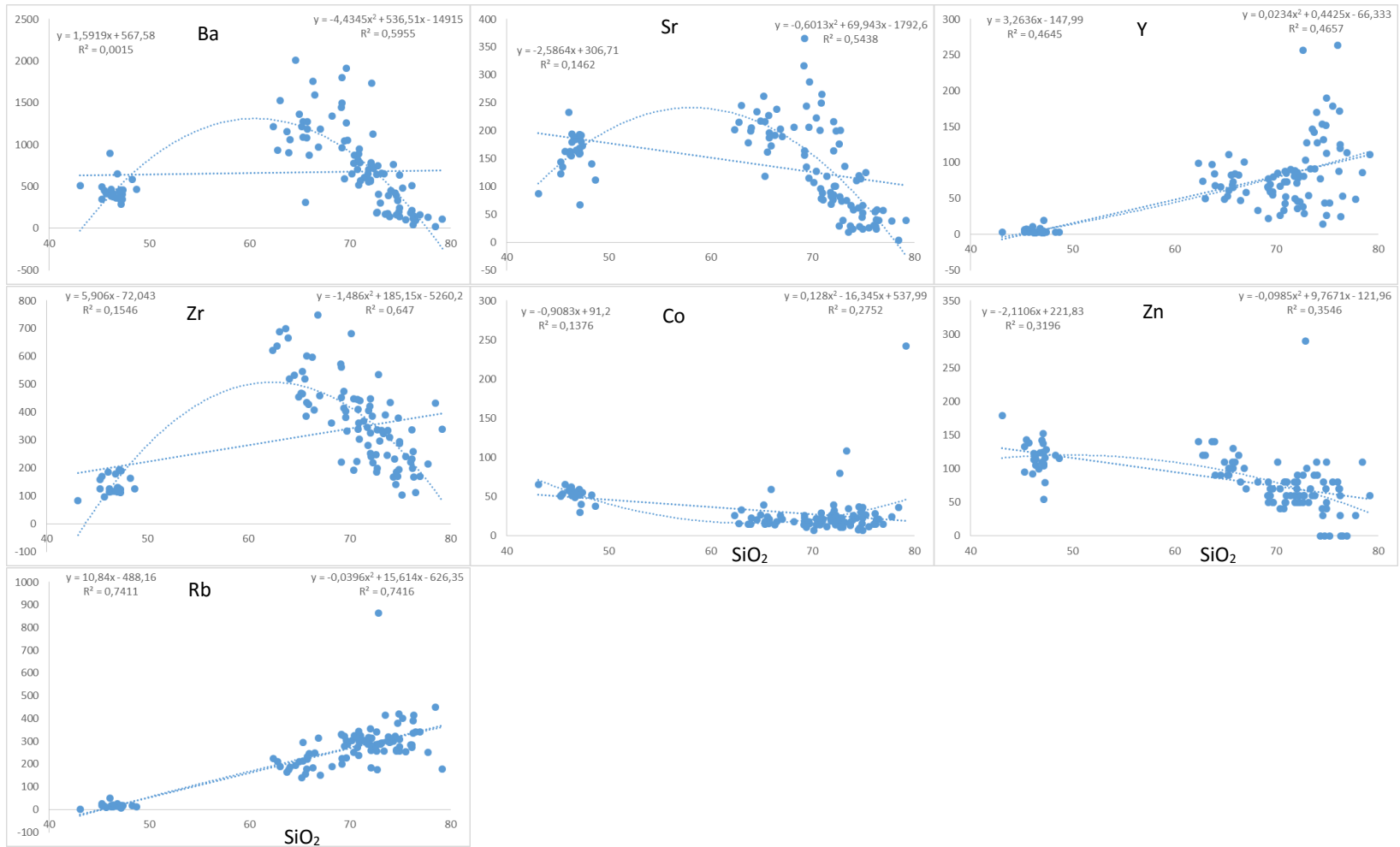
Maciços Intrusivos	Litotipos observados	Sinais de hibridização em campo?	Feições petrográficas	Características geoquímicas	U-Pb (idades de cristalização)	Lu-Hf
Retiro	Biotita granitos	Não; litotipos parecem homogêneos	A mineralogia inclui microclina, quartzo, plagioclásio, biotita. Ortoclásio é raro e a fase acessória inclui titanita, allanita, zircão e minerais opacos. Rutilo foi observado	Biotita granitos de composição média granítica; SiO ₂ entre 69,15% e 79,20% (% em peso); metaluminosos a fracamente peraluminosos; litotipos com teores mais elevados de Th e Rb em relação aos quartzo-monzonitos; granitos altamente diferenciados; anomalias negativas de Eu mais marcantes;	1084±7 Ma (CN-RT-03B); 1107±18 Ma (CN-RT-13B)	ε _{Hf} entre -12,45 e +2,97 (T _{DM} entre 1,72 e 2,68 Ga; amostra CN-RT-13B)
Primavera					Amostra coletada (CN-PR-01B)	Amostra coletada (CN-PR-01B)
Ramos		Litotipos homogêneos, porém textura rapakivi foi observada			Amostras coletadas (CN-RA-02C, CN-RA-03B, CN-RA-05B)	Amostras coletadas (CN-RA-02C, CN-RA-03B, CN-RA-05B)

Fonte: A Autora, 2016.

Considerando a possibilidade do grupo de anfibólio-biotita quartzo-monzonitos representar rochas híbridas geradas a partir de mistura magmática, a autora optou por fazer diversas tentativas de modelagem de *mixing*. Como já colocado anteriormente nesta tese de doutorado e em trabalhos anteriores realizados na Suíte Intrusiva Santa Clara, rochas máficas não foram encontradas e portanto a escolha de um *end member* máfico torna-se complicada. Para tanto, a autora pesquisou rochas máficas com idades próximas àquelas verificadas para os litotipos da Suíte Intrusiva Santa Clara dentro dos limites do estado de Rondônia e observou que as rochas da Formação Nova Floresta, a cerca de 30 km a sudoeste da Suíte Intrusiva Santa Clara, poderiam representar uma boa opção. As rochas básicas da Formação Nova Floresta afloram na região da Serra dos Pacaás Novos e foram estudadas por Souza et al. (1975), Leal et al. (1978), Torres et al (1979), Scandola et al. (1998) e de maneira mais detalhada por Romanini (2000). De acordo com Romanini (2001), esta formação compreende derrames (algumas vezes ocorrem na forma de diques e soleiras também) e corpos intrusivos intracratônicos estabelecidos em regime extensional. Inclui basaltos, diabásios, gabros, olivina-gabros, gabros anortosíticos e metabasitos de afinidade toleítica com tendência alcalina na região do rio Cautário. Diagramas bivariantes evidenciam enriquecimento em K_2O , P_2O_5 , TiO_2 e FeO e correlações negativas para CaO e Al_2O_3 ao longo do processo de fracionamento do líquido magmático. Leal et al. (1978) realizaram datações radiométricas K-Ar em basaltos da Formação Nova Floresta e obtiveram idades que variam entre 967 ± 17 Ma e 1098 ± 17 Ma. Tohver et al. (2002) dataram basaltos e obtiveram idade Ar-Ar de 1062 ± 3 Ma e idades modelo Sm-Nd T_{DM} de 1567 Ma; os autores também dataram gabros da mesma região e obtiveram idades Ar-Ar entre 1198 ± 3 Ma e 1201 ± 2 Ma. Estas idades de resfriamento são compatíveis com aquelas obtidas para os litotipos da Suíte Intrusiva Santa Clara. A fim de verificar possíveis *trends* e coeficientes de correlação, a autora montou uma série de diagramas bivariantes (Figura 37) incluindo amostras da Formação Nova Floresta (análises de litogeoquímica publicadas por Romanini, 2001) e todos os litotipos da Suíte Intrusiva Santa Clara (análises de litogeoquímica desta tese de doutorado). De maneira geral, os valores de R^2 variam muito pouco entre funções lineares e exponenciais, e no caso dos diagramas com Ba, Sr e Zr a função polinomial parece ser a melhor, porém há certa dispersão dos dados e os valores de R^2 são bem baixos. Além disso, tem-se que levar em consideração que possivelmente o *end member* máfico seja representado por algum magma de composição **semelhante** àquela das rochas da Formação Nova Floresta, e não esta formação propriamente dita.

Figura 37 – Diagramas bivariantes com SiO₂ (%) como índice de diferenciação para amostras da Formação Nova Floresta (Romanini, 2001) e os litotipos da Suíte Intrusiva Santa Clara analisados nesta tese de doutorado.

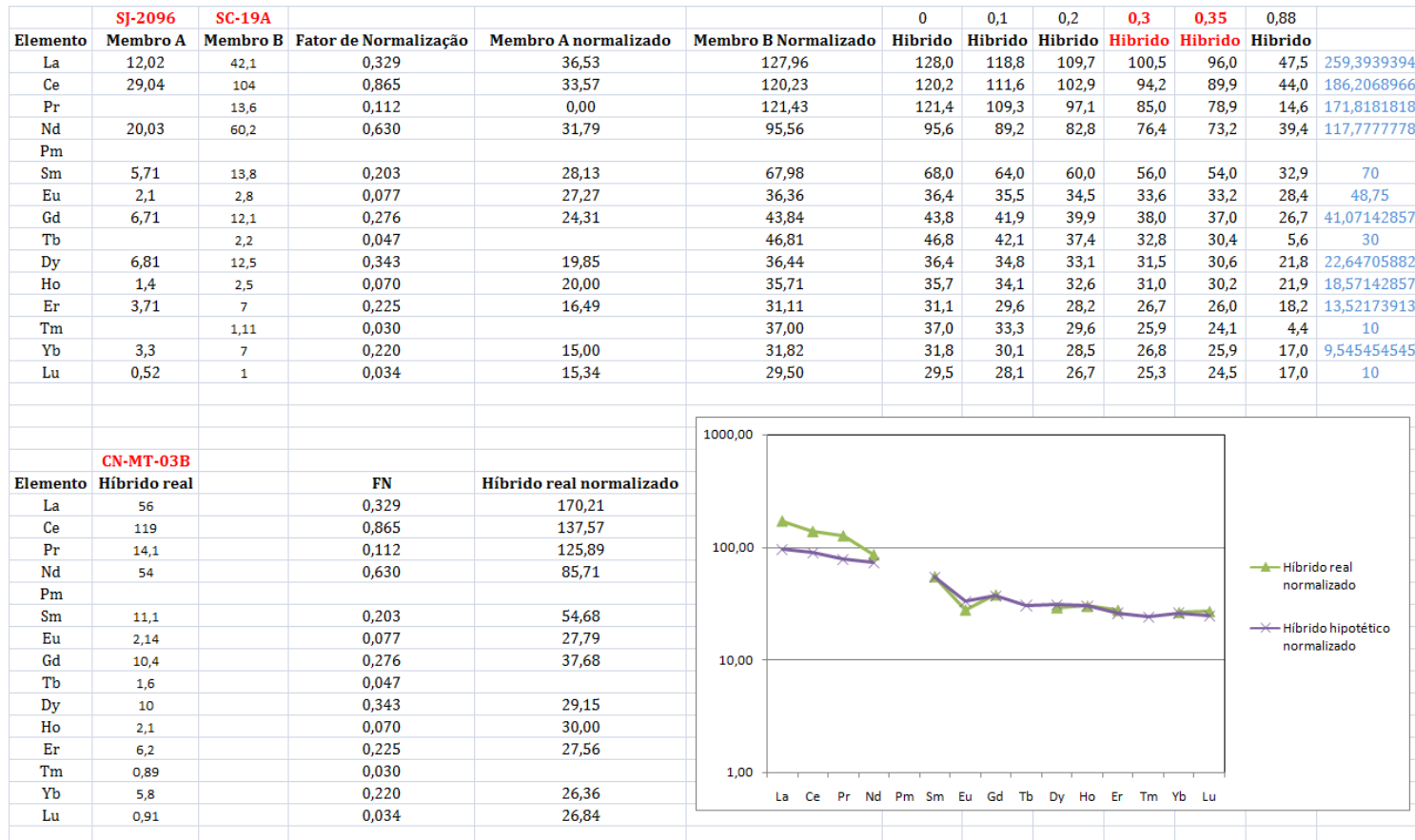




Legenda: óxidos expressos em peso (%) e elementos-traços em ppm. Diagramas com funções lineares e polinomiais e suas respectivas equações e valores de R^2 .
 Fonte: A Autora, 2016.

Um total de vinte e seis modelagens de *mixing* foram feitas pela autora usando amostras diferentes da Formação Nova Floresta e da Suíte Intrusiva Santa Clara na tentativa de encontrar o melhor ajuste possível. Dentre os vinte e seis testes, um mostrou-se bastante coerente: como *end member* máfico foi usada a amostra SJ-2096 ($\text{SiO}_2 = 48,70\%$); como *end member* félsico foi usada a amostra SC-19A (biotita granito; $\text{SiO}_2 = 69,21\%$) e como rocha híbrida foi usada a amostra CN-MT-03B (anfíbólio-biotita quartzo-monzonito; amostra com ϵ_{Hf} negativos e positivos; $\text{SiO}_2 = 67,06\%$). A figura 38 abaixo mostra a planilha utilizada para a modelagem de mistura magmática e como é possível perceber, a autora calcula que uma quantidade entre 30 e 35% de *end member* máfico tenha participado da mistura. O gráfico mostra uma comparação entre a rocha híbrida real normalizada (amostra CN-MT-03B) e a rocha híbrida hipotética gerada pela mistura entre 30-35% de magma máfico e 70-65% de magma félsico. O ajuste entre os dois híbridos não é perfeito nos ETRL (La, Ce, Pr), o que a autora acredita à presença de allanita na amostra.

Figura 38 – Planilha de modelagem geoquímica para testes de mistura magmática entre amostra da Formação Nova Floresta (SJ-2096) e amostras da Suíte Intrusiva Santa Clara (bioita granito SC-19A e anfibólio-biotita quartzo-monzonito CN-MT-03B).



Legenda: fatores de normalização (FN) baseados nos valores de condrito de Nakamura (1974) e Haskin et al. (1968).
 Fonte: A Autora, 2016.

6.3 A Suíte Intrusiva Santa Clara: ambiente geotectônico

Nogueira (2012), em uma tentativa de explicar a geração dos litotipos do Maciço Santa Clara, listou algumas das teorias disponíveis acerca da petrogênese de granitos tipo-A. Considerando as possibilidades, fica claro que a participação de magmas máficos é fundamental para que este tipo de magmatismo, caracterizado por temperaturas elevadas, seja gerado. Como colocado por Patiño Douce (1997), a participação do componente máfico poderia restringir-se apenas ao fornecimento de calor suficiente para gerar a fusão da fonte ou o magma máfico poderia participar de maneira mais ativa através de uma interação química com rochas crustais, levando a misturas magmáticas e processos de hibridização.

As idades U-Pb obtidas para os litotipos da Suíte Intrusiva Santa Clara são compatíveis com magmatismo associado ao final da Orogênese Nova Brasilândia (Sunsás-Nova Brasilândia; 1180-110 Ma), que corresponde à abertura e fechamento do *rift* Nova Brasilândia (intracontinental), que teve seu desenvolvimento no mesmo período da orogênese Grenviliana, na Laurentia (QUADROS et al., 2013). Os litotipos da Suíte Intrusiva Santa Clara não foram afetados pelo metamorfismo que tomou lugar entre 1,2 e 1,1 Ga e afetou o embasamento da porção SW do Cráton Amazônico. Neste sentido, o cinturão Nova Brasilândia representaria um Ciclo de Wilson com espessamento crustal devido à colisão entre o cráton Paraguá (Bolívia) e o SW do Cráton Amazônico; o final deste ciclo inclui intrusões de granitos sin- e pós-colisionais (TOHVER et al., 2005), caso da Suíte Intrusiva Santa Clara.

Como colocado em sua dissertação de mestrado, Nogueira (2012) acredita que os litotipos da Suíte Intrusiva Santa Clara tenham sido gerados em um período transicional entre um ambiente compressional e um ambiente extensional, ou seja, pós-orogênico com influência de subducção. O final de um ciclo orogênico, neste caso o Nova Brasilândia, seria caracterizado por um ambiente ensiálico com acreção de blocos e terrenos continentais relacionados a eventos de subducção. A fase pós-orogênica começaria com processos influenciados pela subducção de crosta abaixo do manto litosférico subcontinental (BONIN, 1998). O processo de subducção seria responsável pela geração de anomalias térmicas que levariam à fusão parcial do manto e consequente geração de magma de composição basáltica. A autora acredita que este magma, de composição basáltica, teria ficado retido abaixo da crosta inferior, em processo de *underplating*.

Os novos dados de campo, petrografia, litogeoquímica e geoquímica isotópica Lu-Hf

LA-ICP-MS em zircão para os litotipos da Suíte Intrusiva Santa Clara sugerem que na realidade, ao contrário do que havia sido proposto por Nogueira (2012), o magma máfico participou de maneira mais ativa na geração destas rochas. Diferentes proporções de um componente máfico participaram da mistura com componente félsico crustal, gerando assim rochas híbridas representadas pelo grupo de anfibólio-biotita quartzo-monzonitos e até mesmo algumas amostras de biotita granitos, como evidenciado pelos dados de ϵ_{Hf} (Capítulo 5). Apesar de parecerem bastante homogêneas em afloramento e mostrarem características petrográficas e geoquímicas compatíveis com rochas de origem crustal, alguns destes biotita granitos também mostram evidências isotópicas de mistura de fontes. As idades T_{DM} obtidas em grãos com ϵ_{Hf} positivos mostram-se pelo menos 180 Ma mais jovens do que aquelas obtidas em grãos com ϵ_{Hf} negativos, em uma mesma amostra. Assim, a autora sugere que estas rochas híbridas sejam produtos de mistura magmática em diferentes proporções de um magma juvenil injetado dentro de uma câmara magmática onde magma félsico estava sendo cristalizado. Os *clots* máficos observados no grupo de anfibólio-biotita quartzo-monzonitos então representariam pequenos glóbulos de *melt* máfico injetado em um magma félsico hospedeiro e evidências petrográficas como aquelas descritas anteriormente suportam esta teoria. Como não foram observados afloramentos de rochas máficas durante os trabalhos de campo feitos na Suíte Intrusiva Santa Clara, não foi possível sugerir um *end member* máfico mais de acordo com a realidade, porém a autora acredita que as rochas básicas da Formação Nova Floresta representem uma boa possibilidade. Já as amostras de biotita granitos que não exibem quaisquer evidências de mistura de fontes teriam sua gênese ligada a magmatismo de fonte puramente crustal, isto é, os litotipos representam grupos não co-genéticos, cada qual com gênese e caminho evolutivo distinto.