

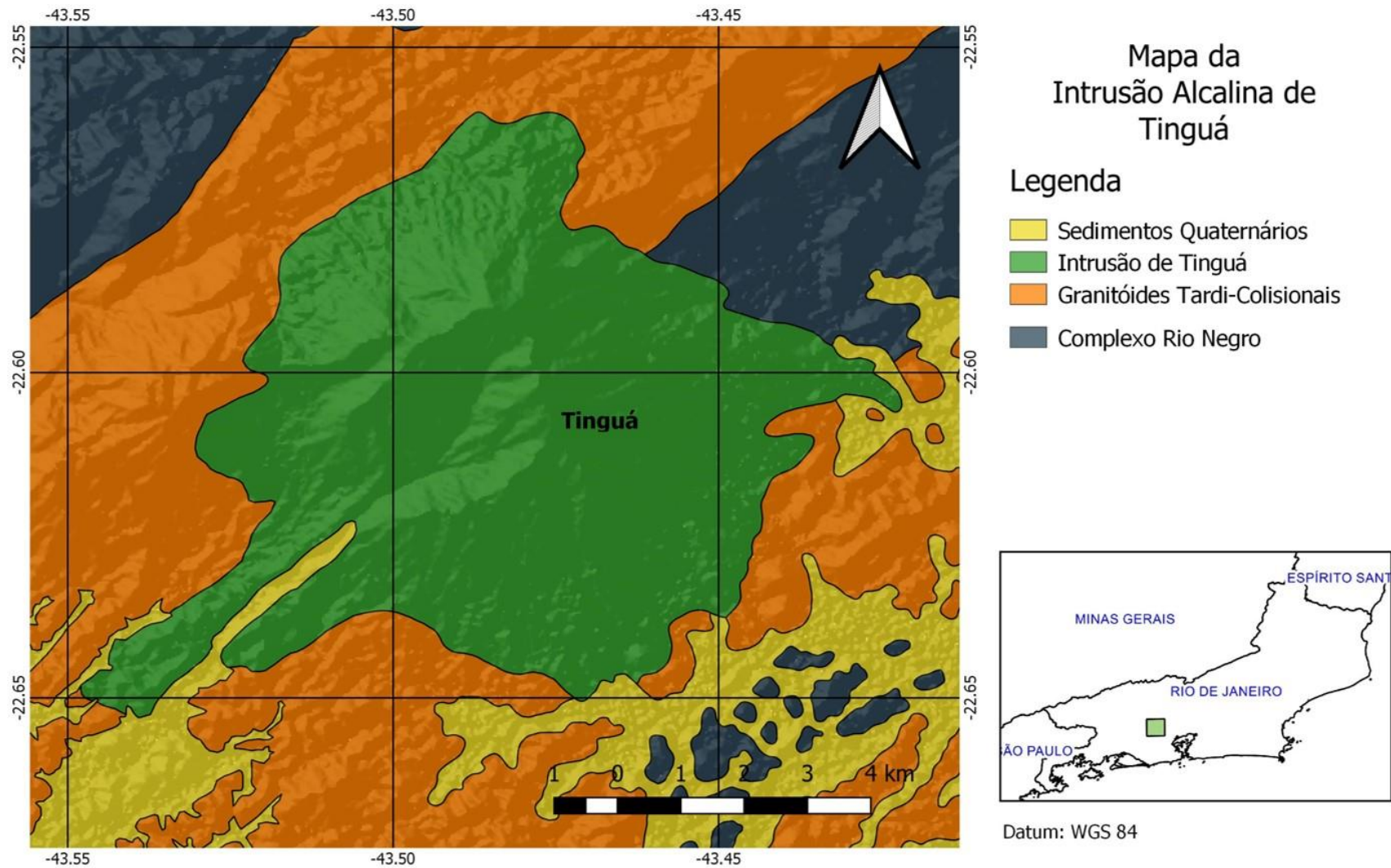
4.4 Intrusão Alcalina de Tinguá

A Intrusão alcalina de Tinguá (figura 51) está localizada no estado do Rio de Janeiro na cidade de Nova Iguaçu. Este corpo está inserido na porção central da Faixa Ribeira e intrude em grande parte granitóides tardi-colisionais da Serra dos órgãos formados por (granada)-hornblenda-biotita gnaisses granítico a granodiorítico. Em menor proporção intrude o Complexo Rio Negro formado por hornblenda ortognaisses, metadioritos, metagranitóides porfiríticos e granitóides homogêneos.

De acordo com Derby (1891) o corpo intrude em biotita-gnaisses geralmente de granulometria grossa e porfiríticos característicos das montanhas do Rio de Janeiro. Estes são cortados por numerosos diques de biotita-granito e diabásio, além de diques muitos pequenos de muscovita-granito que ocorrem raramente. No próprio maciço os litotipos predominantes são rochas ricas em ortoclásio e nefelina na forma holocristalina como foiaíta e porfirítica como fonolito. O mesmo autor considera foiaíta e fonolito diferentes fases do mesmo magma original.

Derby (1893) pontuou que rochas basálticas e fonolíticas na região ocorrem apenas em blocos perdidos ou em pequenos diques intrudidos em gnaisses. Porém, em um ponto, o autor relata a ocorrência de um pequeno dique de fonolito contendo inclusões poliedrais de foiaíta tal como passas em um pudim. Este dique por sua vez, corta um foiaíta do mesmo tipo das inclusões. A mesma relação entre foiaíta e fonolito também foi observada pelo autor na intrusão de Poços de Caldas.

Figura 51 - Mapa da intrusão alcalina de Tinguá.



Nota: Base geológica usada: Heilbron *et al* (2016).

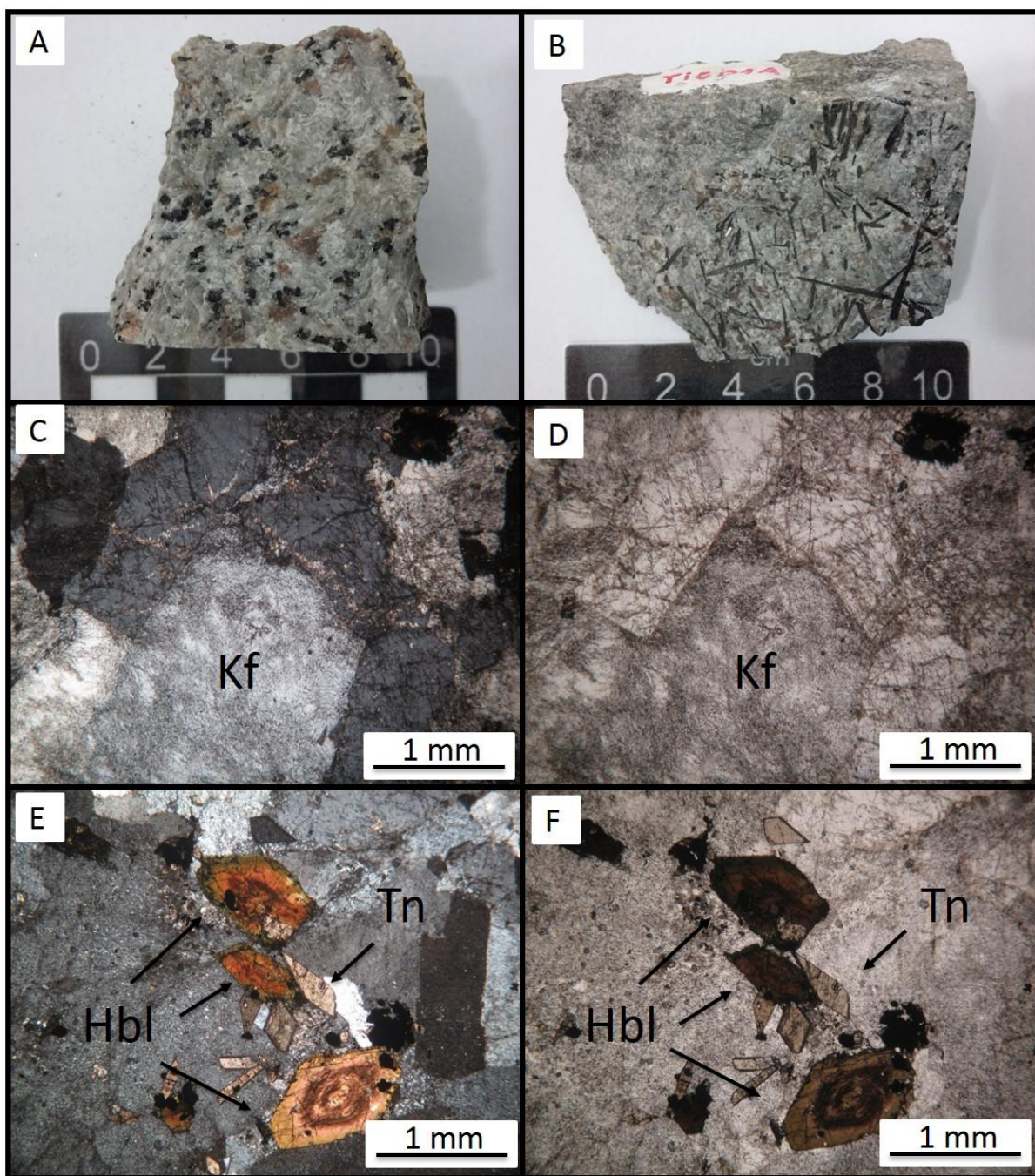
Fonte: O autor 2019.

4.4.1 Petrografia

4.4.1.1 Nefelina sienito

Rocha equigranular de granulação grossa composta essencialmente de K-feldspato e nefelina (figura 52 A e B). O feldspato possui hábito anédrico e tabular (figura 52 C e D). O mineral máfico predominante é o anfibólio (figura 52 E e F) cuja coloração varia de tons de verde a marrom com hábitos euedrais tabulares e hexagonais além de grãos xenomórficos. Apresenta clivagem em duas direções com ângulos de 120° . O anfibólio possui ainda inclusões de titanita, apatita e opacos. Os minerais acessórios são titanita cujo hábito é frequentemente euedral em forma de balão, opacos frequentemente arredondados e apatita hexagonal ou em forma de bastão.

Figura 52 - Fotos em amostra de mão e em lâmina delgada do nefelina sienito da intrusão de Tinguá.



Legenda: Hbl = hornblenda, Kf = K feldspato, Tn = titanita

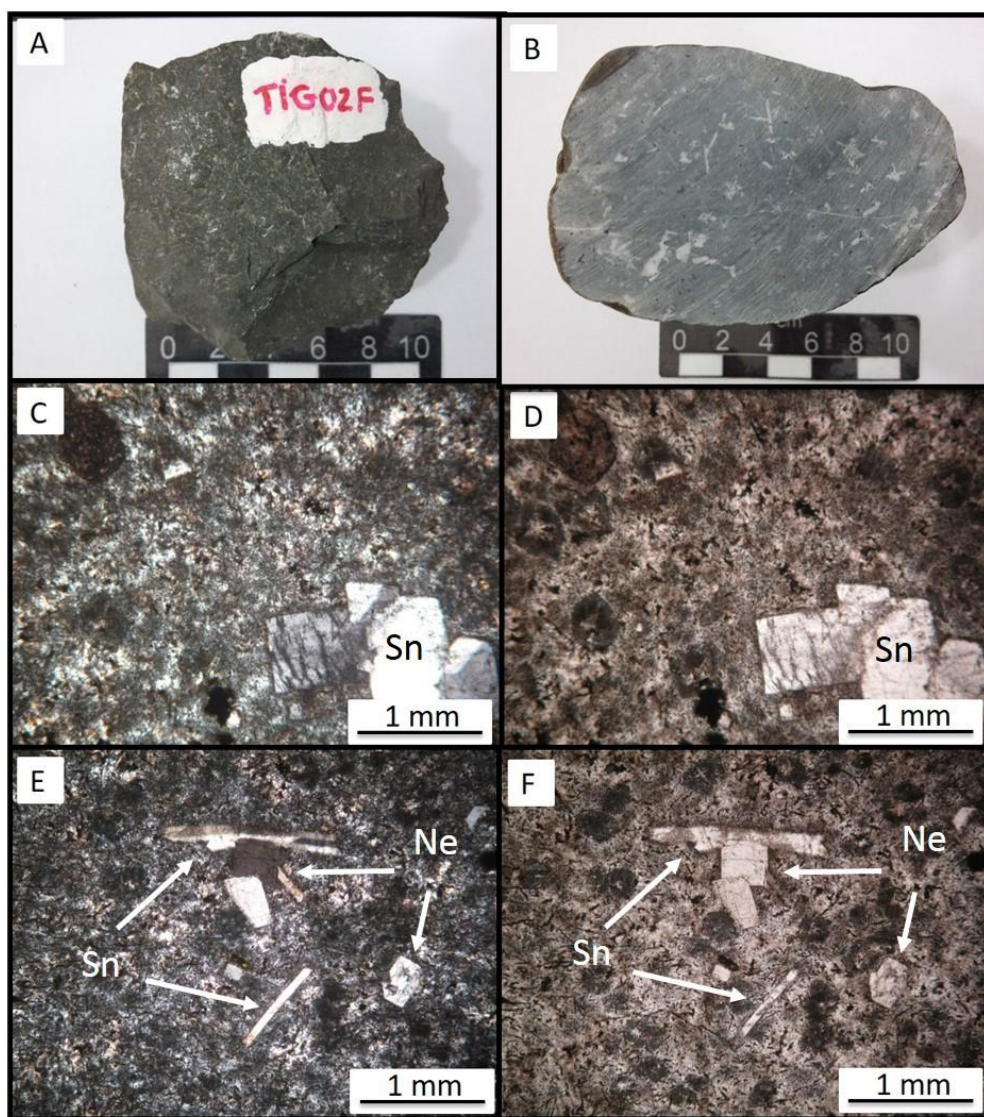
Nota: A e B aspecto macroscópico da rocha. C e E fotomicrografias com nicóis cruzados. D e F fotomicrografias com nicóis descruzados.

Fonte: O autor 2019.

4.4.1.2 Fonolito

Rocha de granulação fina micro cristalina (figura 53 A e B) e textura micro porfirítica com fenocristais de feldspato de hábito tabular (figura 53 C e D) bem como nefelina de hábito quadrado e hexagonal (figura 53 E e F). Apresenta agulhas de anfibólio na matriz. A matriz ainda conta com feldspato. Como minerais acessórios, possui opacos arredondados e titanita euedral em forma de balão.

Figura 53 - Fotos em amostra de mão e em lâmina delgada do fonolito da intrusão de Tinguá.



Legenda: Ne = nefelina, Sn = sanidina.

Nota: A e B aspecto macroscópico da rocha. C e E fotomicrografias com nicóis cruzados. D e F fotomicrografias com nicóis descruzados.

Fonte: O autor 2019.

4.4.2 Litogeoquímica Preliminar

A tabela 18 abaixo apresenta os dados das 4 análises litogeoquímicas preliminares da intrusão de Tinguá. Os dados incluem elementos maiores expressos em porcentagem de peso de seus respectivos óxidos e elementos traço incluindo os terras raras expressos em partes por milhão (ppm). Os teores médios dos óxidos maiores são 57% para SiO_2 , 20% para Al_2O_3 , 3% para Fe_2O_3 , 0,4% para MgO , 2% para CaO , 6% para Na_2O , 9% para K_2O , 0,8% para TiO_2 e 0,11% para P_2O_5 .

4.4.2.1 Classificação química

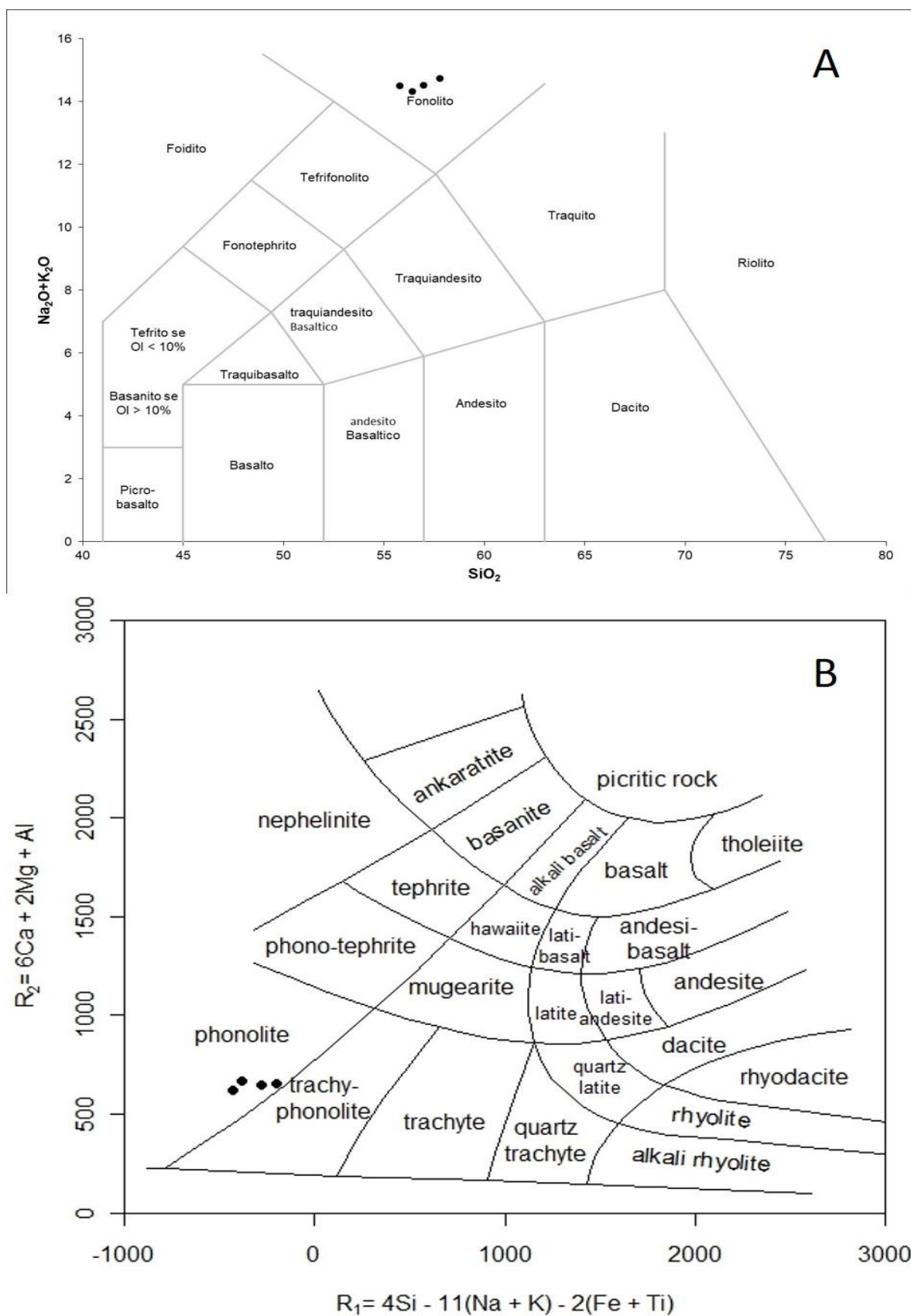
As amostras formam uma série alcalina com caráter intermediário em relação ao teor de sílica que varia de 55,82 a 57,8 % em peso. Dentro desse conjunto de análises as rochas da intrusão de Tinguá são classificadas quimicamente como fonolito (figura 54 A). A classificação catiônica proposta por De la Roche *et al* (1980) incorpora todos os elementos maiores (e parte dos menores) da química da rocha, dessa forma, considera tanto os minerais félsicos quanto os máficos. Nesse esquema as amostras da intrusão de Tinguá plotam no campo do fonolito (figura 54 B).

Tabela 18 - Litogeoquímica preliminar da intrusão de Tinguá

	TNG-08A	TNG-08B (SAMPLE 1)	TNG-08B (SAMPLE 2)	TNG-09
SiO ₂	56.99	56.44	55.82	57.8
Al ₂ O ₃	20.16	20.16	19.97	19.22
Fe ₂ O ₃ (T)	3.3	3.22	3.17	3.78
MnO	0.309	0.207	0.206	0.183
MgO	0.16	0.51	0.5	0.54
CaO	2.03	2.2	2.18	2.44
Na ₂ O	6.76	4.88	4.85	6.3
K ₂ O	7.76	9.43	9.64	8.43
TiO ₂	0.412	0.896	0.898	1024
P ₂ O ₅	0.04	0.14	0.14	0.13
LOI	1.18	1.05	1.2	1.15
Total	99.12	99.14	98.56	101
Sc	< 1	< 1	< 1	< 1
Be	5	2	2	2
V	17	24	20	35
Ba	3	78	78	48
Sr	164	1148	1144	253
Y	58	55	55	33
Zr	1159	1084	1104	340
Cr	< 20	< 20	< 20	< 20
Co	< 1	< 1	< 1	< 1
Ni	< 20	< 20	< 20	< 20
Cu	< 10	< 10	< 10	< 10
Zn	120	80	90	60
Ga	25	20	20	20
Ge	2	1	1	1
As	< 5	< 5	< 5	< 5
Rb	173	155	156	177
Nb	258	175	180	233
Mo	6	9	10	8
Ag	0.7	0.5	< 0.5	< 0.5
In	< 0.2	< 0.2	< 0.2	< 0.2
Sn	4	3	3	4
Sb	2.1	2.3	2.2	14
Cs	2.3	13	13	1
La	237	183	182	150
Ce	431	379	376	323
Pr	45.1	46.4	46	36.7
Nd	135	161	159	114
Sm	16.9	23	22.9	14.5
Eu	4.12	6.93	6.98	3.08
Gd	116	16.2	16.9	9.8
Tb	18	2.2	2.2	14
Dy	10.5	11.3	11.2	7
Ho	2	2	19	12
Er	6	5.5	5.4	3.3
Tm	0.88	0.77	0.75	0.45
Yb	5.5	4.8	4.7	2.7
Lu	0.75	0.68	0.69	0.36
Hf	24.4	18.4	18.8	9.2
Ta	17	16.1	16.7	22.5
W	2	4	4	4
Tl	0.6	0.3	0.3	0.3
Pb	36	13	16	6
Bi	1	< 0.4	0.4	< 0.4
Th	28.4	15.5	15.4	6.2
U	6.6	3.1	3.1	1.2

Fonte: O autor 2019.

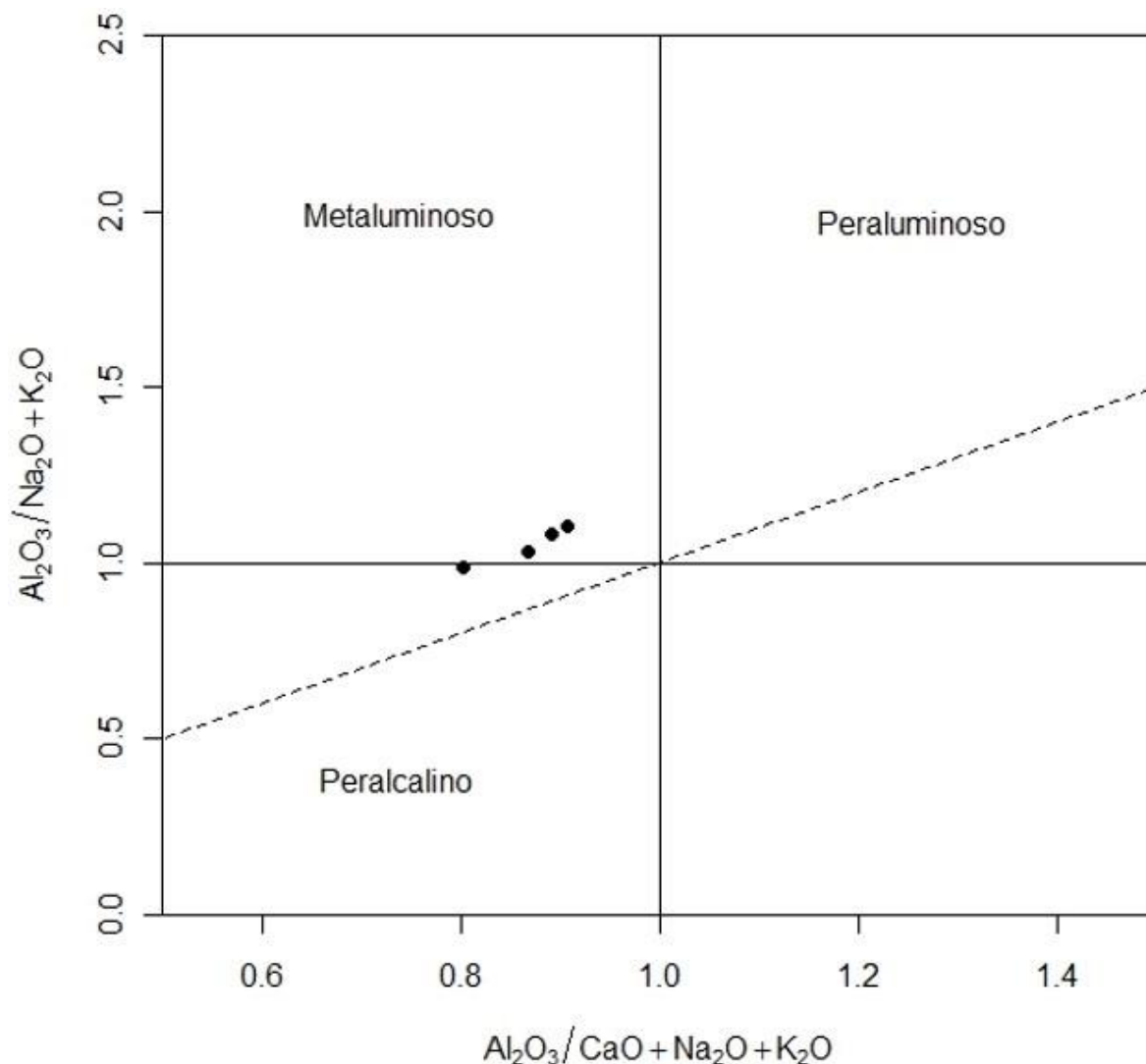
Figura 54 - Diagramas de classificação química TAS (A) e R1-R2 (B) com 4 amostras da intrusão de Tinguá.



Fonte: O autor 2019.

No diagrama de alumina saturação proposto por Shand (1943) (figura 55) as amostras plotam em sua maioria no campo metaluminoso ($\text{Al}_2\text{O}_3/\text{CaO}+\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O} < 1$) enquanto uma amostra plota no limite entre os campos metaluminoso e peralcalino ($\text{Al}_2\text{O}_3/\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O} < 1$). Toda a série tem caráter miaskítico ($\text{Al}_2\text{O}_3/\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O} > 1$).

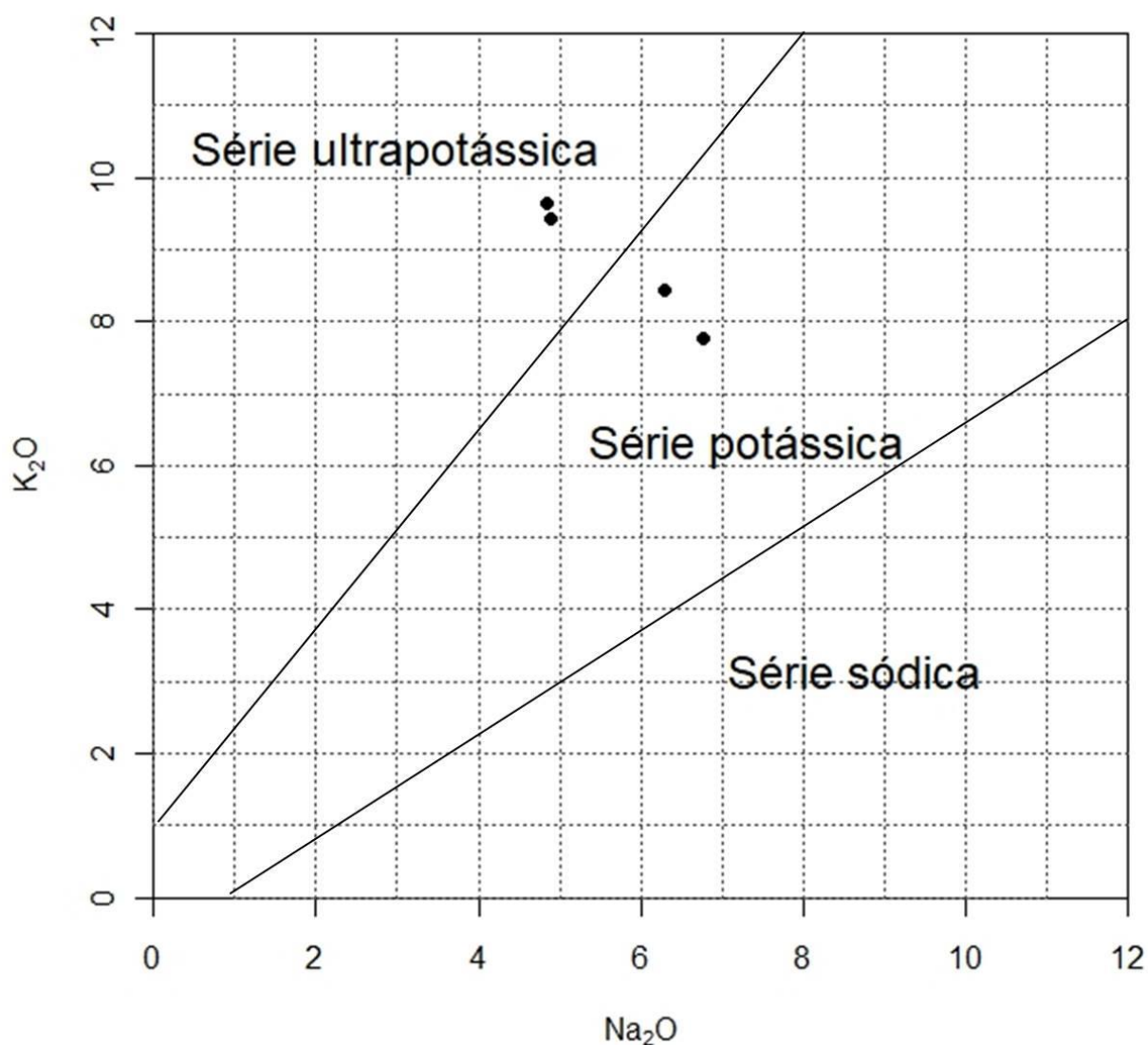
Figura 55 – Diagrama de saturação álcali alumina com 4 amostras da intrusão de Tinguá.



Fonte: O autor 2019.

Quando plotadas no diagrama binário Na_2O vs K_2O proposto por Middlesmost (1975) (figura 56) as amostras da intrusão de Tinguá caem nos campos referentes as Séries ultrapotássica e potássica.

Figura 56 - Diagrama binário Na₂O vs K₂O usado em 4 amostras da intrusão de Tinguá.



Fonte: O autor 2019.

4.4.2.2 Norma CIPW

A norma CIPW (tabela 19) foi aplicada às 4 amostras analisadas da intrusão de Tinguá. Todas as amostras apresentam uma paragênese normativa na qual predomina *Or+Ab+An+Ne* com exceção da amostra TNG-09 que não possui *An* na norma, além disso, essa é a única amostra que possui *Ns* normativa. Duas amostras (TNG-08B SAMPLE1 e TNG-08B SAMPLE2) possuem olivina (*Ol*) na norma e nenhuma possui hiperstênio (*Hy*) normativo.

Tabela 19 - Norma CIPW de 4 amostras da intrusão alcalina de Tinguá.

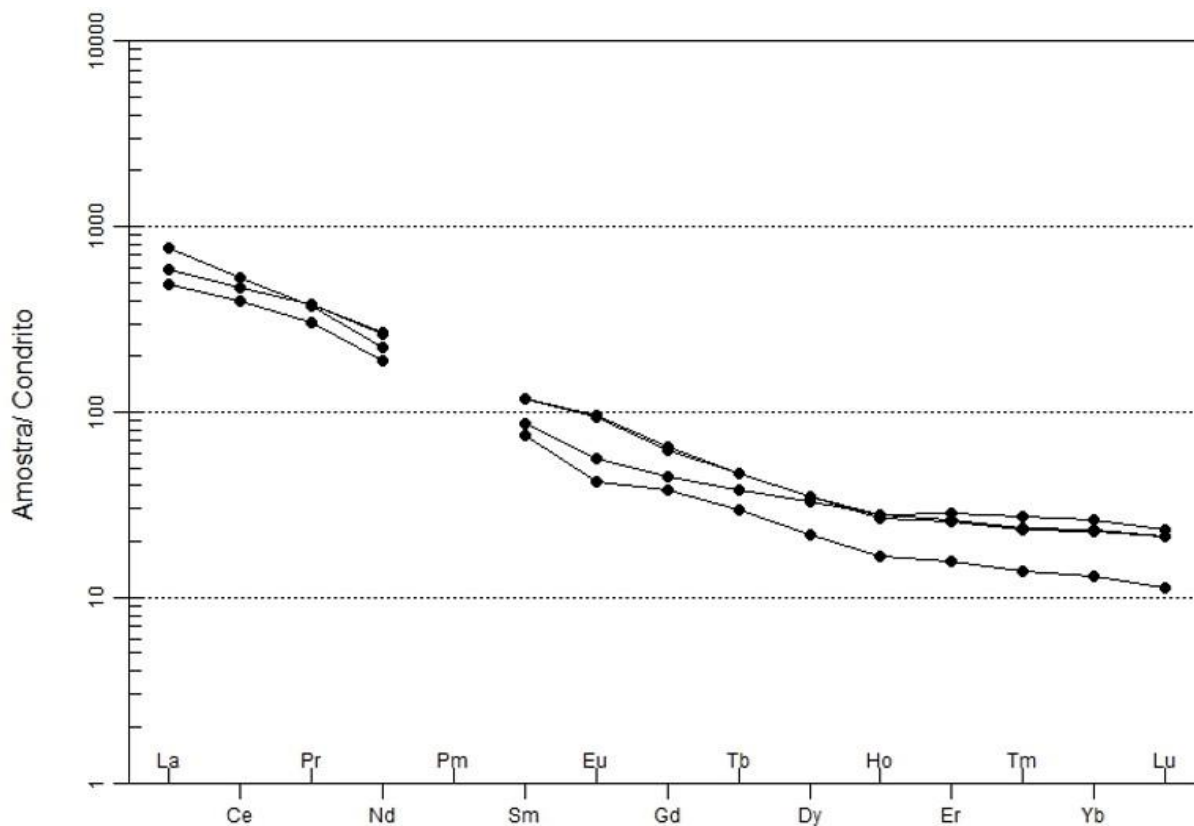
	TNG-08A	TNG-08B (SAMPLE 1)	TNG-08B (SAMPLE 2)	TNG-09
Q	0	0	0	0
C	0	0	0	0
Or	45.85918	55.72836	56.9694	49.81867
Ab	25.09016	16.25414	13.60502	23.69652
An	174462	5.251121	4.247109	0
Ne	17.39557	13.56443	14.86202	15.29206
Ns	0	0	0	0.322165
Di	0.859671	1898831	2.594625	2.901391
Wo	2.813079	0	0	1953654
Hy	0	0	0	0
Ol	0	0.27	0.03	0
Il	0.66	0.44	0.44	0.39
Tn	0	0	0	0
Pf	0.11	1.13	1.13	1.39
Ru	0	0	0	0
Ap	0.09	0.33	0.33	0.31
Sum	94.63	94.87	94.21	96.08

Fonte: O autor 2019.

4.4.2.3 Elementos terras raras

O padrão de elementos terras raras normalizado ao condrito de Boyton (1984) para os litotipos analisados é apresentado na figura 57. Todas as amostras analisadas apresentam um padrão geral de enriquecimento em terras raras leves em relação aos pesados (razão L_N/Yb_N varia de 25,7 a 37,46). Duas amostras (TNG-08A e TNG-09) possuem fraca anomalia negativa de Eu (razões Eu/Eu^* de 0,9 e 0,79 respectivamente) enquanto as outras duas amostras (TNG-08B SAMPLE1 e TNG-08B SAMPLE2) analisadas possuem anomalias positivas fracas de Eu (razões Eu/Eu^* de 1,10 e 1,08 respectivamente). A soma dos terras raras para essas amostras varia de 667,49 a 908,15.

Figura 57 - Diagrama de elementos terras raras normalizado ao condrito aplicado às amostras da intrusão alcalina de Tinguá.

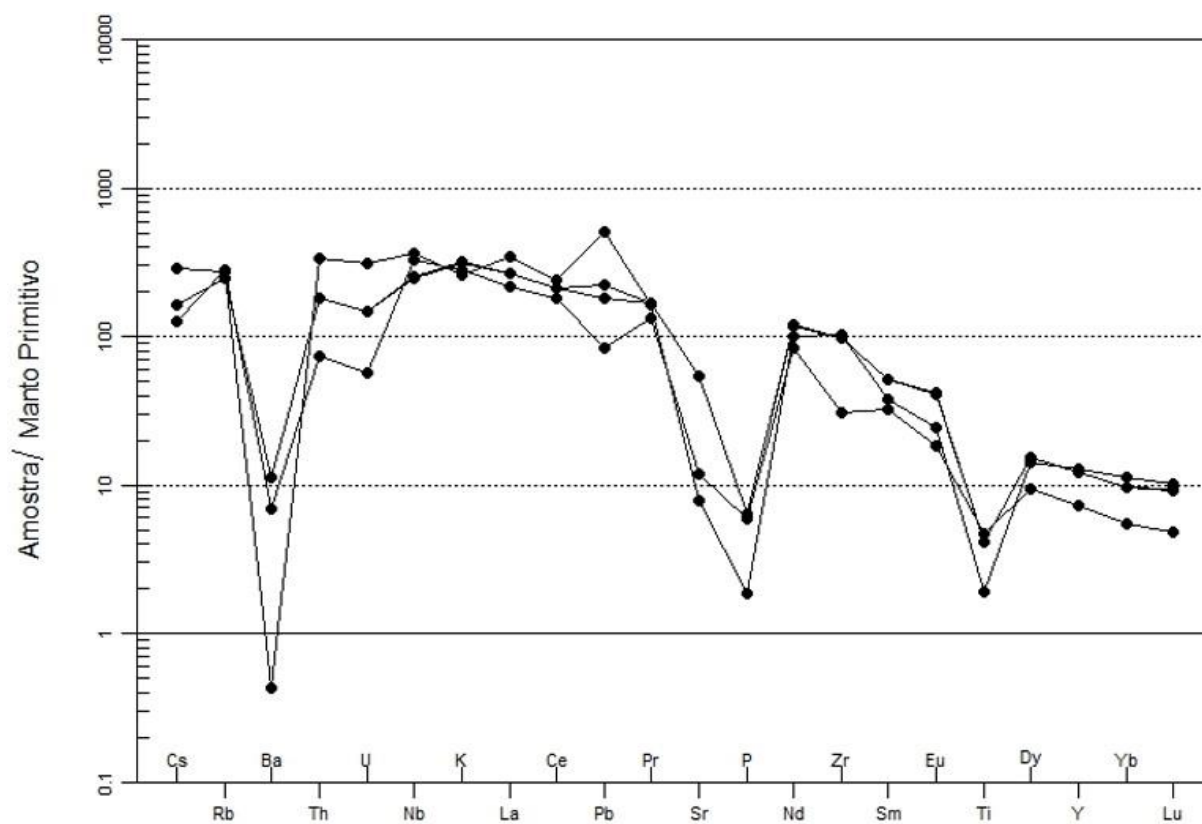


Fonte: O autor 2019.

4.4.2.4 Diagrama multi elementar

O padrão das amostras no diagrama multi-elementar normalizado ao manto primitivo de Sun e McDonough (1989) é apresentado na figura 58. O padrão geral observado para as amostras de Tinguá é de enriquecimento nos elementos localizados mais a esquerda do diagrama (Cs, Rb, Th, U, Nb, K, La, Ce, Pb e Pr) com valores acima de 100 vezes o manto primitivo. Além disso, observa-se um padrão geral de empobrecimento em Ba, P, Ti e em menor grau Sr.

Figura 58 - Diagrama multi elementar normalizado ao manto primitivo aplicado às amostras da intrusão alcalina de Tinguá.

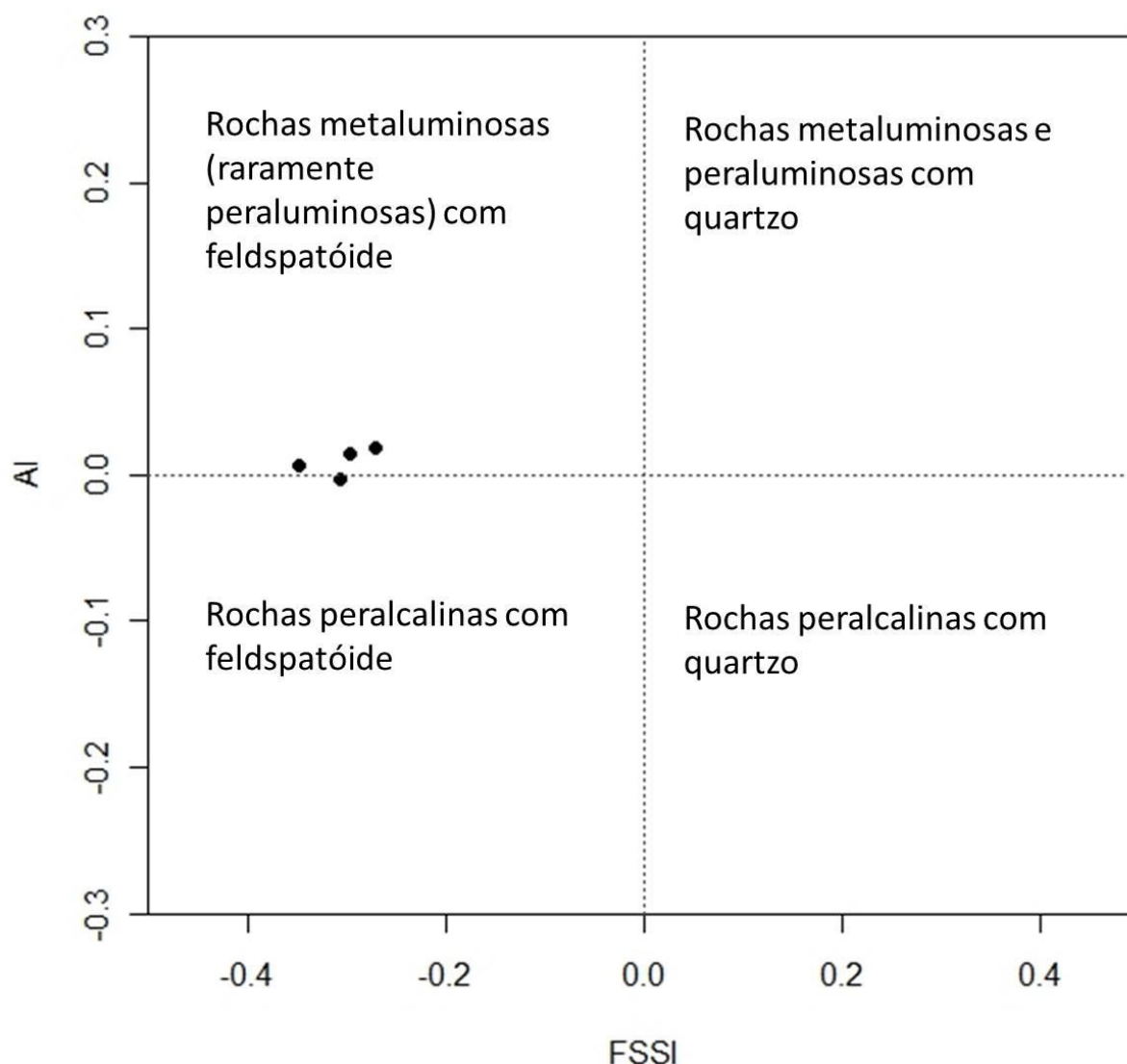


Fonte: O autor 2019.

4.4.2.5 Diagrama Al vs FSSI (Frost e Frost, 2008)

As amostras da intrusão de Rio Bonito quando plotadas no diagrama Al vs FSSI (figura 59) caem no campo correspondente às rochas metaluminosas (raramente peraluminosas) com feldspatóide.

Figura 59 - Diagrama Al vs FSSI com 4 amostras da intrusão de Tinguá.



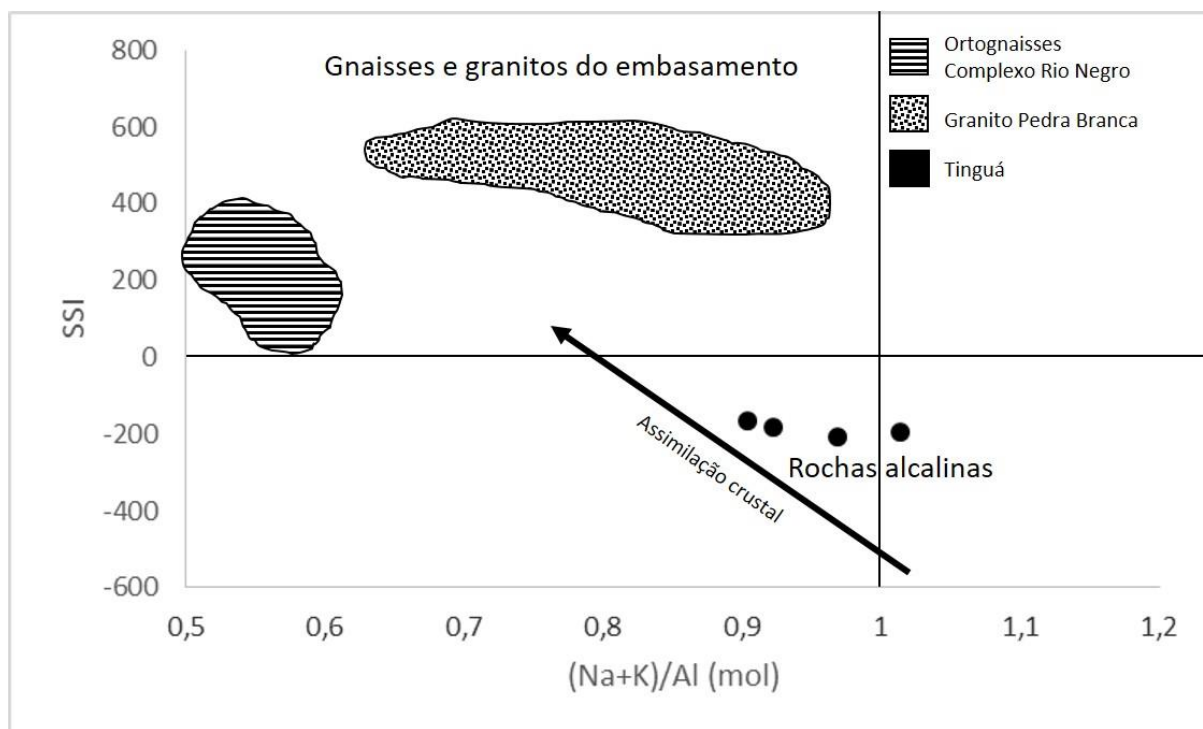
Fonte: O autor 2019.

4.4.2.6 Diagrama SSI vs (N+K)/Al (Motoki *et al*, 2010)

A figura 60 apresenta o diagrama SSI vs (N+K)/Al (mol) proposto por Motoki *et al* (2010). Nesse diagrama as amostras da intrusão de Tinguá apresentam $SSI < 0$ e $(N+K)/Al \text{ (mol)} < 1$ (com exceção de uma amostra), de modo que, plotam no quadrante inferior esquerdo do diagrama onde caem os dados de rochas alcalinas. Os gnaisses e granitos da região plotam no quadrante superior esquerdo. A seta indica um trend de assimilação crustal com SSI passando de negativo para positivo. Os polígonos no diagrama representam dados de ortognaisses do Complexo Rio

Negro (Anexo D) e do granito Pedra Branca (Anexo E) extraídos de Valeriano *et al* (2012).

Figura 60 - Diagrama SSI vs (Na+K)/Al (mol) com 4 amostras da intrusão de Tinguá.



$$SSI = 1000 * \{ (SiO_2/M1 - Al_2O_3/M2) - [5 * (Na_2O/M3 + K_2O/M4)] - CaO/M5 - MgO/M6 - MnO/M7 - FeO/M8 + [2 * (Fe_2O_3/M9)] \}$$

M = massa molecular

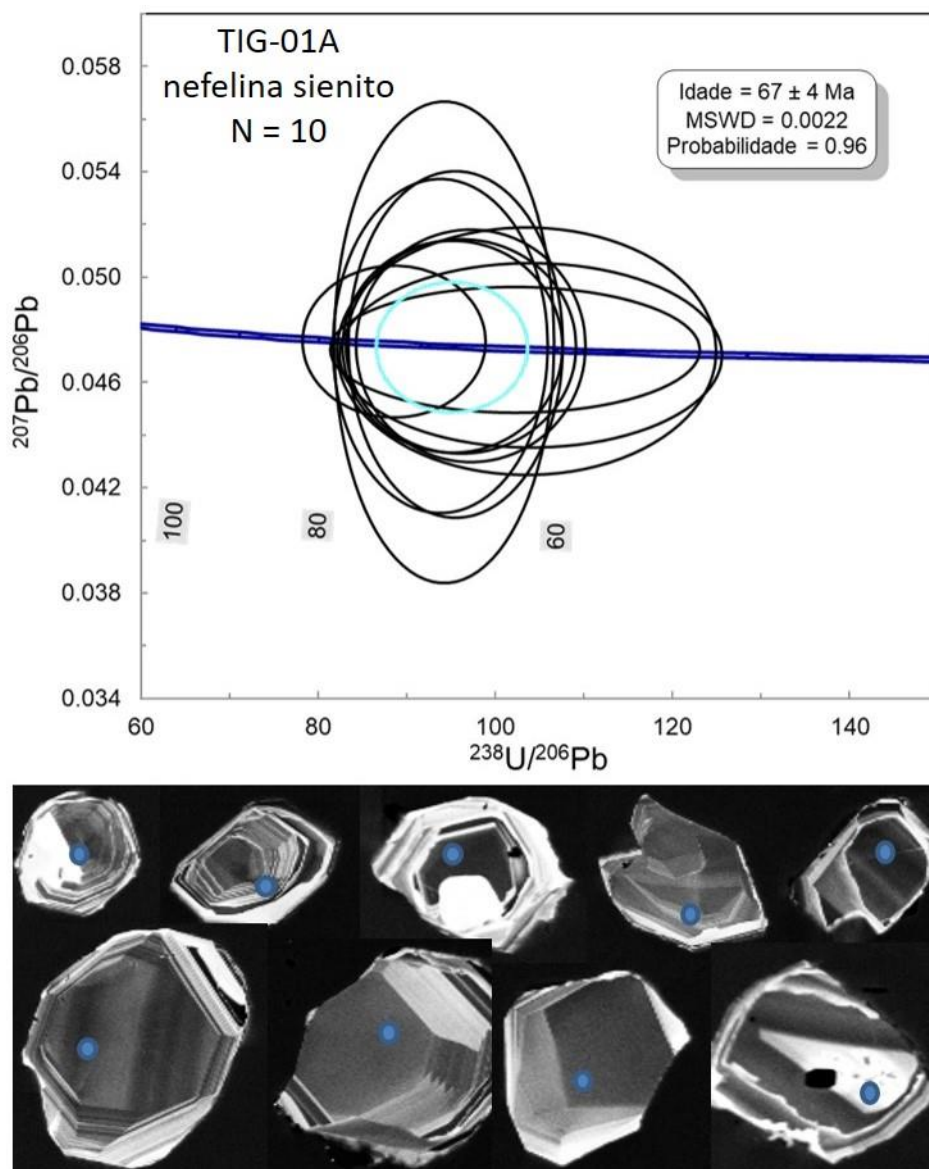
M1 = 60,0835 M2 = 101,9601 M3 = 61,9785 M4 = 94,1956 M5 = 56,077 M6 = 40,304 M7 = 70,937
M8 = 71,844 M9 = 159,687

Fonte: O autor 2019.

4.4.3 Datação U-Pb (LA-ICP-MS)

Três amostras da intrusão de Tinguá foram selecionadas para a datação U-Pb: TIG-01A, TIG-02A e TIG-03. A amostra TIG 01A possui uma idade de 67 ± 4 Ma com MSWD = 0,0022 e probabilidade de 96% (figura 61). Dos 27 pontos analisados (tabela 20) 10 foram usados para construção da concórdia. Os pontos utilizados na construção da concórdia possuem discordância de 0%.

Figura 61 - Concórdia construída a partir dos 10 pontos selecionados da amostra TIG-01A (nefelina sienito) e zircões datados.



Fonte: O autor 2019.

Tabela 20 - Dados analíticos U-Pb da amostra TIG 01A. (nefelina sienito).

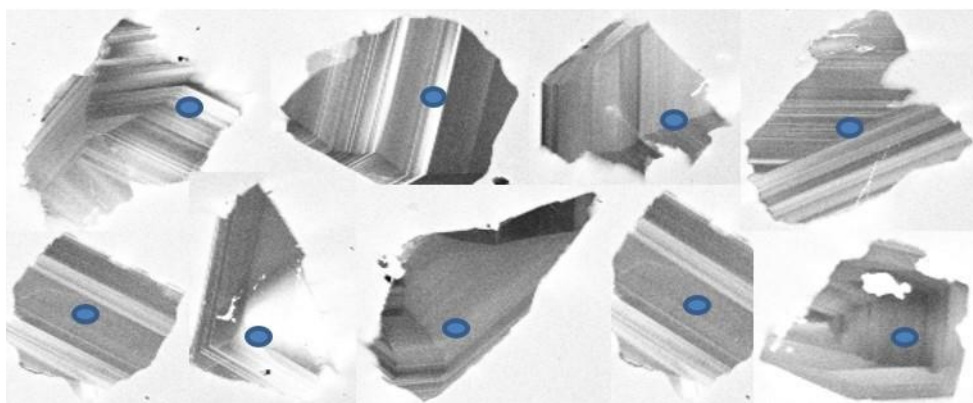
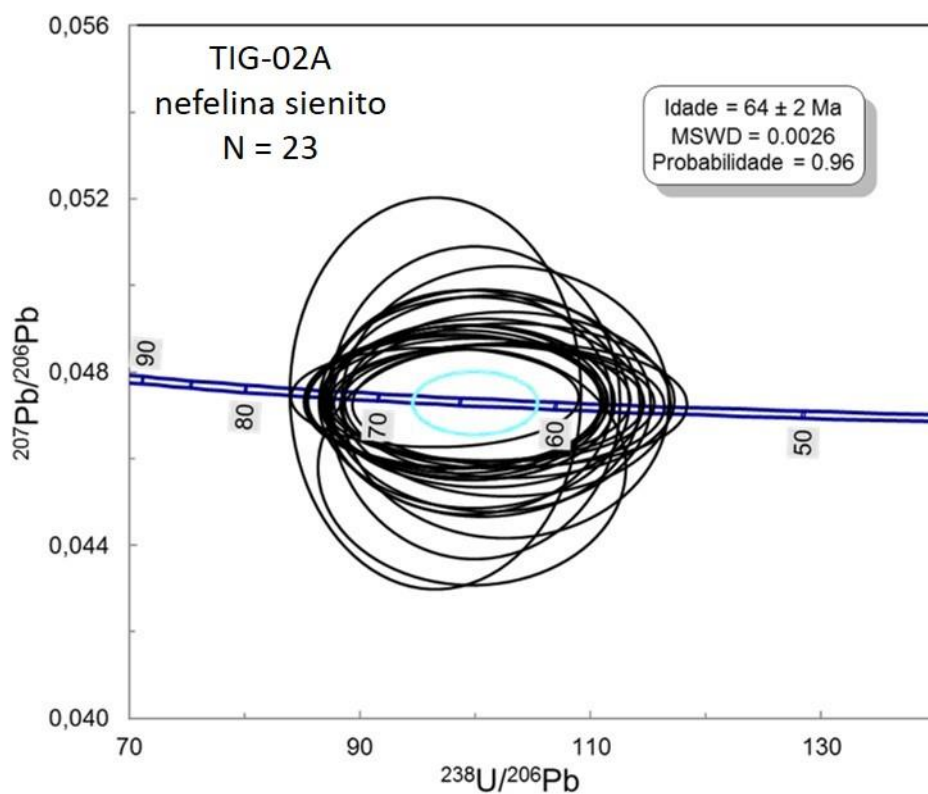
Spot	f 206	Pb	Th	U	Th/U	Razões Isotópicas						Idades (Ma)							
						207Pb/	1 s	206Pb/	1 s	Rho	207Pb/	1 s	206Pb/	1 s	207Pb/	1 s	207Pb/	1 s	%
		ppm	ppm	ppm		235U	[%]	238U	[%]		206Pb	[%]	238U	abs	235U	abs	206Pb	abs	Disc.
1A*	0.0051	7	761	462	1.65	0.068619	10.27	0.010508	8.61	0.84	0.047359	5.61	67	6	67	7	67	4	0
2A*	0.0047	3	332	196	1.70	0.069658	12.28	0.010662	8.53	0.69	0.047385	8.84	68	6	68	8	69	6	0
3A*	0.0047	5	308	347	0.89	0.067945	10.56	0.010403	8.91	0.84	0.047371	5.67	67	6	67	7	68	4	0
4A*	0.0048	6	683	389	1.76	0.067209	10.73	0.010285	8.79	0.82	0.047392	6.15	66	6	66	7	69	4	0
5A*	0.0040	1	53	65	0.82	0.076549	38.34	0.011493	9.40	0.25	0.048304	37.17	74	7	75	29	114	42	2
6A	0.2929	0	51	32	1.58	0.107948	111.00	0.011003	15.93	0.14	0.071153	109.85	71	11	104	116	962	1057	32
7A	0.0463	1	85	75	1.13	0.079857	21.08	0.010894	10.86	0.52	0.053164	18.07	70	8	78	16	336	61	10
8A	0.0041	3	328	252	1.30	0.062433	10.78	0.010545	8.78	0.81	0.042942	6.25	68	6	61	7	-171	-11	-10
9A	0.0050	5	383	415	0.92	0.062127	9.88	0.010244	8.98	0.91	0.043986	4.14	66	6	61	6	-111	-5	-7
1C	0.0200	1	119	95	1.25	0.090309	8.73	0.011410	7.78	0.89	0.057404	3.97	73	6	88	8	507	20	17
2C	0.0463	1	34	44	0.77	0.088681	16.26	0.011080	8.59	0.53	0.058049	13.80	71	6	86	14	532	73	18
3C	0.0051	3	186	201	0.92	0.077683	9.49	0.010855	8.18	0.86	0.051902	4.80	70	6	76	7	281	13	8
4C*	0.0021	1	184	70	2.62	0.069548	15.39	0.010613	8.69	0.56	0.047526	12.70	68	6	68	11	76	10	0
5C*	0.0044	1	110	85	1.29	0.070093	15.52	0.010648	8.20	0.53	0.047744	13.18	68	6	69	11	87	11	1
6C*	0.0053	1	76	109	0.70	0.068487	12.40	0.010469	8.36	0.67	0.047444	9.16	67	6	67	8	72	7	0
7C*	0.0035	2	145	188	0.77	0.074037	8.68	0.011291	7.70	0.89	0.047557	4.00	72	6	73	6	77	3	0
8C*	0.0036	3	239	207	1.15	0.071344	9.22	0.010330	8.46	0.92	0.050093	3.68	66	6	70	6	199	7	5
9C*	0.0046	2	115	181	0.64	0.072599	9.88	0.010494	8.74	0.88	0.050174	4.60	67	6	71	7	203	9	5
1D*	0.0052	12	1278	860	1.49	0.063716	13.88	0.009782	13.47	0.97	0.047240	3.34	63	8	63	9	61	2	0
2D*	0.0052	6	731	462	1.58	0.062062	15.26	0.009851	13.39	0.88	0.045691	7.31	63	8	61	9	-19	-1	-3
3D*	0.0052	8	556	713	0.78	0.062347	14.55	0.009614	13.70	0.94	0.047032	4.92	62	8	61	9	51	3	0
4D*	0.0051	6	774	417	1.86	0.060333	15.70	0.009686	13.63	0.87	0.045174	7.80	62	8	59	9	-46	-4	-4
5D*	0.0044	10	367	906	0.40	0.062842	15.14	0.009659	13.64	0.90	0.047188	6.57	62	8	62	9	59	4	0
6D*	0.0042	13	920	1138	0.81	0.059850	14.20	0.009596	13.72	0.97	0.045233	3.68	62	8	59	8	-43	-2	-4
7D	0.0047	6	411	507	0.81	0.056710	14.50	0.009733	13.54	0.93	0.042259	5.20	62	8	56	8	-211	-11	-11
8D	0.0127	7	734	543	1.35	0.056808	14.44	0.009561	13.78	0.95	0.043090	4.34	61	8	56	8	-162	-7	-9
9D	0.0240	4	383	299	1.28	0.055314	16.55	0.009696	13.65	0.82	0.041378	9.36	62	8	55	9	-264	-25	-14

Nota: Linhas sombreadas são referentes aos pontos usados na construção da Concórdia.

Fonte: O autor 2019.

A amostra TIG 02A possui uma idade de 64 ± 2 Ma com $MSWD = 0,0026$ e probabilidade de 96% (figura 62). Dos 27 pontos analisados 24 foram usados para construção da concórdia (figura 55). Os pontos utilizados na construção da concórdia possuem discordância zero com exceção de um ponto com discordância - 3% (tabela 21).

Figura 62 - Concórdia construída a partir dos 23 pontos seleccionados da amostra TIG-02A (nefelina sienito) e zircões datados.



Fonte: O autor 2019.

Tabela 21 - Dados analíticos U-Pb da amostra TIG 02A. (nefelina sienito).

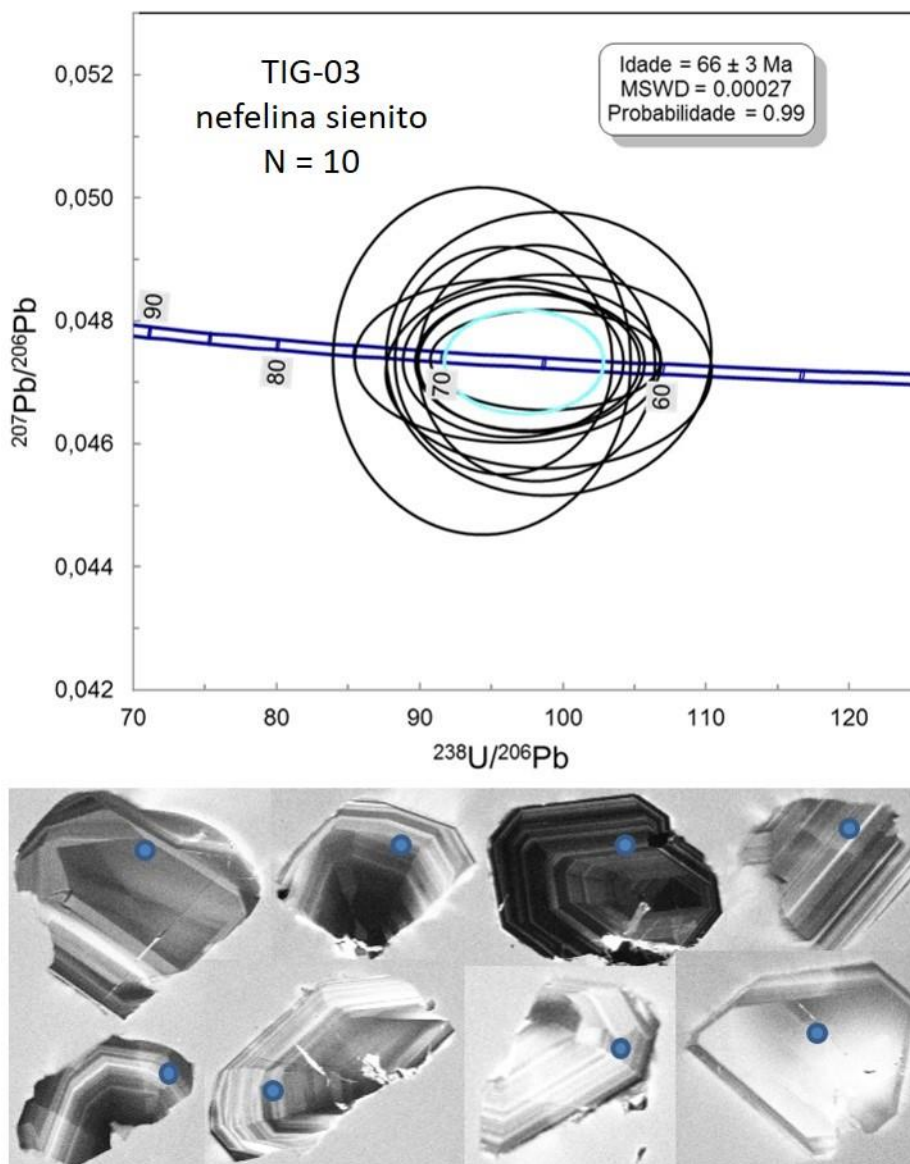
Spot	<i>f</i> 206	Pb	Th	U	Th/U	Razões Isotópicas					Idades (Ma)								
						207Pb/	1 s	206Pb/	1 s	Rho	207Pb/	1 s	206Pb/	1 s	207Pb/	1 s	207Pb/	1 s	%
		ppm	ppm	ppm		235U	[%]	238U	[%]		206Pb	[%]	238U	abs	235U	abs	206Pb	abs	Disc.
1A*	0.0018	4	218	296	0.74	0.067854	10.68	0.010359	8.63	0.81	0.047507	6.29	66	6	67	7	75	5	0
2A*	0.0046	31	5032	1652	3.05	0.067759	8.69	0.010365	8.54	0.98	0.047415	1.60	66	6	67	6	70	1	0
3A*	0.0036	32	5653	1637	3.45	0.066463	8.95	0.010184	8.69	0.97	0.047331	2.14	65	6	65	6	66	1	0
4A*	0.0048	29	5334	1469	3.63	0.066241	8.98	0.010154	8.73	0.97	0.047315	2.12	65	6	65	6	65	1	0
5A*	0.0048	24	4135	1232	3.36	0.066577	8.94	0.010204	8.68	0.97	0.047323	2.17	65	6	65	6	66	1	0
6A*	0.0027	19	2276	1348	1.69	0.064575	9.13	0.009904	8.93	0.98	0.047287	1.86	64	6	64	6	64	1	0
7A*	0.0034	20	3048	1296	2.35	0.065273	9.07	0.009997	8.85	0.98	0.047355	1.99	64	6	64	6	67	1	0
8A	0.0048	5	410	399	1.03	0.063340	9.67	0.010030	8.84	0.91	0.045801	3.93	64	6	62	6	-13	-1	-3
9A*	0.0047	12	1606	858	1.87	0.063615	9.29	0.009772	9.07	0.98	0.047213	2.02	63	6	63	6	60	1	0
1B	0.0048	21	2743	1290	2.13	0.070653	8.12	0.010519	7.90	0.97	0.048714	1.88	67	5	69	6	134	3	3
2B*	0.0052	30	4288	1906	2.25	0.065502	8.65	0.010045	8.28	0.96	0.047296	2.50	64	5	64	6	64	2	0
3B	0.0047	27	2725	1996	1.37	0.065863	8.45	0.010036	8.27	0.98	0.047597	1.69	64	5	65	5	79	1	1
4B	0.0046	22	1899	1743	1.09	0.066384	8.42	0.010104	8.21	0.97	0.047649	1.88	65	5	65	5	82	2	1
5B*	0.0051	21	2496	1523	1.64	0.065892	8.57	0.010099	8.22	0.96	0.047323	2.44	65	5	65	6	66	2	0
6B*	0.0039	33	5297	1873	2.83	0.066056	8.51	0.010126	8.20	0.96	0.047313	2.31	65	5	65	6	65	1	0
7B*	0.0051	29	5644	1408	4.01	0.065486	8.65	0.010041	8.28	0.96	0.047299	2.50	64	5	64	6	64	2	0
8B*	0.0042	9	1159	648	1.79	0.065238	9.73	0.010005	8.32	0.86	0.047291	5.04	64	5	64	6	64	3	0
9B*	0.0046	22	3587	1304	2.75	0.065624	9.02	0.010061	8.26	0.92	0.047305	3.61	65	5	65	6	65	2	0
1C*	0.0051	16	2010	1126	1.79	0.063577	10.13	0.009748	9.14	0.90	0.047304	4.38	63	6	63	6	65	3	0
2C*	0.0046	18	3318	955	3.47	0.064814	9.69	0.009942	8.97	0.93	0.047281	3.66	64	6	64	6	63	2	0
3C*	0.0048	24	3718	1489	2.50	0.064676	9.37	0.009920	8.97	0.96	0.047284	2.72	64	6	64	6	64	2	0
4C*	0.0046	25	4160	1482	2.81	0.064305	9.67	0.009866	9.02	0.93	0.047272	3.49	63	6	63	6	63	2	0
5C*	0.0051	19	2900	1180	2.46	0.063441	9.61	0.009736	9.14	0.95	0.047259	2.97	62	6	62	6	62	2	0
6C*	0.0049	22	2583	1505	1.72	0.065284	9.52	0.010011	8.89	0.93	0.047295	3.40	64	6	64	6	64	2	0
7C*	0.0039	57	7230	4074	1.77	0.062738	9.44	0.009630	9.23	0.98	0.047250	1.99	62	6	62	6	62	1	0
8C*	0.0019	67	10560	4057	2.60	0.064146	9.23	0.009840	9.03	0.98	0.047277	1.89	63	6	63	6	63	1	0
9C*	0.0034	38	5258	2524	2.08	0.063401	9.50	0.009713	9.17	0.97	0.047340	2.49	62	6	62	6	66	2	0

Nota: Linhas sombreadas são referentes aos pontos usados na construção da Concórdia.

Fonte: O autor 2019.

A amostra TIG 03 possui uma idade de 66 ± 2 Ma com $\text{MSWD} = 0,00027$ e probabilidade de 99% (figura 63). Dos 18 pontos analisados 10 foram usados para construção da concórdia. Os pontos utilizados na construção da concórdia possuem discordância zero com exceção de um ponto com discordância 4% (tabela 22).

Figura 63 - Concórdia construída a partir dos 10 pontos seleccionados da amostra TIG-03 (nefelina sienito) e zircões datados.



Fonte: O autor 2019.

Tabela 22 - Dados analíticos U-Pb da amostra TIG 03. (nefelina sienito).

						Razões Isotópicas						Idades (Ma)							
Spot	f 206	Pb	Th	U	Th/U	207Pb/	1 s	206Pb/	1 s	Rho	207Pb/	1 s	206Pb/	1 s	207Pb/	1 s	207Pb/	1 s	%
		ppm	ppm	ppm		235U	[%]	238U	[%]		206Pb	[%]	238U	abs	235U	abs	206Pb	abs	disc.
1A*	0.0051	8	779	564	1.38	0.069200	8.29	0.010600	7.28	0.88	0.047400	3.97	68	5	68	6	68	3	0
2A	0.0013	56	3646	4513	0.81	0.069000	7.49	0.010400	7.33	0.98	0.047900	1.5	67	5	68	5	95	1	29
3A	0.0051	18	2067	1230	1.68	0.069500	7.75	0.010400	7.37	0.95	0.048500	2.41	67	5	68	5	123	3	46
4A	0.0024	35	4248	2417	1.76	0.065800	7.83	0.010000	7.64	0.98	0.047700	1.73	64	5	65	5	86	1	26
5A	0.0044	14	610	1218	0.5	0.066400	7.83	0.010100	7.54	0.96	0.047500	2.11	65	5	65	5	75	2	14
6A*	0.0042	15	552	1408	0.39	0.065700	7.87	0.010100	7.59	0.96	0.047300	2.09	65	5	65	5	64	1	0
7A*	0.0035	14	1307	1045	1.25	0.067900	7.61	0.010400	7.35	0.97	0.047300	1.96	67	5	67	5	67	1	0
8A*	0.0054	7	380	641	0.59	0.066100	8.18	0.010100	7.57	0.92	0.047300	3.12	65	5	65	5	65	2	0
9A	0.0051	15	1298	1147	1.13	0.065600	7.94	0.010000	7.67	0.97	0.047700	2.03	64	5	65	5	84	2	24
1B	0.0025	28	1891	2334	0.81	0.069544	5.29	0.010604	5.15	0.97	0.047567	1.21	68	4	68	4	78	1	13
2B	0.0032	21	916	1818	0.50	0.068342	5.47	0.010411	5.30	0.97	0.047608	1.36	67	4	67	4	80	1	16
3B*	0.0025	21	785	1923	0.41	0.067610	5.54	0.010359	5.27	0.95	0.047334	1.71	66	3	66	4	66	1	0
4B	0.0026	24	1947	1833	1.06	0.067133	5.51	0.010203	5.35	0.97	0.047719	1.31	65	4	66	4	85	1	23
5B*	0.0013	60	8428	3748	2.25	0.066915	5.53	0.010254	5.31	0.96	0.047329	1.55	66	3	66	4	66	1	0
6B*	0.0027	28	3667	1814	2.02	0.066715	5.57	0.010225	5.34	0.96	0.047322	1.58	66	4	66	4	65	1	0
7B*	0.0065	12	780	972	0.80	0.066458	6.18	0.010188	5.57	0.90	0.047313	2.68	65	4	65	4	65	2	0
8B*	0.0047	12	389	1120	0.35	0.068112	5.83	0.010432	5.23	0.90	0.047354	2.58	67	3	67	4	67	2	0
9B*	0.0020	51	6559	3335	1.97	0.066118	5.49	0.010124	5.38	0.98	0.047367	1.14	65	3	65	4	68	1	4

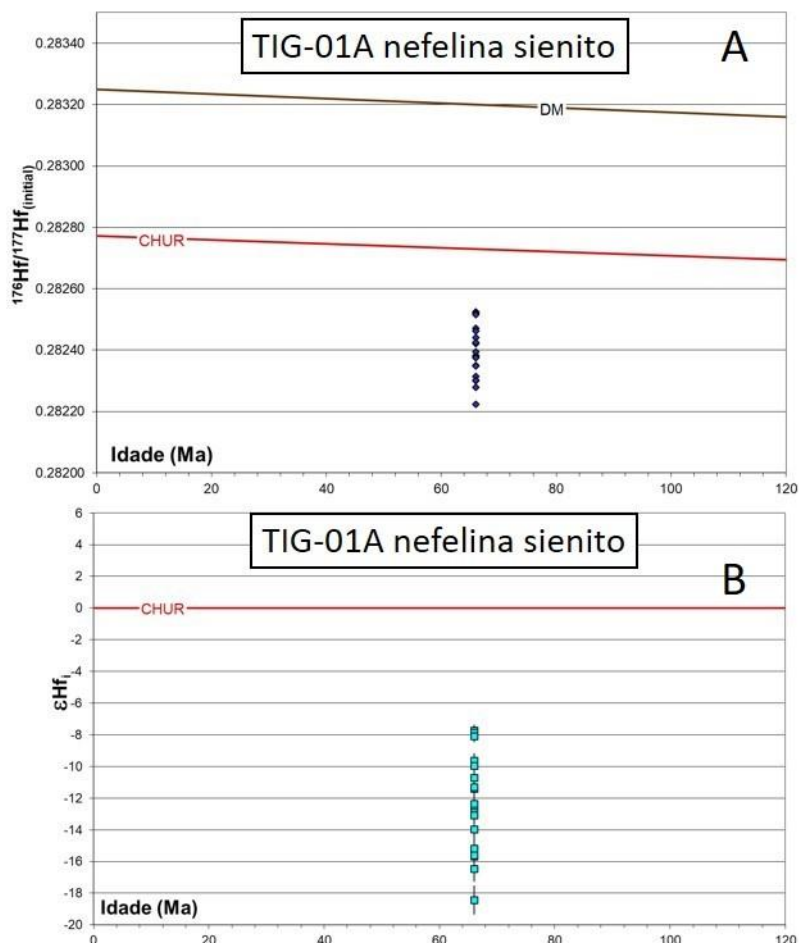
Nota: Linhas sombreadas são referentes aos pontos usados na construção da Concórdia.

Fonte: O autor 2019.

4.4.4 Dados Lu-Hf

A amostra TIG-01A apresenta ampla variação das razões iniciais $^{176}\text{Hf}/^{177}\text{Hf}$ indo de 0,282227 a 0,282526 (figura 64 A) com média de 0,282400. Os valores de εHf (t) consequentemente também têm ampla variação entre -7,7 e -18,4 (figura 64 B) (média = -12,2). Os valores de T_{DM} estão entre 1,2 e 1,9. As razões $^{176}\text{Lu}/^{177}\text{Hf}$ dessa amostra variam de 0,00034 a 0,00332 (média = 0,00204). A tabela 23 apresenta os dados isotópicos de Lu-Hf da amostra TIG-01A.

Figura 64 - (A) Diagrama $^{176}\text{Hf}/^{177}\text{Hf}$ vs. Idade da amostra TIG-01A, (B) Diagrama εHf vs. Idade da amostra TIG-01A.



Fonte: O autor 2019.

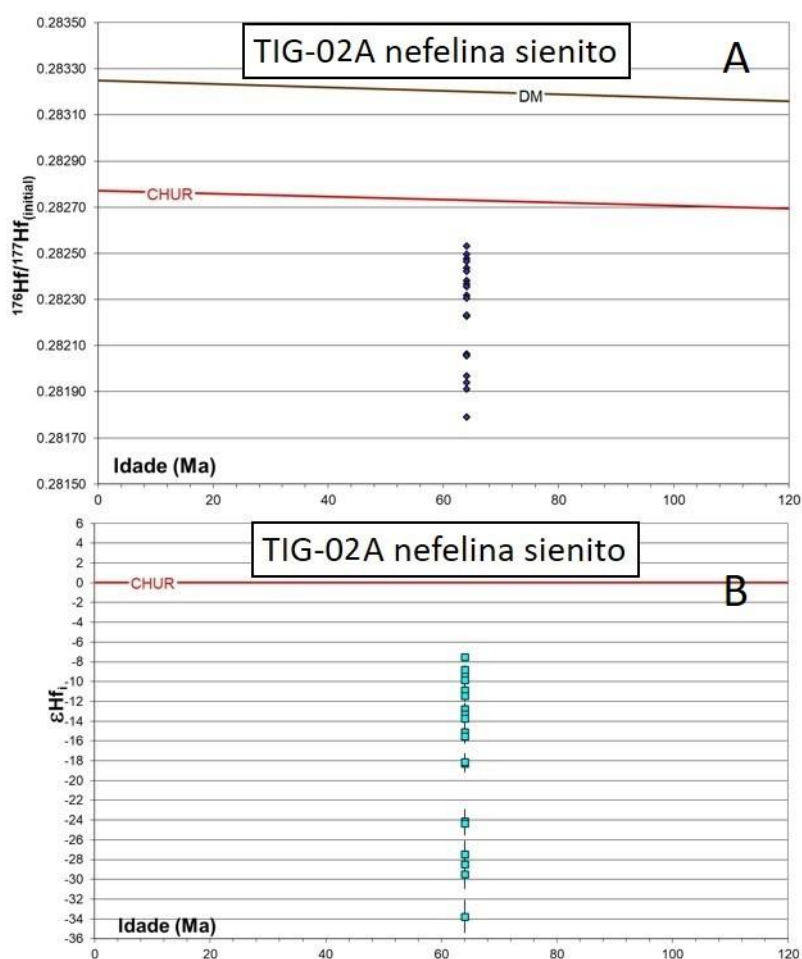
Tabela 23 - Dados de 20 análises Lu-Hf da amostra TIG-01A.

Spot	$^{176}\text{Yb}/^{177}\text{Hf}$	$\pm 2s$	$^{176}\text{Lu}/^{177}\text{Hf}$	$\pm 2s$	$^{178}\text{Hf}/^{177}\text{Hf}$	$^{180}\text{Hf}/^{177}\text{Hf}$	Sig_{Hf}	$^{176}\text{Hf}/^{177}\text{Hf}$	$\pm 2s$	$^{176}\text{Hf}/^{177}\text{Hf}_{(0)}$	eHf(t)	$\pm 2s$	Avg MORB	T_{DM2}^f	T_{DM2}^g	Idade	$\pm 2s$
175	0.0443	37	0.00105	7	1.46697	1.88635	9	0.282524	38	0.282522	-7.82002	0.90488	1.2	1.5	1.2	67	4
176	0.0424	34	0.00098	6	1.46694	1.88636	9	0.282526	11	0.282525	-7.73321	0.89260	1.2	1.5	1.2	67	4
177	0.0924	75	0.00207	13	1.46687	1.88635	8	0.282384	13	0.282382	-12.7942	1.11331	1.5	1.7	1.5	67	4
178	0.1343	108	0.00291	18	1.46696	1.88638	8	0.282304	22	0.2823	-15.6776	1.35835	1.7	1.9	1.6	67	4
179	0.0669	54	0.00147	9	1.46691	1.88626	8	0.282442	16	0.282441	-10.7142	0.98303	1.4	1.6	1.4	67	4
180	0.1312	105	0.00304	18	1.46689	1.88641	6	0.282318	16	0.282314	-15.1794	1.33397	1.6	1.9	1.6	67	4
181	0.1196	96	0.00273	16	1.46693	1.88624	6	0.282353	22	0.282349	-13.9492	1.26232	1.6	1.8	1.5	67	4
182	0.0175	14	0.00034	2	1.46687	1.88616	9	0.282472	18	0.282471	-9.63474	0.83622	1.3	1.6	1.3	67	4
183	0.1495	120	0.00332	20	1.46690	1.88634	7	0.282282	17	0.282278	-16.4549	1.45143	1.7	1.9	1.7	67	4
184	0.0944	76	0.00209	13	1.46693	1.88627	7	0.282424	24	0.282422	-11.3873	1.11793	1.4	1.7	1.4	67	4
185	0.1143	92	0.00250	15	1.46698	1.88634	6	0.282352	19	0.282349	-13.9674	1.23042	1.6	1.8	1.5	67	4
186	0.1014	81	0.00205	12	1.46687	1.88623	11	0.282381	24	0.282378	-12.9224	1.15606	1.5	1.8	1.5	67	4
187	0.1378	110	0.00313	19	1.46686	1.88650	7	0.282306	15	0.282302	-15.6068	1.37526	1.7	1.9	1.6	67	4
188	0.1124	90	0.00250	15	1.46688	1.88622	7	0.282377	16	0.282374	-13.0702	1.21897	1.5	1.8	1.5	67	4
189	0.0707	57	0.00161	10	1.46690	1.88636	7	0.282464	17	0.282462	-9.94551	0.99955	1.3	1.6	1.3	67	4
190	0.0768	62	0.00179	11	1.46688	1.88633	8	0.282427	18	0.282424	-11.2866	1.03237	1.4	1.7	1.4	67	4
191	0.0377	31	0.00091	6	1.46690	1.88633	9	0.282522	16	0.282521	-7.86587	0.88029	1.2	1.5	1.2	67	4
192	0.0339	27	0.00077	5	1.46691	1.88635	8	0.282516	22	0.282515	-8.07913	0.86825	1.2	1.5	1.2	67	4
193	0.1491	120	0.00329	20	1.46695	1.88633	8	0.282227	18	0.282222	-18.4292	1.45758	1.8	2.1	1.8	67	4
194	0.0964	89	0.00221	16	1.46684	1.88636	7	0.282397	15	0.282394	-12.3579	1.21279	1.5	1.7	1.5	67	4

Fonte: O autor 2019.

A amostra TIG-02A apresenta a maior variação das razões iniciais $^{176}\text{Hf}/^{177}\text{Hf}$ dentre as três amostras de Tinguá indo de 0,281799 a 0,282534 (figura 65 A) com média de 0,282245. Os valores de $\varepsilon\text{Hf}(t)$ em consequência, também têm ampla variação entre -7,5 e -33,7 (figura 65 B) (média = -17,8). Os valores de T_{DM} estão entre 1,2 e 2,9. As razões $^{176}\text{Lu}/^{177}\text{Hf}$ dessa amostra variam de 0,00114 a 0,00727 (média = 0,00391). A tabela 24 apresenta os dados isotópicos de Lu-Hf da amostra TIG-02A.

Figura 65 - (A) Diagrama $^{176}\text{Hf}/^{177}\text{Hf}$ vs. Idade da amostra TIG-02A, (B) Diagrama εHf vs. Idade da amostra TIG-02A.



Fonte: O autor 2019.

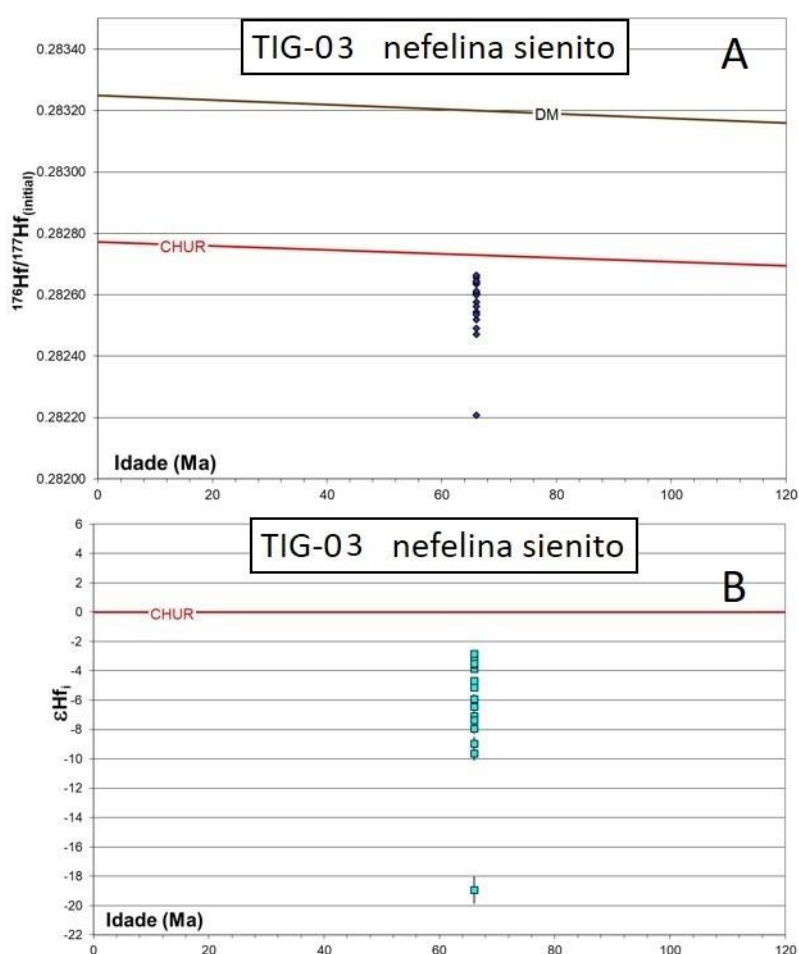
Tabela 24 - Dados de 20 análises Lu-Hf da amostra TIG-02A.

Spot	$^{176}\text{Yb}/^{177}\text{Hf}$	$\pm 2s$	$^{176}\text{Lu}/^{177}\text{Hf}$	$\pm 2s$	$^{178}\text{Hf}/^{177}\text{Hf}$	$^{180}\text{Hf}/^{177}\text{Hf}$	Sig_{Hf}	$^{176}\text{Hf}/^{177}\text{Hf}$	$\pm 2s$	$^{176}\text{Hf}/^{177}\text{Hf}_0$	eHf(t)	$\pm 2s$	Avg MORB	T_{DM2}^f	T_{DM2}^g	Idade	$\pm 2s$
195	0.2379	194	0.00503	31	1.46691	1.88663	6	0.282069	21	0.282063	-24.1218	2.10336	2.1	2.4	2.1	64	2
196	0.1496	120	0.00328	20	1.46680	1.88641	7	0.282321	15	0.282317	-15.1167	1.45553	1.6	1.9	1.6	64	2
197	0.1085	97	0.00245	18	1.46687	1.88662	7	0.282440	17	0.282437	-10.8732	1.26972	1.4	1.6	1.4	64	2
198	0.3150	265	0.00639	42	1.46682	1.88667	6	0.281976	15	0.281968	-27.4581	2.76643	2.3	2.5	2.3	64	2
199	0.1247	106	0.00262	17	1.46683	1.88637	7	0.282425	19	0.282422	-11.4176	1.34452	1.4	1.7	1.4	64	2
200	0.0512	48	0.00114	9	1.46682	1.88646	7	0.282534	16	0.282533	-7.50221	0.95594	1.2	1.5	1.2	64	2
201	0.0818	66	0.00180	11	1.46682	1.88644	6	0.282498	25	0.282496	-8.79344	1.05676	1.3	1.5	1.3	64	2
202	0.3087	247	0.00655	39	1.46691	1.88629	7	0.281919	17	0.281911	-29.4768	2.59801	2.4	2.6	2.4	64	2
203	0.3533	332	0.00727	50	1.46682	1.88632	8	0.281799	22	0.28179	-33.7606	3.40777	2.6	2.9	2.6	64	2
204	0.1468	118	0.00317	19	1.46692	1.88620	7	0.282310	16	0.282306	-15.5108	1.43719	1.6	1.9	1.6	64	2
205	0.1890	166	0.00413	29	1.46694	1.88648	8	0.282233	16	0.282228	-18.2686	1.84702	1.8	2.0	1.8	64	2
206	0.0982	81	0.00218	14	1.46692	1.88628	7	0.282480	13	0.282477	-9.47581	1.15460	1.3	1.6	1.3	64	2
207	0.0881	71	0.00192	12	1.46690	1.88633	6	0.282468	14	0.282466	-9.86916	1.08584	1.3	1.6	1.3	64	2
208	0.2000	161	0.00430	26	1.46693	1.88636	7	0.282237	16	0.282232	-18.1351	1.80302	1.8	2.0	1.8	64	2
209	0.1401	112	0.00297	18	1.46690	1.88628	7	0.282387	19	0.282383	-12.7892	1.39339	1.5	1.7	1.5	64	2
210	0.1276	103	0.00283	17	1.46702	1.88666	6	0.282372	14	0.282369	-13.3073	1.32144	1.5	1.8	1.5	64	2
211	0.2439	195	0.00524	32	1.46693	1.88637	7	0.282063	14	0.282056	-24.3446	2.11615	2.1	2.4	2.1	64	2
212	0.3043	271	0.00635	44	1.46694	1.88623	7	0.281947	17	0.281939	-28.4891	2.82503	2.3	2.6	2.3	64	2
213	0.1414	129	0.00305	23	1.46693	1.88648	7	0.28236	15	0.282356	-13.7494	1.52841	1.5	1.8	1.5	64	2
214	0.2573	206	0.00549	33	1.46686	1.88646	8	0.282063	19	0.282056	-24.3578	2.21751	2.1	2.4	2.1	64	2

Fonte: O autor 2019.

Por fim, a amostra TIG-03 apresenta ampla variação das razões iniciais $^{176}\text{Hf}/^{177}\text{Hf}$ indo de 0,282214 a 0,282645 (figura 66 A) com média de 0,282572. Os valores de εHf (t), por conseguinte, também têm ampla variação entre -3 e -19 (figura 66 B) (média = -6,1). Os valores de T_{DM} estão entre 1,2 e 1,8. As razões $^{176}\text{Lu}/^{177}\text{Hf}$ dessa amostra variam de 0,00014 a 0,00461 (média = 0,001). A tabela 25 apresenta os dados isotópicos de Lu-Hf da amostra TIG-03.

Figura 66 - (A) Diagrama $^{176}\text{Hf}/^{177}\text{Hf}$ vs. Idade da amostra TIG-03, (B) Diagrama εHf vs. Idade da amostra TIG-03.



Fonte: O autor 2019.

Tabela 25 - Dados de 20 análises Lu-Hf da amostra TIG-03.

Spot	$^{176}\text{Yb}/^{177}\text{Hf}$	$\pm 2s$	$^{176}\text{Lu}/^{177}\text{Hf}$	$\pm 2s$	$^{178}\text{Hf}/^{177}\text{Hf}$	$^{180}\text{Hf}/^{177}\text{Hf}$	Sig_{Hf}	$^{176}\text{Hf}/^{177}\text{Hf}$	$\pm 2s$	$^{176}\text{Hf}/^{177}\text{Hf}_0$	eHf(t)	$\pm 2s$	Avg MORB	T_{DM2}^f	T_{DM2}^g	Idade	$\pm 2s$
224	0.0067	6	0.00014	1	1.46675	1.88657	7	0.282662	1120	0.282661	-2.90401	0.82700	1.0	1.2	0.9	66	3
225	0.0501	41	0.00108	7	1.46680	1.88662	6	0.282544	19	0.282542	-7.11973	0.91944	1.2	1.4	1.2	66	3
226	0.0416	33	0.00081	5	1.46676	1.88648	8	0.282545	19	0.282544	-7.06763	0.88941	1.2	1.4	1.2	66	3
227	0.0861	69	0.00198	12	1.46664	1.88659	6	0.282493	20	0.282491	-8.93725	1.07471	1.3	1.5	1.3	66	3
228	0.0472	38	0.00104	6	1.46677	1.88659	7	0.282578	25	0.282577	-5.90278	0.90750	1.1	1.4	1.1	66	3
229	0.0411	33	0.00083	5	1.46672	1.88645	8	0.282563	17	0.282562	-6.43228	0.88798	1.2	1.4	1.1	66	3
230	0.0296	24	0.00064	4	1.46663	1.88651	7	0.282608	24	0.282607	-4.82100	0.85818	1.1	1.3	1.0	66	3
231	0.0118	9	0.00028	2	1.46674	1.88653	6	0.282656	21	0.282655	-3.12584	0.83027	1.0	1.2	1.0	66	3
232	0.2121	170	0.00461	28	1.46671	1.88672	7	0.282214	22	0.282208	-18.93417	1.88413	1.8	2.1	1.8	66	3
233	0.0098	8	0.00022	1	1.46660	1.88642	7	0.282663	21	0.282663	-2.84647	0.82864	1.0	1.2	0.9	66	3
234	0.0210	18	0.00046	3	1.46668	1.88671	8	0.282638	28	0.282637	-3.76091	0.84517	1.0	1.3	1.0	66	3
235	0.0272	23	0.00051	3	1.46666	1.88665	7	0.282635	31	0.282634	-3.87091	0.85527	1.0	1.3	1.0	66	3
236	0.0422	35	0.00091	5	1.46659	1.88657	7	0.282603	34	0.282602	-5.00412	0.89658	1.1	1.3	1.1	66	3
237	0.0743	62	0.00155	9	1.46663	1.88669	7	0.282522	21	0.28252	-7.91706	1.03010	1.2	1.5	1.2	66	3
238	0.0768	63	0.00162	10	1.46657	1.88674	7	0.282473	17	0.282471	-9.64357	1.03641	1.3	1.6	1.3	66	3
239	0.0451	37	0.00099	6	1.46665	1.88684	6	0.282600	23	0.282599	-5.12121	0.90419	1.1	1.3	1.1	66	3
240	0.0587	48	0.00104	6	1.46663	1.88678	8	0.282536	28	0.282535	-7.37413	0.95586	1.2	1.5	1.2	66	3
241	0.0183	15	0.00041	2	1.46659	1.88666	7	0.282643	27	0.282643	-3.5615	0.83807	1	1.2	1	66	3
242	0.012	10	0.00022	1	1.46651	1.8868	6	0.282645	27	0.282645	-3.49738	0.83097	1	1.2	1	66	3
243	0.0318	26	0.00073	4	1.46653	1.88671	6	0.282612	23	0.282611	-4.67428	0.86331	1.1	1.3	1	66	3

Fonte: O autor 2019.