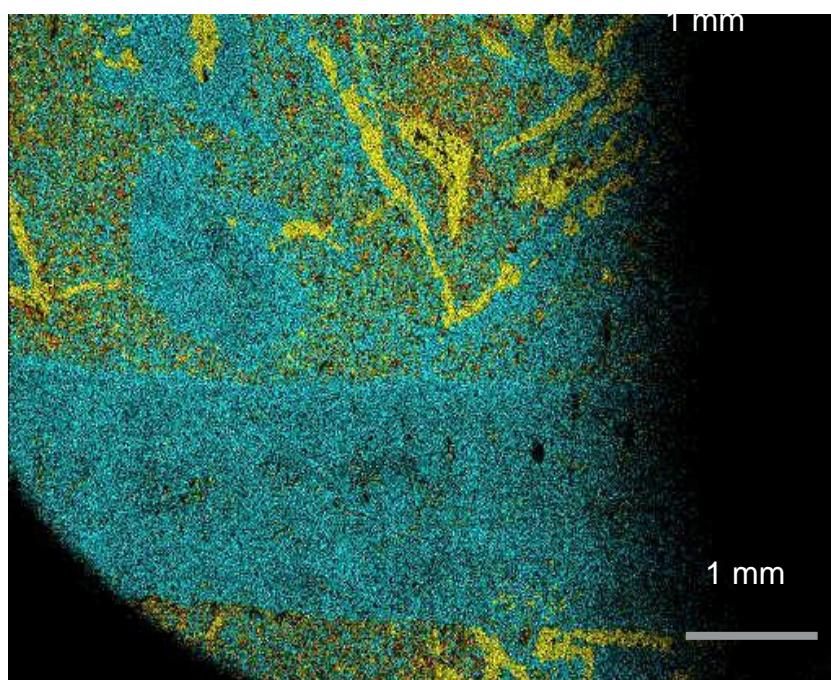
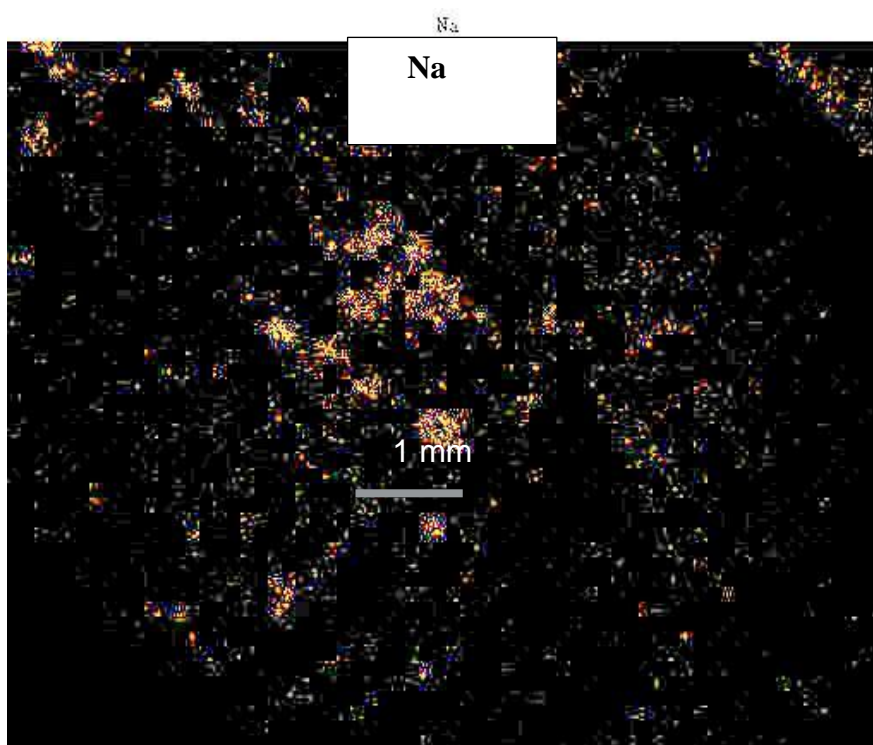


Figura 43 – Amostra #1 Área #12 Lagoa Feia (MEV-Si-Ca-Mg)



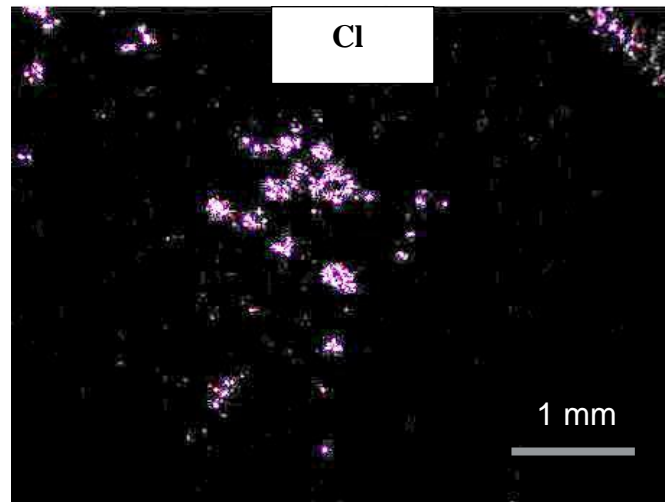
Fonte: O autor, 2014

Figura 44 – Amostra #1 Área #2 Lagoa Feia Sódio Na (MEV)



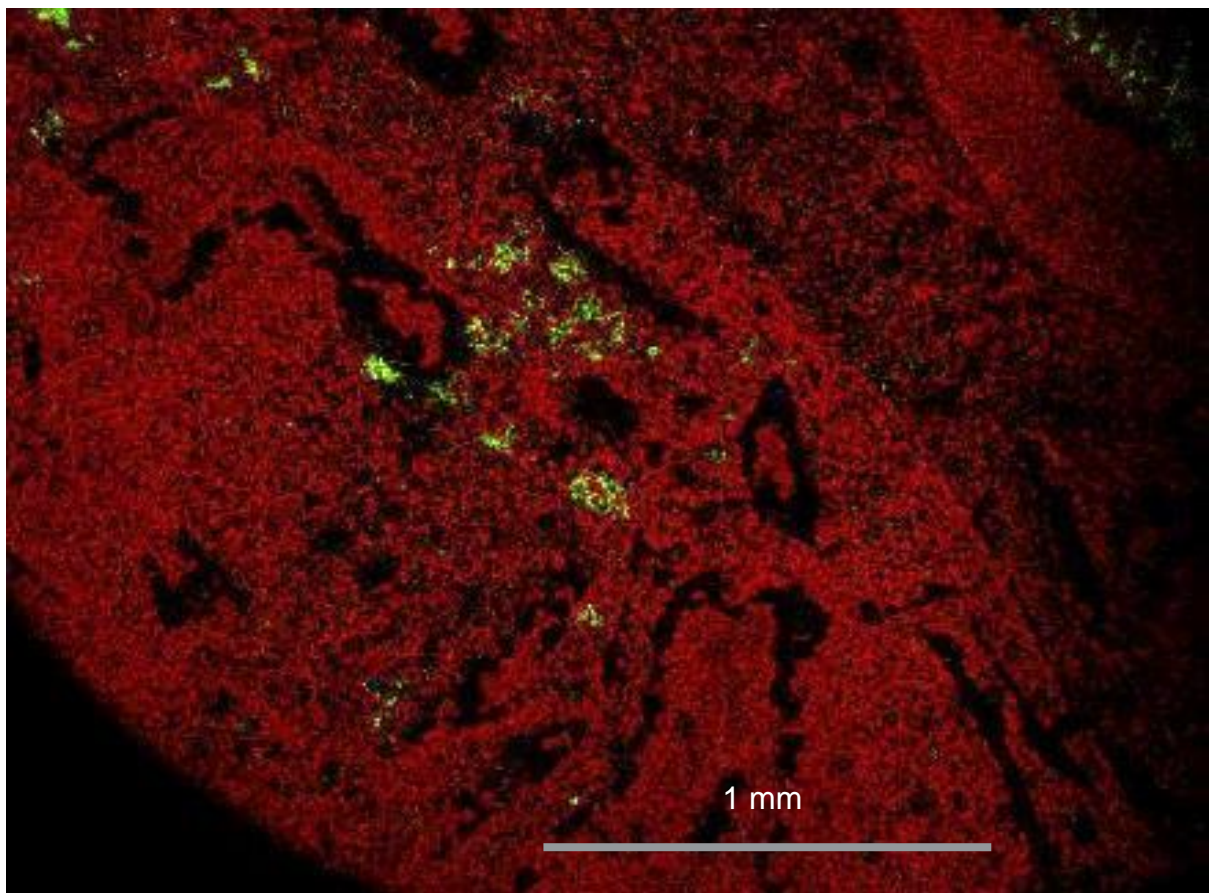
Fonte: O autor, 2014

Figura 45 – Amostra #1 Área #2 Lagoa Feia Cloro Cl (MEV)



Fonte: O autor, 2014

Figura 46 – Amostra #1 Área #2 Lagoa Feia (Na-Cl)



Fonte: O autor, 2014

#### 4.4.4 Conclusões MEV Amostra #1 Áreas #1 até #12

Detecta-se através do EDS a presença de magnésio nas 12 áreas e a imagem do MEV não detecta o cristal de Dolomita em nenhuma das amostras. Com isso se sabe que na Formação Lagoa Feia existe a presença de Estevensita sem a presença de Dolomita nas amostras analisadas. Na área 3 em particular, se observa na imagem a grande quantidade de Estevensita dispersa, o que corrobora os resultados do EDS com respeito à maior quantidade de magnésio encontrado nesta área.

As Figuras 44 até 46 mostram a presença de sódio nas mesmas áreas indicando a presença do sal Halita NaCl em pelo menos uma área. Assim como mencionado anteriormente, fazer a tentativa de identificar Estevensita através da quantidade de sódio é infrutífera pois, neste ambiente evaporítico tanto da Formação Lagoa Feia como do pré-sal, a presença do sódio esta associada principalmente à Halita (NaCl).

Além disso o sódio presente na Estevensita apresenta uma quantidade muito inferior quando comparado ao sódio proveniente da Halita, assim a tentativa de quantificar a Estevensita medindo-se o sódio somente irá trazer um ruído não desejado na medição desta. Nos exemplos das Figuras 44 a 46 se identificaria Estevensita ao invés de Halita caso se tomasse em consideração a medição do sódio ser proveniente da primeira no programa petrofísico estocástico.

## 4.4.5 Resultados EDS Amostra #3 Áreas #1 até #12

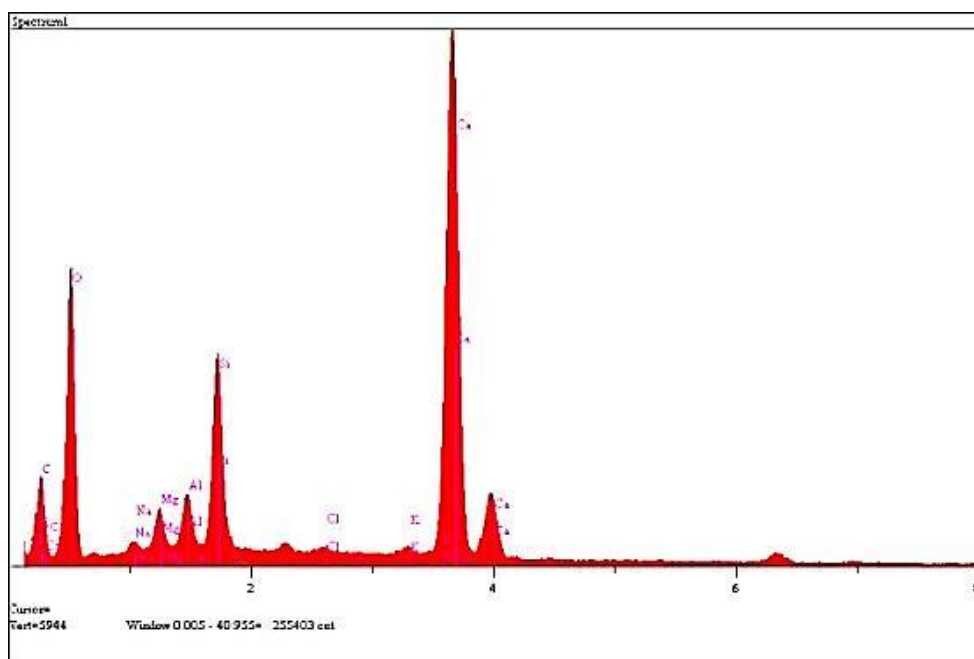
Tabela 17 – Concentração Óxidos e Elementos Amostra#3 Área#1 Formação Lagoa Feia

Oxidos	Concentração	Elementos	Intensidade (c/s)	Erro (2-sig)	Concentração (wt.%)
C	0.000	C	121.99	2.852	0.000
Na <sub>2</sub> O	1.860	O	391.93	5.111	37.780
MgO	5.759	Na	21.4	1.194	1.380
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	8.170	Mg	76.01	2.251	3.473
SiO <sub>2</sub>	27.721	Al	105.94	2.657	4.324
SO <sub>3</sub>	1.236	Si	348.24	4.818	12.958
Cl	0.493	Si	13.24	0.939	0.495
K <sub>2</sub> O	0.743	Cl	10.58	0.84	0.402
CaO	51.657	K	16.42	1.046	0.617
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2.360	Ca	911.65	7.795	36.920
Total	100.000	Fe	19.58	1.142	1.651
				<b>Total</b>	<b>100</b>

/KV=20/Takeoff Angle=45/Elapsed Livetime=60/

Fonte: O autor, 2014

Figura 47 – Amostra #3 Área #1 Lagoa Feia (EDS)



Fonte: O autor, 2014

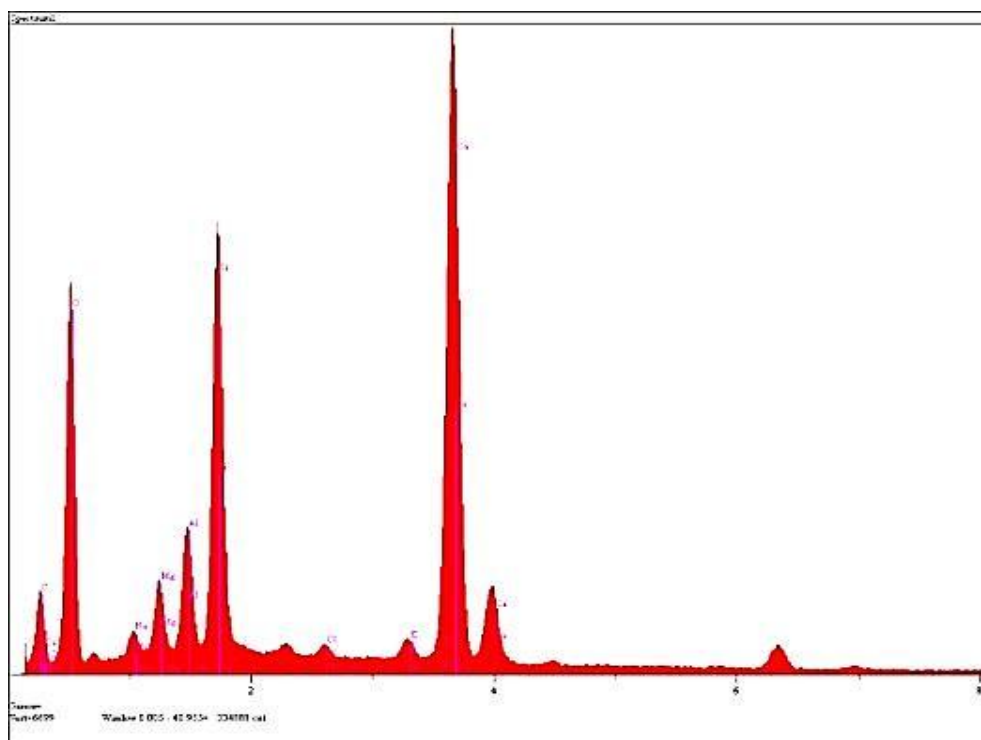
Tabela 18 – Concentração Óxidos e Elementos Amostra#3 Área#2 Formação Lagoa Feia

Oxidos	Concentração	Elementos	Intensidade (c/s)	Erro (2-sig)	Concentração (wt.%)
C	0.000	C	105.27	2.649	0.000
Na2O	2.150	O	436.12	3.693	40.001
MgO	5.280	Na	37.44	1.38	1.595
Al2O3	9.993	Mg	104.78	2.643	3.184
SiO2	35.947	Al	194.69	3.603	5.289
SO3	1.168	Si	665.95	6.663	16.803
Cl	0.678	Si	17.89	1.092	0.468
K2O	1.277	Cl	20.87	1.179	0.553
CaO	40.324	K	40.13	1.636	1.060
Fe2O3	3.183	Ca	1019.07	8.242	28.820
<b>Total</b>	<b>100.000</b>	<b>Fe</b>	<b>39.21</b>	<b>1.617</b>	<b>2.226</b>
				<b>Total</b>	<b>100</b>

/KV=20/Takeoff Angle=45/Elapsed Livetime=60/

Fonte: O autor, 2014

Figura 48 – Amostra #3 Área #2 Lagoa Feia (EDS)



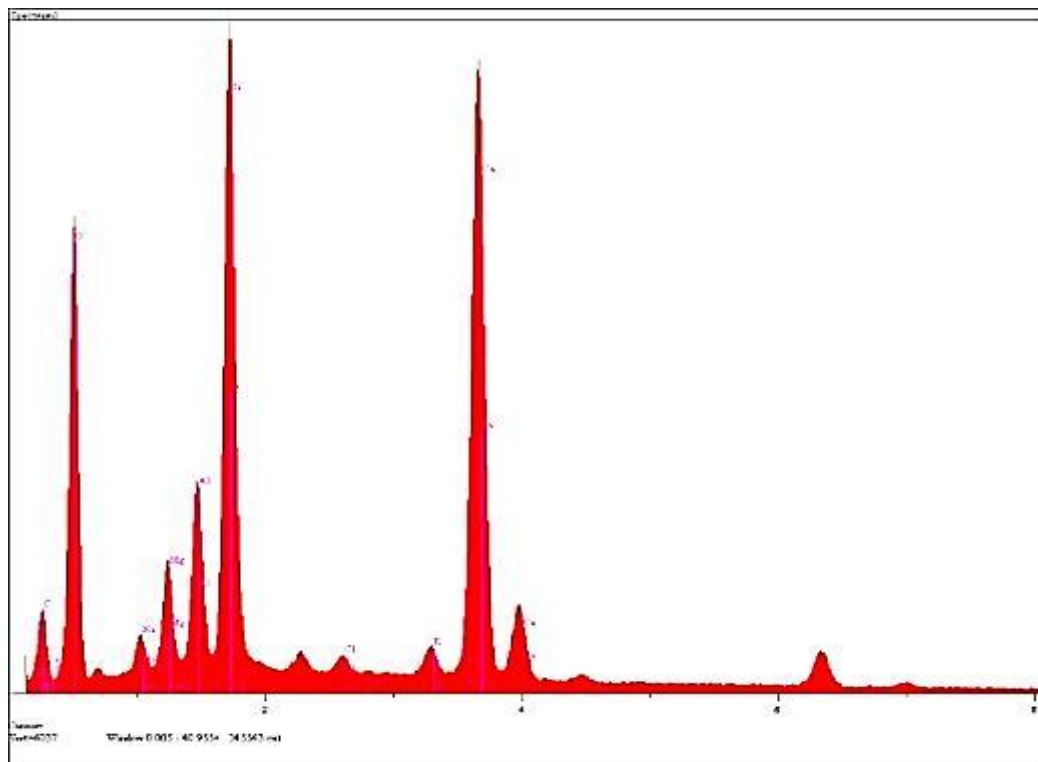
Fonte: O autor, 2014

Tabela 19 – Concentração Óxidos e Elementos Amostra#3 Área#3 Formação Lagoa Feia

Oxidos	Concentração		Elementos	Intensidade (c/s)	Erro (2-sig)	Concentração (wt.%)
C	0.000		C	52.81	1.876	0.000
Na2O	2.259		O	302.44	5.787	42.051
MgO	5.871		Na	45.76	1.746	1.676
Al2O3	11.412		Mg	134.7	2.997	3.541
SiO2	42.396		Al	254.64	4.12	6.040
SO3	1.653		Si	886.3	7.687	19.818
Cl	0.843		Si	27.99	1.366	0.663
K2O	1.388		Cl	28.55	1.38	0.685
CaO	30.648		K	48	1.789	1.152
Fe2O3	3.531		Ca	861.33	7.577	21.904
<b>Total</b>	<b>100.000</b>		<b>Fe</b>	<b>49.52</b>	<b>1.817</b>	<b>2.470</b>
					<b>Total</b>	<b>100</b>
/KV=20/Takeoff Angle=45/Elapsed Livetime=60/						

Fonte: O autor, 2014

Figura 49 – Amostra #3 Área #3 Lagoa Feia (EDS)



Fonte: O autor, 2014



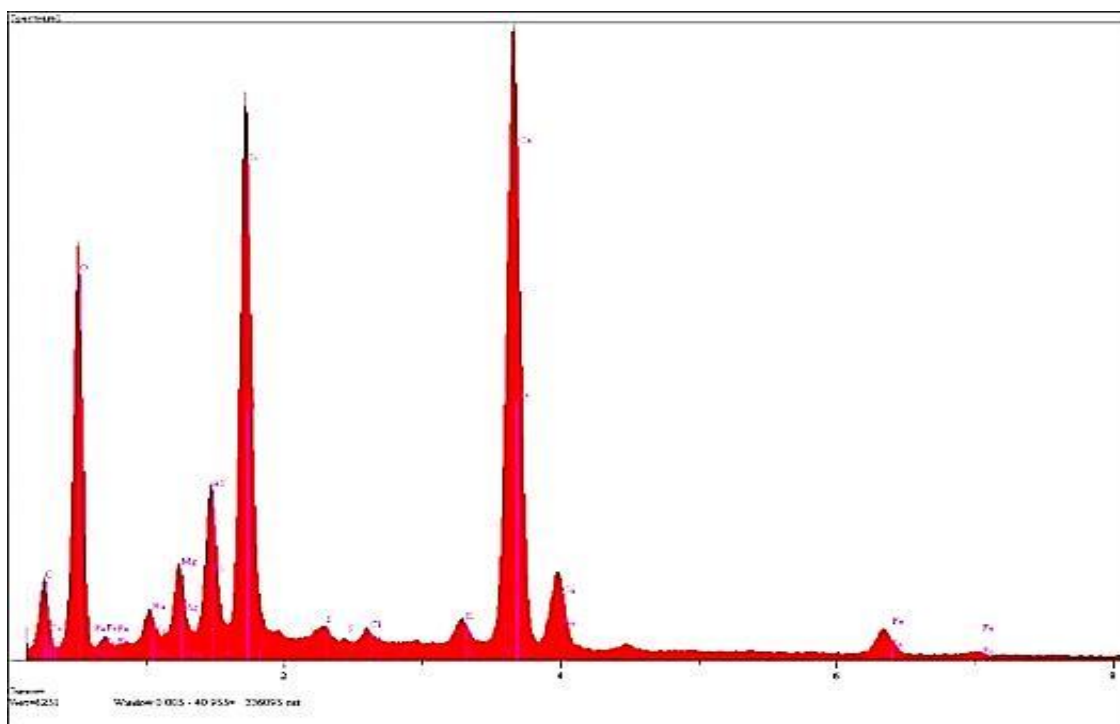
Tabela 20 – Concentração Óxidos e Elementos Amostra#3 Área#4 Formação Lagoa Feia

Oxidos	Concentração	Elementos	Intensidade (c/s)	Erro (2-sig)	Concentração (wt.%)
C	0.000	C	55.5	1.923	0.000
Na <sub>2</sub> O	2.202	O	468.13	5.586	41.346
MgO	4.776	Na	41.77	1.669	1.634
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	10.881	Mg	102.87	2.619	2.881
SiO <sub>2</sub>	40.641	Al	230.27	3.918	5.759
SO <sub>3</sub>	1.444	Si	808.61	7.342	18.997
Cl	0.615	Si	23.32	1.247	0.578
K <sub>2</sub> O	1.391	Cl	19.98	1.154	0.502
CaO	35.069	K	46.06	1.752	1.155
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2.980	Ca	937.45	7.903	25.064
<b>Total</b>	<b>100.000</b>	Fe	39.41	1.621	2.084
		<b>Total</b>			<b>100</b>

/KV=20/Takeoff Angle=45/Elapsed Livetime=60/

Fonte: O autor, 2014

Figura 50 – Amostra #3 Área #4 Lagoa Feia (EDS)



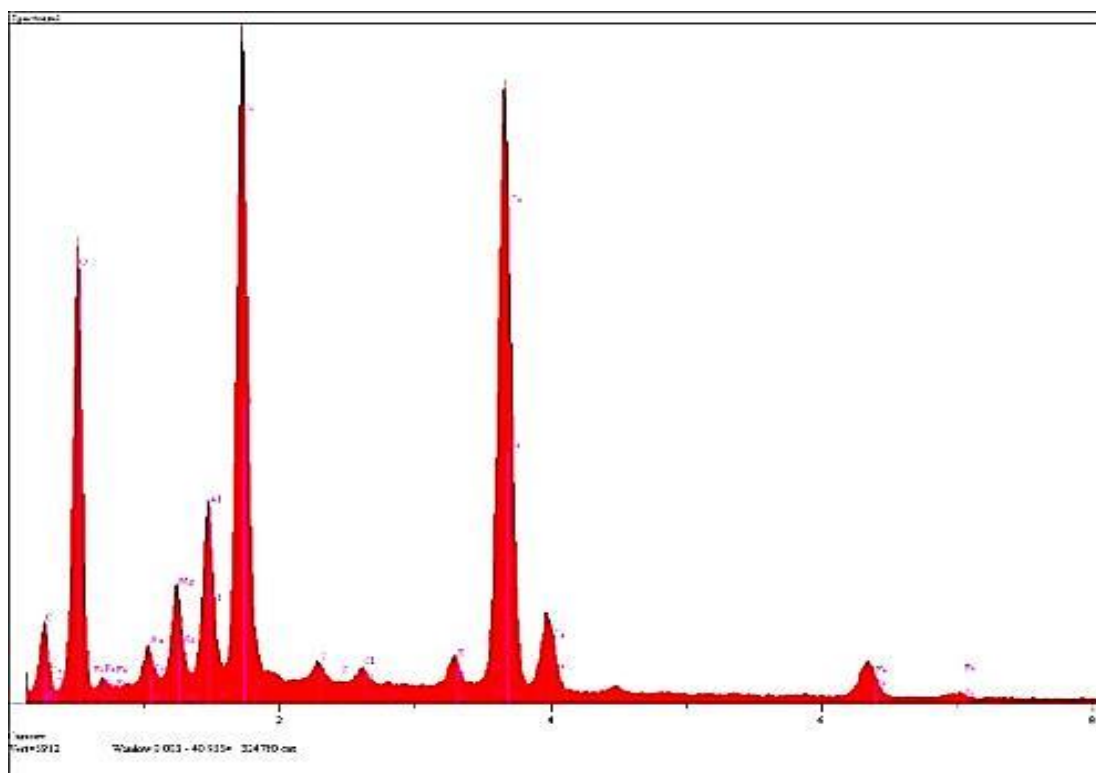
Fonte: O autor, 2014

Tabela 21 – Concentração Óxidos e Elementos Amostra#3 Área#5 Formação Lagoa Feia

Oxidos	Concentração	Elementos	Intensidade (c/s)	Erro (2-sig)	Concentração (wt.%)
C	0.000	C	83.71	2.362	0.000
Na2O	2.320	O	484.2	5.681	42.131
MgO	5.481	Na	44.29	1.718	1.721
Al2O3	11.226	Mg	118.49	2.81	3.305
SiO2	42.873	Al	236.91	3.974	5.942
SO3	1.741	Si	848.37	7.52	20.041
Cl	0.711	Si	27.79	1.361	0.697
K2O	1.393	Cl	22.82	1.233	0.580
CaO	30.581	K	45.49	1.741	1.156
Fe2O3	3.674	Ca	812.03	7.357	21.856
Total	100.000	Fe	48.66	1.801	2.570
				<b>Total</b>	<b>100</b>

/KV=20/Takeoff Angle=45/Elapsed Livetime=60/  
 Fonte: O autor, 2014

Figura 51 – Amostra #3 Área #5 Lagoa Feia (EDS)



Fonte: O autor, 2014



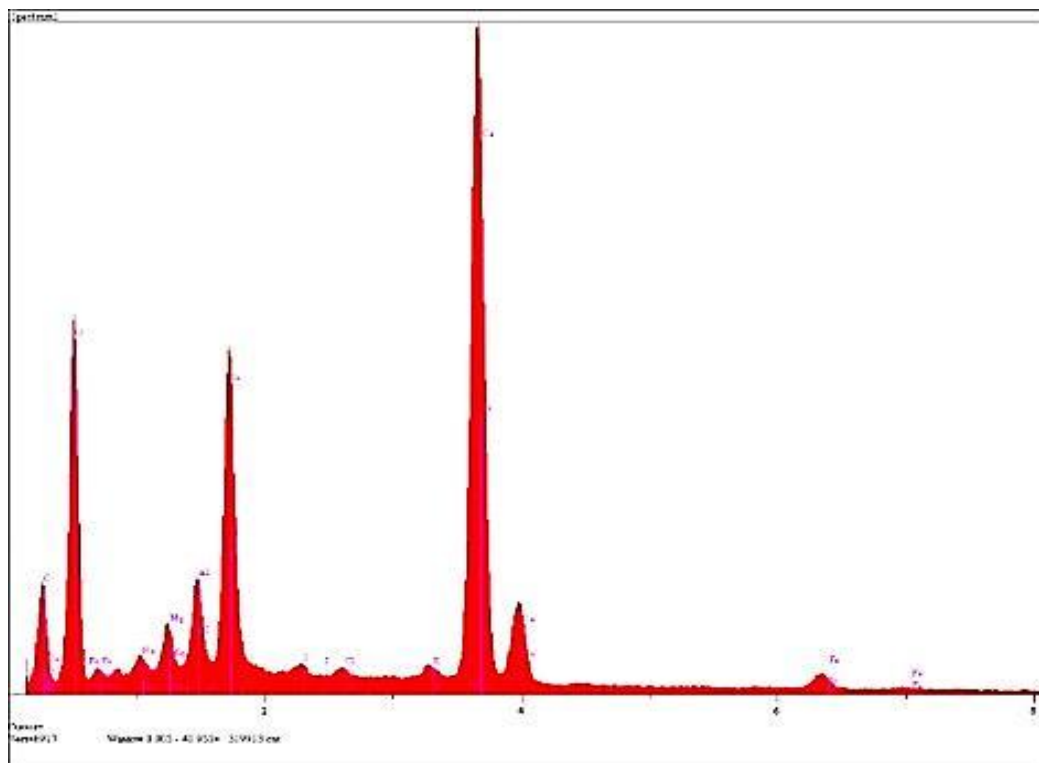
Tabela 22 – Concentração Óxidos e Elementos Amostra#3 Área#6 Formação Lagoa Feia

Oxidos	Concentração	Elementos	Intensidade (c/s)	Erro (2-sig)	Concentração (wt.%)
C	0.000	C	92.72	2.486	0.000
Na2O	1.843	O	451.56	5.487	38.942
MgO	4.299	Na	27.54	1.355	1.367
Al2O3	8.974	Mg	73.67	2.216	2.593
SiO2	32.598	Al	152.46	3.188	4.749
SO3	1.257	Si	530.75	5.948	15.238
Cl	0.577	Si	17.08	1.067	0.504
K2O	1.015	Cl	15.73	1.024	0.471
CaO	46.874	K	28.37	1.375	0.842
Fe2O3	2.563	Ca	1047.69	8.357	33.501
Total	100.000	Fe	27.43	1.352	1.793
				<b>Total</b>	<b>100</b>

/KV=20/Takeoff Angle=45/Elapsed Livetime=60/

Fonte: O autor, 2014

Figura 52 – Amostra #3 Área #6 Lagoa Feia (EDS)



Fonte: O autor, 2014

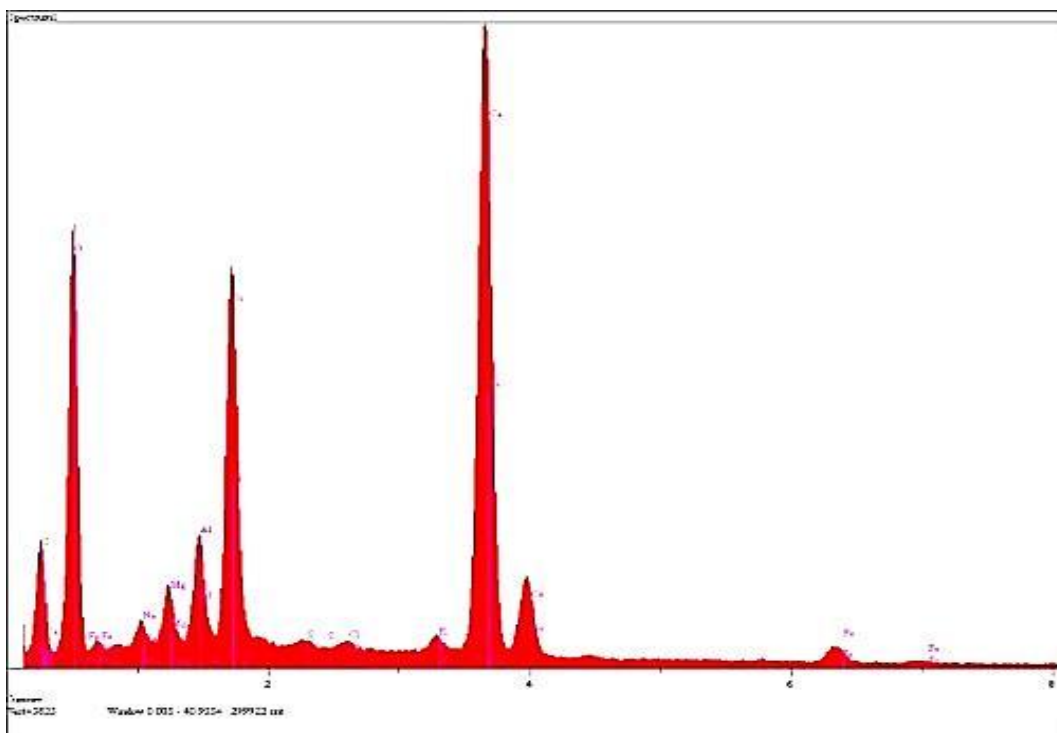
Tabela 23 – Concentração Óxidos e Elementos Amostra#3 Área#7 Formação Lagoa Feia

Oxidos	Concentração	Elementos	Intensidade (c/s)	Erro (2-sig)	Concentração (wt.%)
C	0.000	C	87.75	2.419	0.000
Na2O	2.367	O	463.53	5.559	39.775
MgO	4.978	Na	34.79	1.523	1.756
Al2O3	10.162	Mg	83.19	2.355	3.002
SiO2	35.360	Al	167.16	3.338	5.378
SO3	0.838	Si	553.07	6.072	16.529
Cl	0.523	Si	10.84	0.850	0.336
K2O	1.064	Cl	13.61	0.953	0.427
CaO	42.136	K	28.33	1.374	0.883
Fe2O3	2.573	Ca	905.24	7.768	30.115
Total	100.000	Fe	36.68	1.334	1.799
		Total			100

/KV=20/Takeoff Angle=45/Elapsed Livetime=60/

Fonte: O autor, 2014

Figura 53 – Amostra #3 Área #7 Lagoa Feia (EDS)



Fonte: O autor, 2014

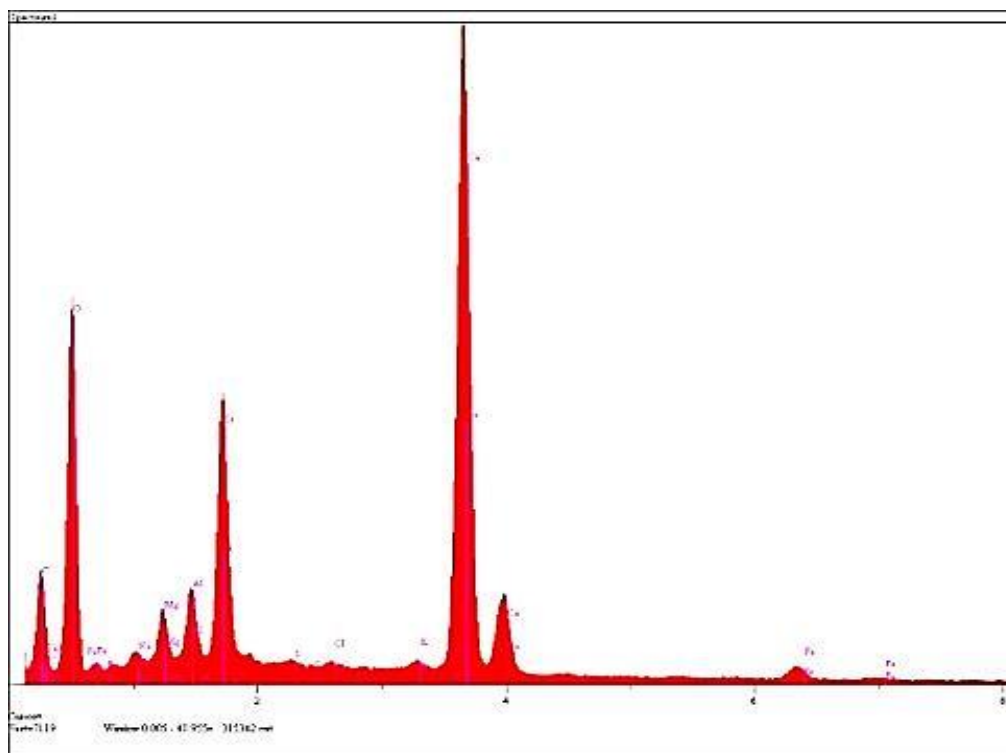
Tabela 24 – Concentração Óxidos e Elementos Amostra#3 Área#8 Formação Lagoa Feia

Oxidos	Concentração	Elementos	Intensidade (c/s)	Erro (2-sig)	Concentração (wt.%)
C	0.000	C	147.99	3.141	0.000
Na2O	1.516	O	498.88	5.767	38.043
MgO	5.247	Na	20.67	1.174	1.124
Al2O3	7.817	Mg	82.41	2.344	3.165
SiO2	29.992	Al	121.05	2.841	4.137
SO3	0.604	Si	450.30	5.479	14.019
Cl	0.386	Si	7.64	0.713	0.242
K2O	0.724	Cl	9.83	0.809	0.315
CaO	51.276	K	18.96	1.124	0.601
Fe2O3	2.439	Ca	1076.46	8.471	36.647
Total	100.000	Fe	24.01	1.265	1.706
				<b>Total</b>	<b>100</b>

/KV=20/Takeoff Angle=45/Elapsed Livetime=60/

Fonte: O autor, 2014

Figura 54 – Amostra #3 Área #8 Lagoa Feia (EDS)



Fonte: O autor, 2014

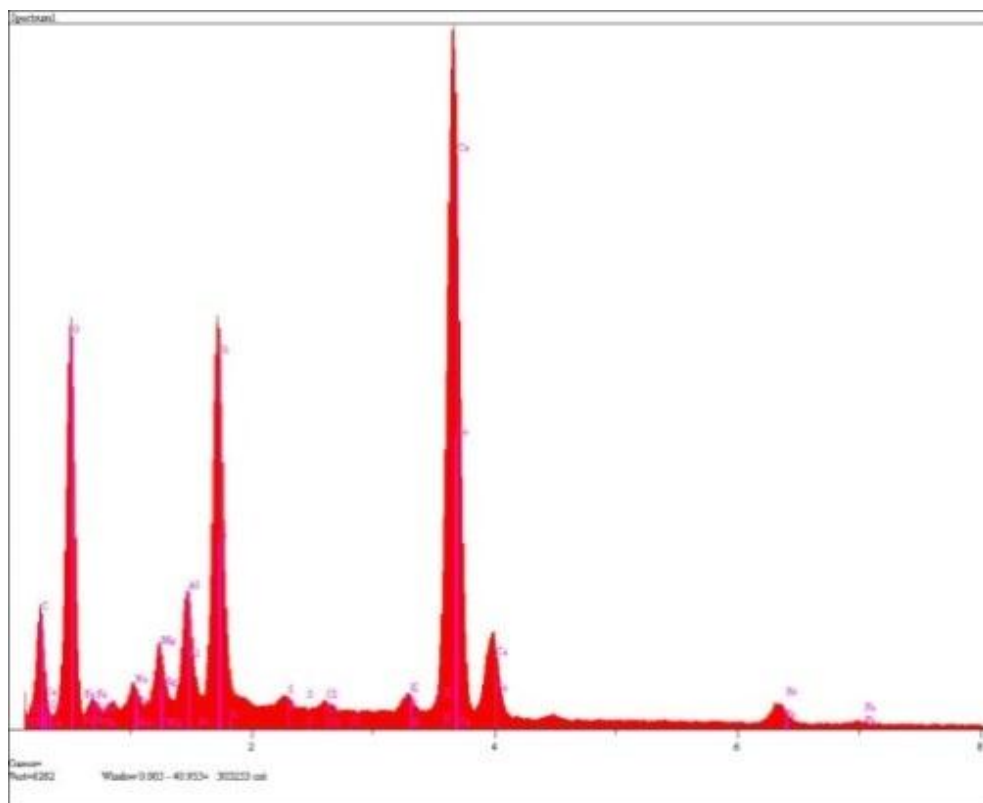
Tabela 25 – Concentração Óxidos e Elementos Amostra#3 Área#9 Formação Lagoa Feia

Oxidos	Concentração	Elementos	Intensidade (c/s)	Erro (2-sig)	Concentração (wt.%)
C	0.000	C	125.23	2.889	0.000
Na2O	2.253	O	441.1	5.423	39.640
MgO	5.111	Na	34.25	1.511	1.671
Al2O3	10.087	Mg	88.54	2.429	3.083
SiO2	34.186	Al	171.9	3.385	5.339
SO3	1.320	Si	554.33	6.079	15.980
Cl	0.501	Si	17.82	1.090	0.529
K2O	1.133	Cl	13.57	0.951	0.408
CaO	42.485	K	31.41	1.447	0.940
Fe2O3	2.924	Ca	946.3	7.943	30.364
Total	100.000	Fe	31.52	1.450	2.045
				<b>Total</b>	<b>100</b>

/KV=20/Takeoff Angle=45/Elapsed Livetime=60/

Fonte: O autor, 2014

Figura 55 – Amostra #3 Área #9 Lagoa Feia (EDS)



Fonte: O autor, 2014

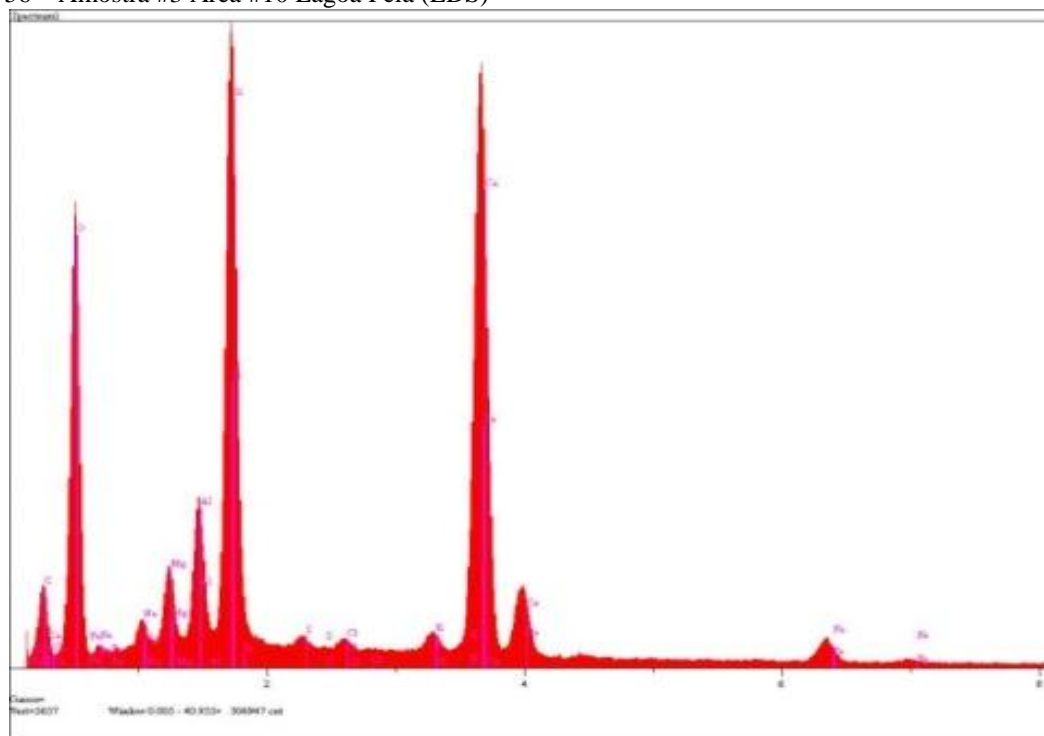
Tabela 26 – Concentração Óxidos e Elementos Amostra#3 Área#10 Formação Lagoa Feia

Oxidos	Concentração	Elementos	Intensidade (c/s)	Erro (2-sig)	Concentração (wt.%)
C	0.000	C	125.23	2.889	0.000
Na2O	2.253	O	441.1	5.423	39.640
MgO	5.111	Na	34.25	1.511	1.671
Al2O3	10.087	Mg	88.54	2.429	3.083
SiO2	34.186	Al	171.9	3.385	5.339
SO3	1.320	Si	554.33	6.079	15.980
Cl	0.501	Si	17.82	1.090	0.529
K2O	1.133	Cl	13.57	0.951	0.408
CaO	42.485	K	31.41	1.447	0.940
Fe2O3	2.924	Ca	946.3	7.943	30.364
<b>Total</b>	<b>100.000</b>	Fe	31.52	1.450	2.045
		<b>Total</b>			<b>100</b>

/KV=20/Takeoff Angle=45/Elapsed Livetime=60/

Fonte: O autor, 2014

Figura 56 – Amostra #3 Área #10 Lagoa Feia (EDS)



Fonte: O autor, 2014

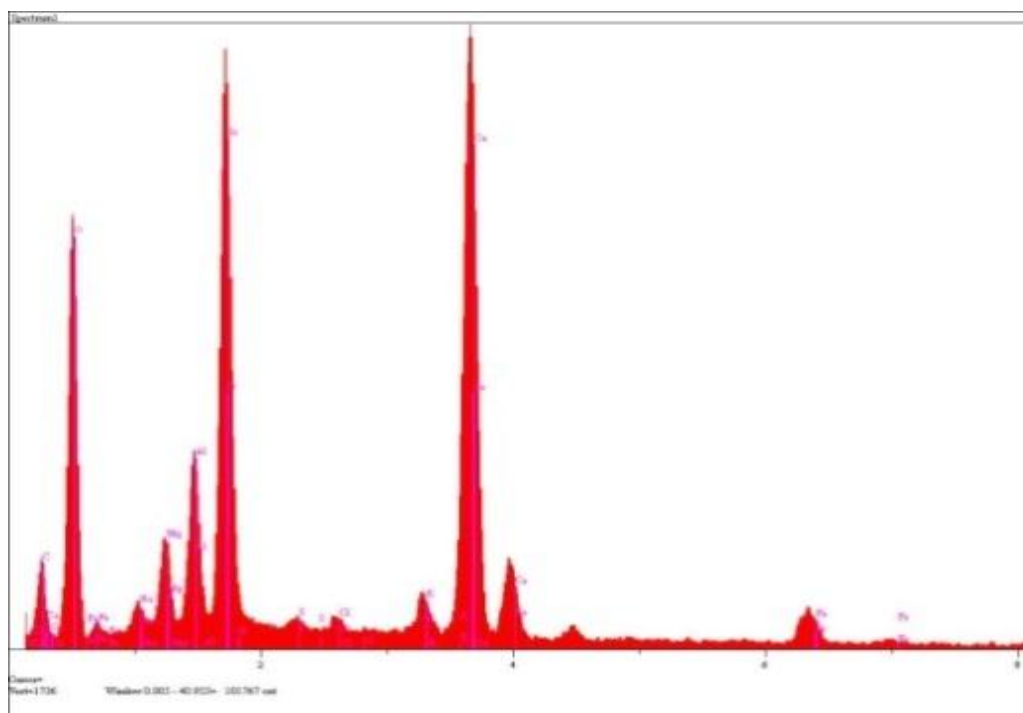
Tabela 27 – Concentração Óxidos e Elementos Amostra#3 Área#11 Formação Lagoa Feia

Oxidos	Concentração	Elementos	Intensidade (c/s)	Erro (2-sig)	Concentração (wt.%)
C	0.000	C	15.77	1.025	0.000
Na2O	1.907	O	136.45	3.016	41.301
MgO	5.615	Na	10.71	0.845	1.415
Al2O3	11.535	Mg	35.92	1.547	3.386
SiO2	40.351	Al	72.01	2.191	6.105
SO3	1.072	Si	236.14	3.968	18.862
Cl	0.683	Si	5.12	0.584	0.429
K2O	2.172	Cl	6.57	0.662	0.557
CaO	32.488	K	21.24	1.190	1.803
Fe2O3	4.177	Ca	256.57	4.136	23.219
Total	100.000	Fe	16.43	1.047	2.922
				<b>Total</b>	<b>100</b>

/KV=20/Takeoff Angle=45/Elapsed Livetime=60/

Fonte: O autor, 2014

Figura 57 – Amostra #3 Área #11 Lagoa Feia (EDS)



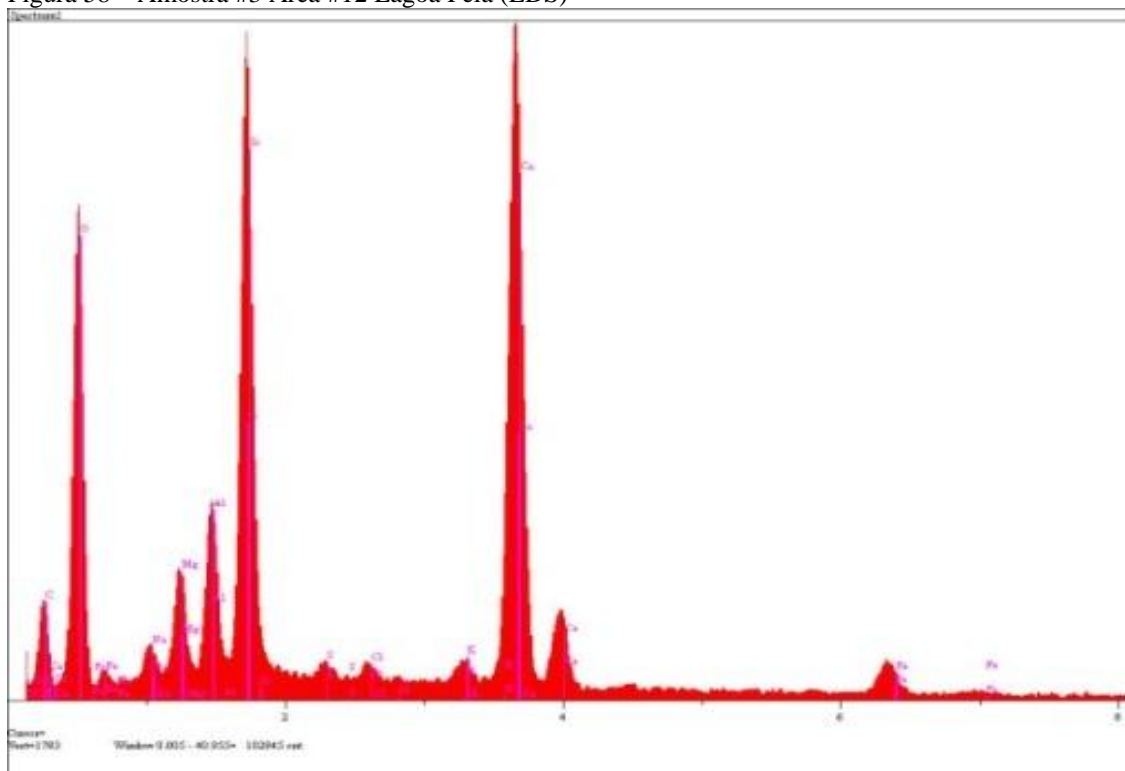
Fonte: O autor, 2014

Tabela 28 – Concentração Óxidos e Elementos Amostra#3 Área#12 Formação Lagoa Feia

Oxidos	Concentração	Elementos	Intensidade (c/s)	Erro (2-sig)	Concentração (wt.%)
C	0.000	C	15.85	1.028	0.000
Na2O	2.170	O	148.35	3.145	41.714
MgO	6.390	Na	12.39	0.909	1.610
Al2O3	10.707	Mg	41.42	1.662	3.854
SiO2	41.412	Al	67.28	2.118	5.667
SO3	1.489	Si	245.49	4.045	19.358
Cl	0.810	Si	7.16	0.691	0.596
K2O	1.176	Cl	7.83	0.723	0.661
CaO	32.213	K	11.38	0.878	0.976
Fe2O3	3.685	Ca	257.68	4.145	23.023
Total	100.100	Fe	14.44	0.981	2.542
				<b>Total</b>	<b>100</b>

/KV=20/Takeoff Angle=45/Elapsed Livetime=60/  
 Fonte: O autor, 2014

Figura 58 – Amostra #3 Área #12 Lagoa Feia (EDS)





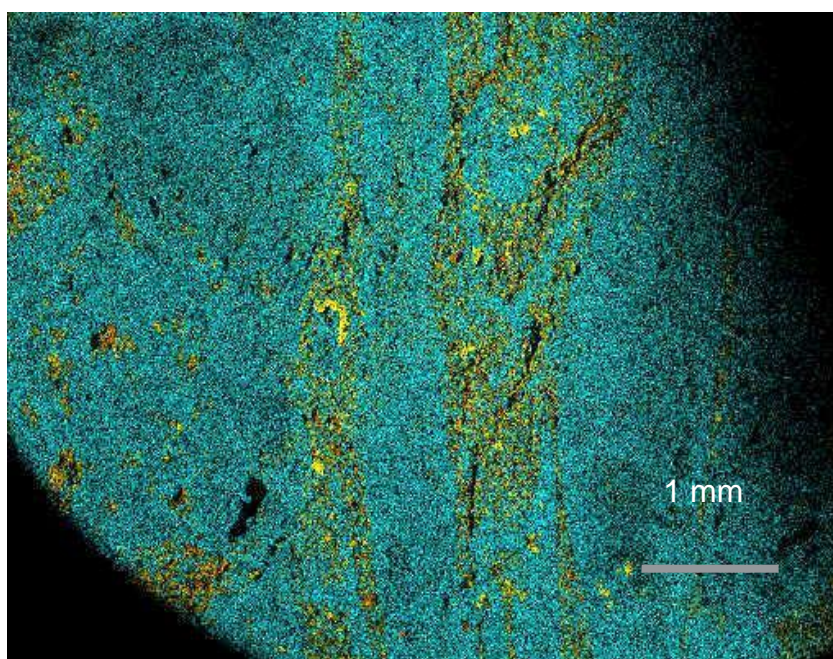
#### 4.4.6 Conclusões EDS Amostra #3 Áreas #1 até #12

A área 12 apresentou maior conteúdo de magnésio (MgO 6.390 %) e todas as áreas apresentaram mais magnésio na amostra 3 do que os vistos na Amostra 1. Foi feita uma análise detalhada das áreas 12 e 7, pois a área 7 apresenta um alto conteúdo de magnésio bastante localizado, muito embora em toda essa área 7 o conteúdo de magnésio seja menor do que na área 12. No MEV analisou-se a área 7 para ver se não havia a presença de Dolomita na zona onde aparece alto conteúdo de magnésio localizado. A seguir são apresentadas as imagens do MEV para as áreas de números 1 a 12.

#### 4.4.7 Resultados MEV Amostra #3 Áreas #1 até #12

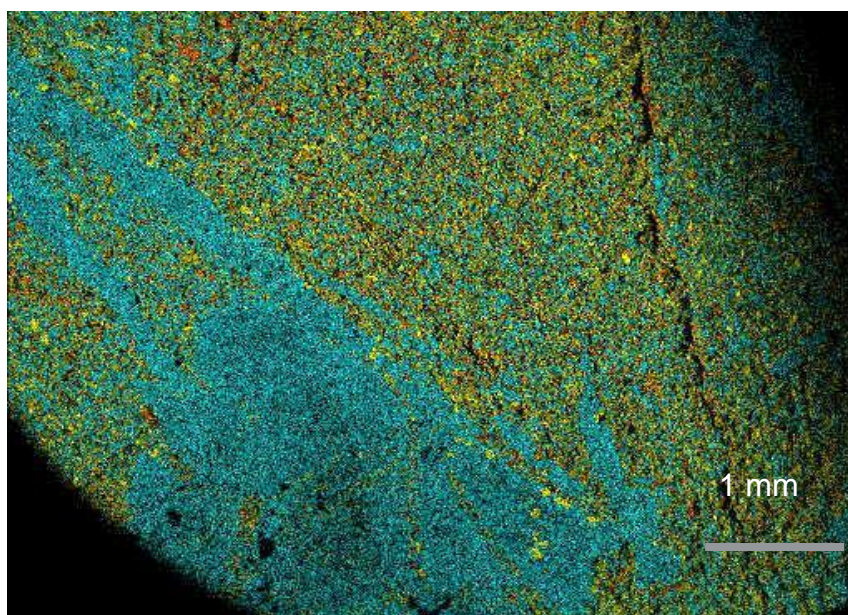
As imagens do MEV mostram a contribuição dos três elementos principais: cálcio, silício e magnésio. Silício representado em amarelo, cálcio em azul e magnésio em verde. Poros aparecem como zonas escuras no gráfico (figuras 59 a 72).

Figura 59 – Amostra #3 Área #1 Lagoa Feia (MEV-Si-Ca-Mg)



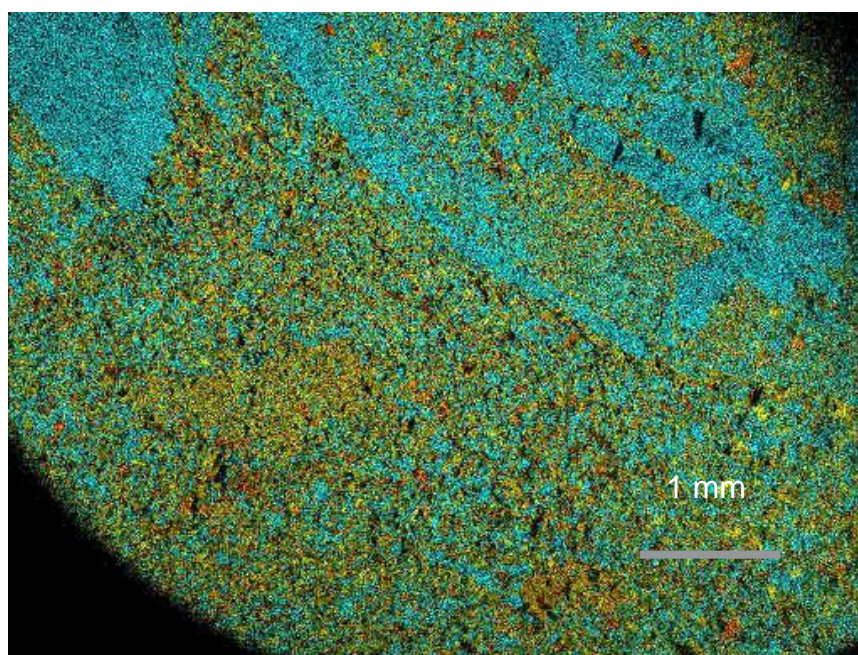
Fonte: O autor, 2014

Figura 60 – Amostra #3 Área #2 Lagoa Feia (MEV-Si-Ca-Mg)



Fonte: O autor, 2014

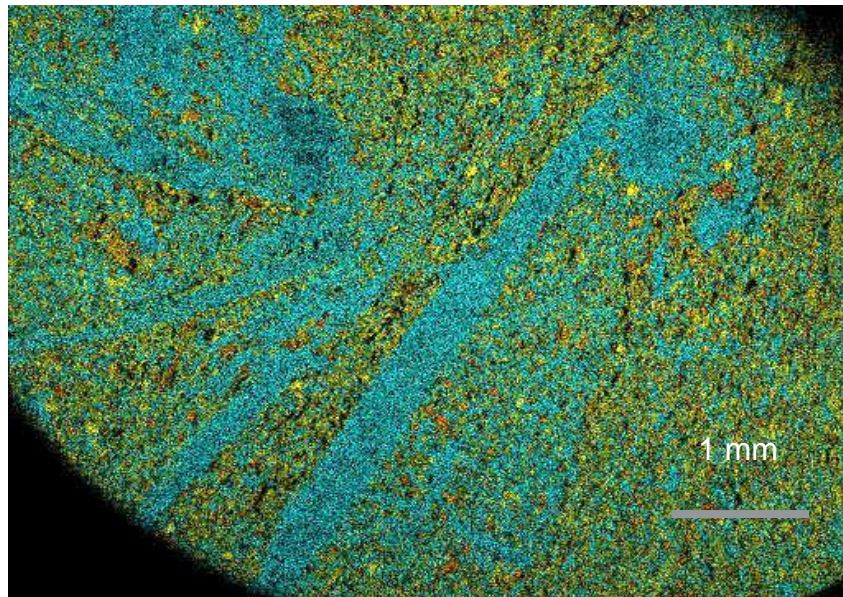
Figura 61 – Amostra #3 Área #3 Lagoa Feia (MEV-Si-Ca-Mg)



Fonte: O autor, 2014

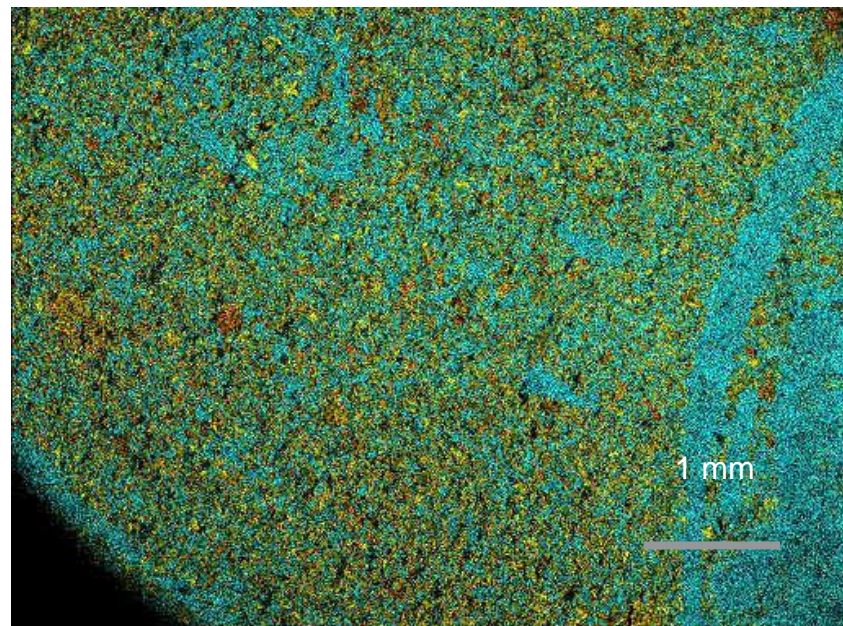


Figura 62 – Amostra #3 Área #4 Lagoa Feia (MEV-Si-Ca-Mg)



Fonte: O autor, 2014

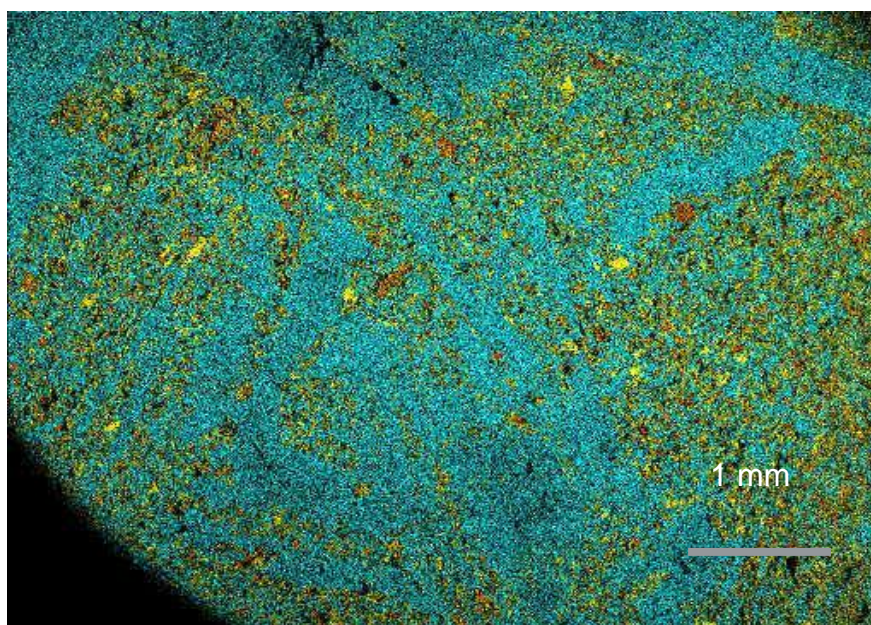
Figura 63 – Amostra #3 Área #5 Lagoa Feia (MEV-Si-Ca-Mg)



Fonte: O autor, 2014

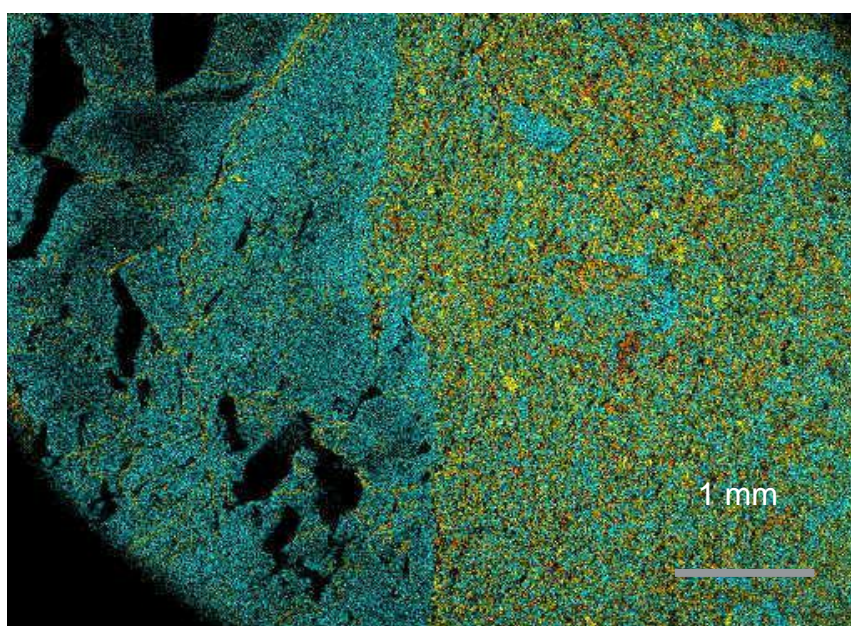


Figura 64 – Amostra #3 Área #6 Lagoa Feia (MEV-Si-Ca-Mg)



Fonte: O autor, 2014

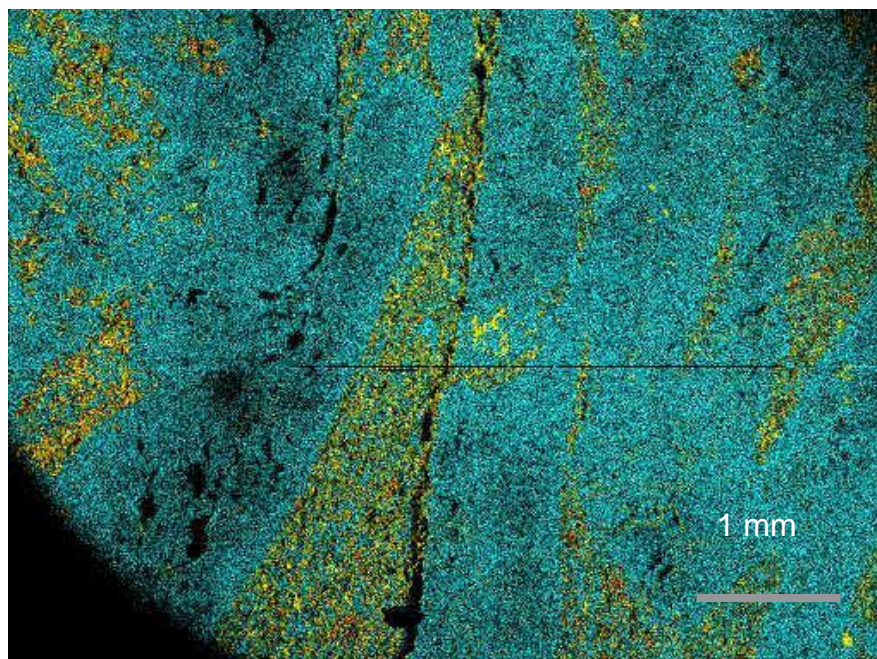
Figura 65 – Amostra #3 Área #7 Lagoa Feia (MEV-Si-Ca-Mg)



Fonte: O Autor, 2014

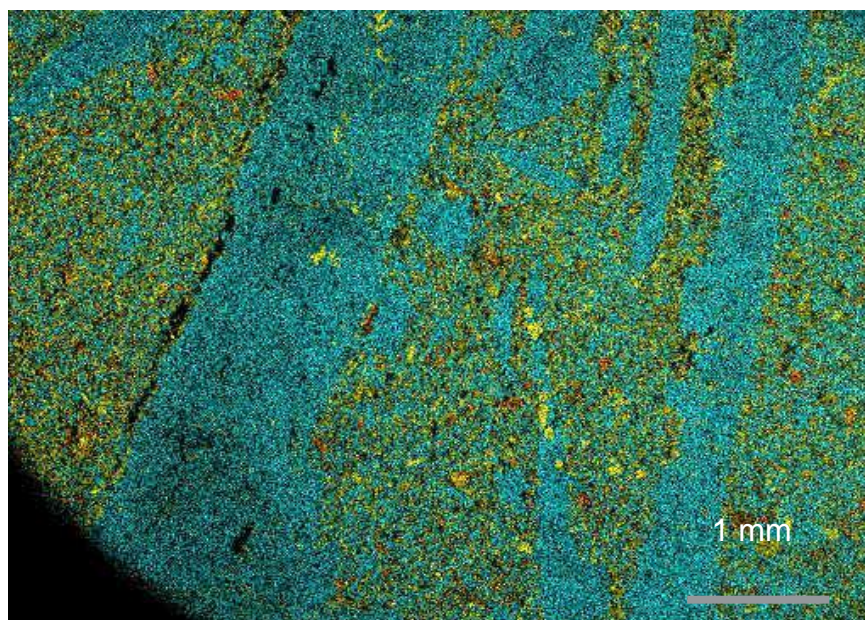


Figura 66 – Amostra #3 Área #8 Lagoa Feia (MEV-Si-Ca-Mg)



Fonte: O autor, 2014

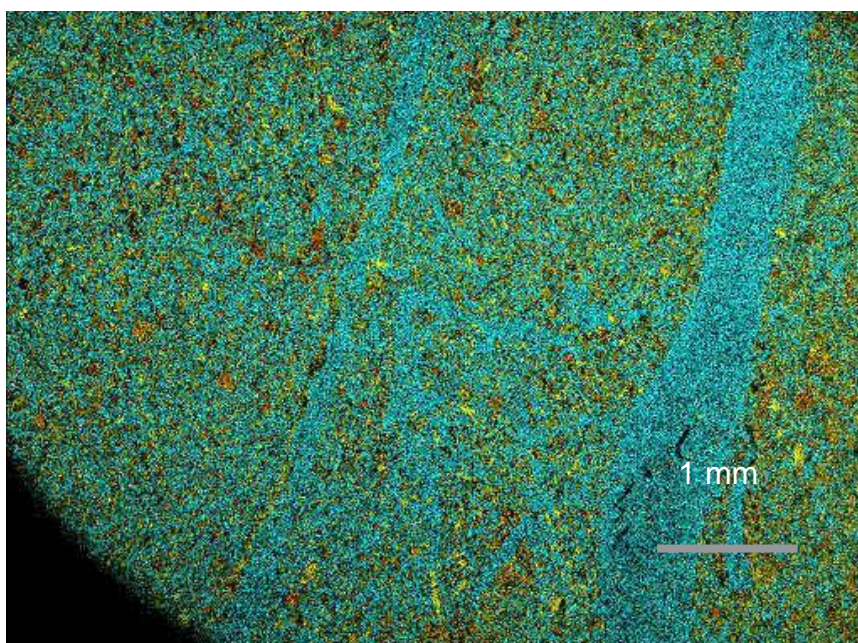
Figura 67 – Amostra #3 Área #9 Lagoa Feia (MEV-Si-Ca-Mg)



Fonte: O autor, 2014

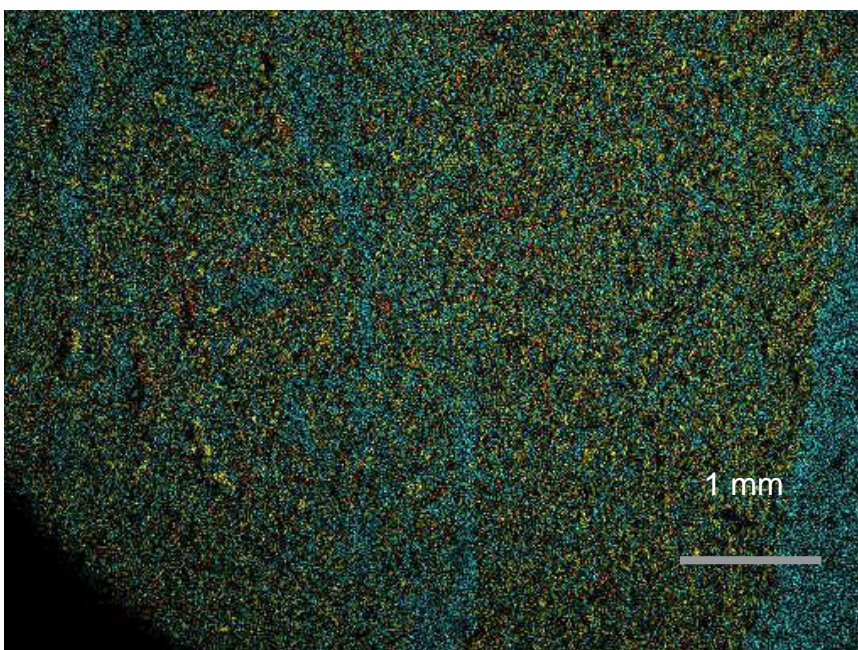


Figura 68 – Amostra #3 Área #10 Lagoa Feia (MEV-Si-Ca-Mg)



Fonte: O autor, 2014

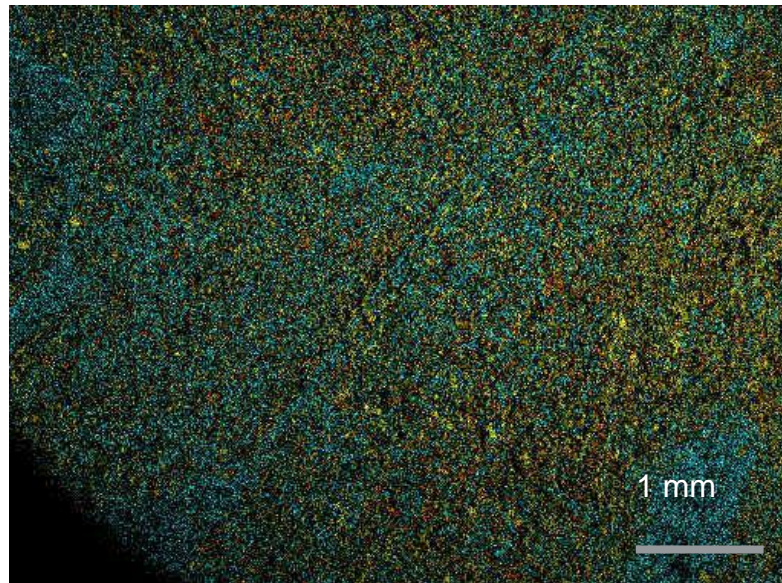
Figura 69 – Amostra #3 Área #11 Lagoa Feia (MEV-Si-Ca-Mg)



Fonte: O autor, 2014

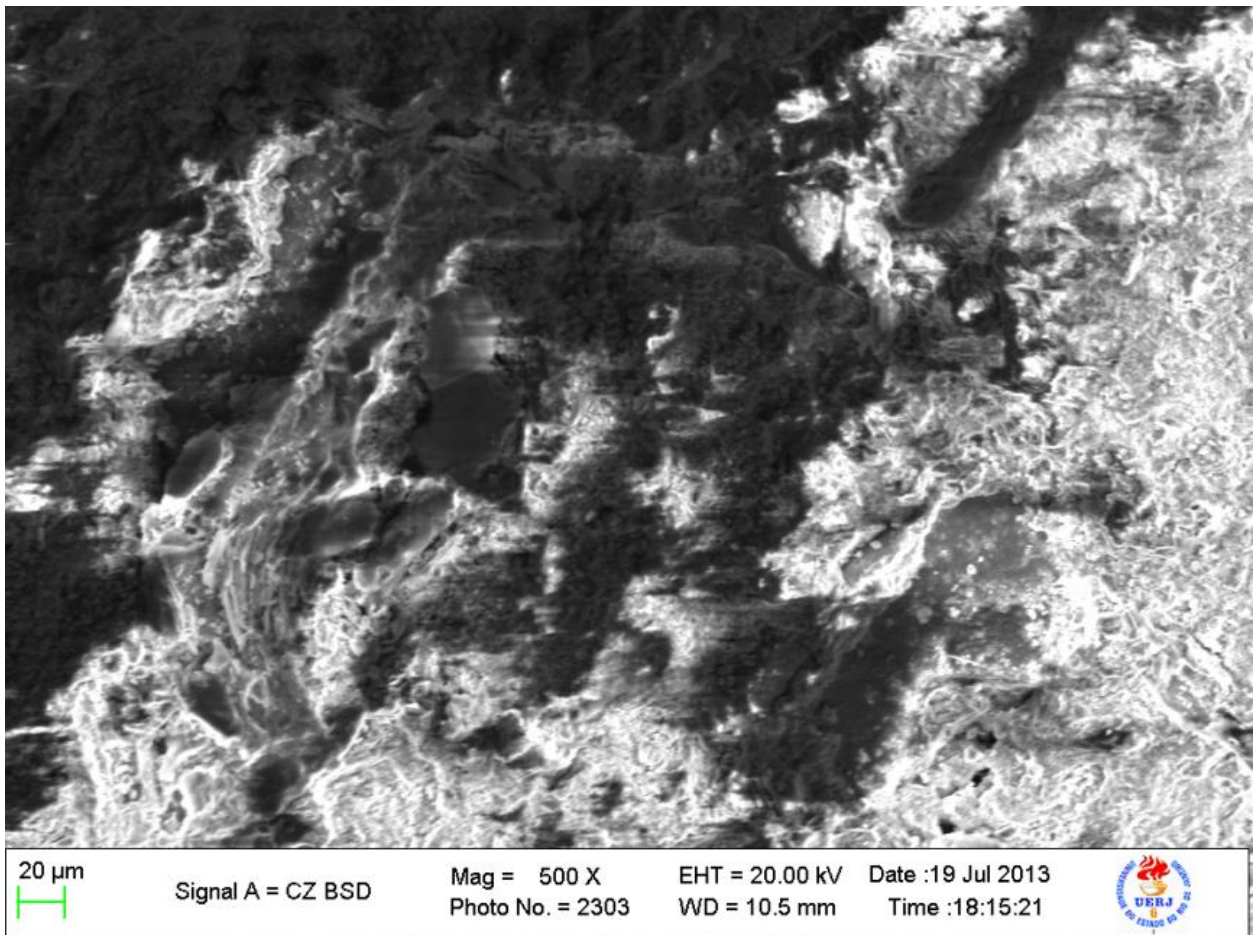


Figura 70 – Amostra #3 Área #12 Lagoa Feia (MEV-Si-Ca-Mg)



Fonte: O autor, 2014

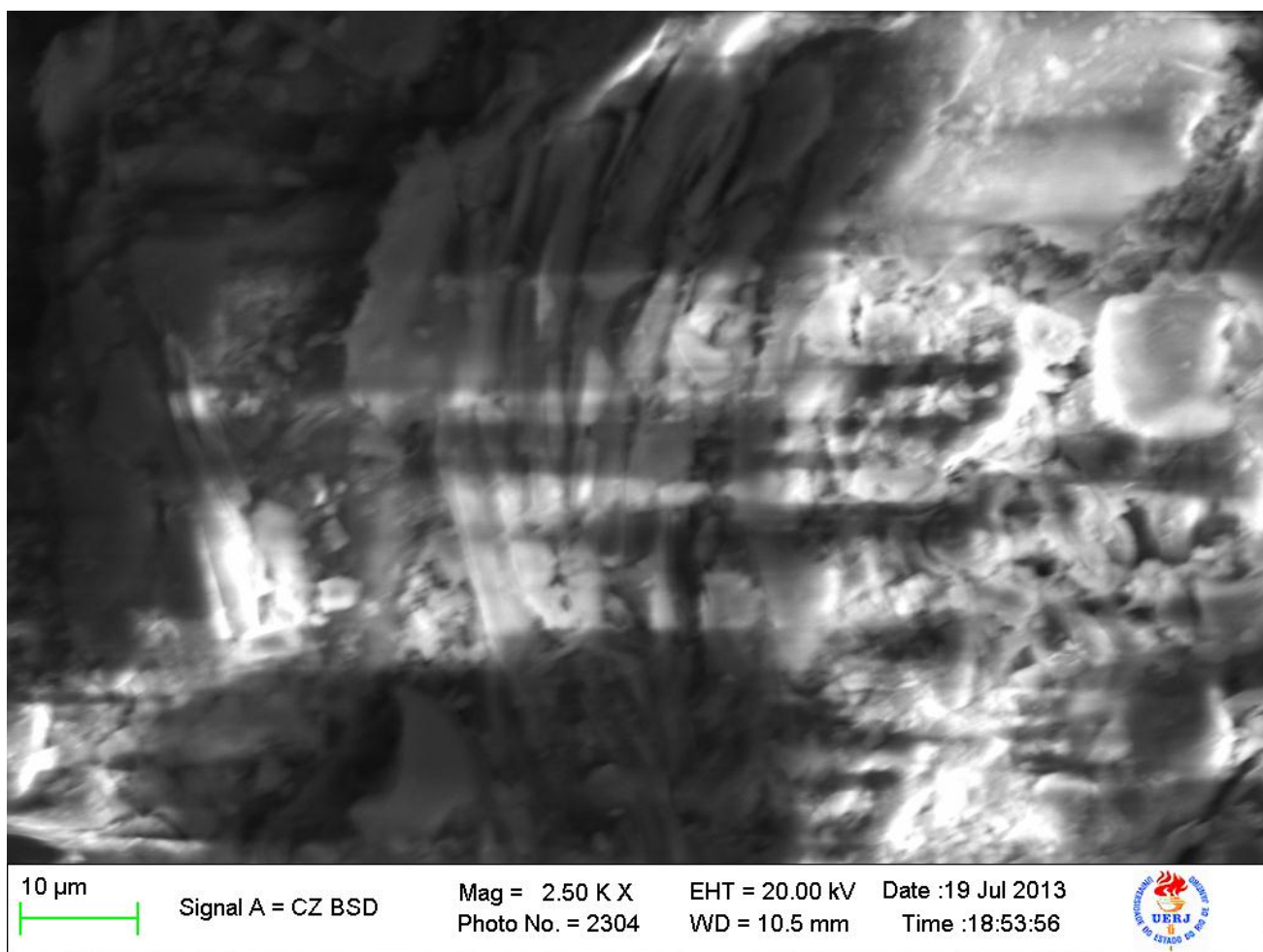
Figura 71 – Amostra #3 Área #7 Sub #1 Imagen 500 x



Fonte: O autor, 2014



Figura 72 – Amostra #3 Área #7 Sub #2 Imagen 2500 X



Fonte: O autor, 2014

#### 4.4.8 Conclusões MEV Amostra #3 Áreas #1 até #12

Vê-se claramente nas 12 áreas a presença de Estevensita (rico em magnésio). Na Figura 65 área 7 em particular se observa uma grande quantidade de Estevensita (parte direita da metade da imagem) o que corrobora os resultados do EDS com alta quantidade de magnésio encontrado nestas áreas 7 e 12. Analisando as imagens de alta resolução (500 e 2500 x) do MEV verificamos não haver a presença de Dolomita na área 7, sub-áreas 1 e 2 (Figuras 71 e 72) que apresentam alto conteúdo de magnésio, indicando portanto a presença de Estevensita.

4.4.9 Conclusão dos Resultados XRD na Formação Lagoa Feia (TerraTek)

Tabela 29 – XRD Formação Lagoa Feia Análise de minerais (TerraTek)

Amostra	QUARTZ	K-FELDSPAR	PLAGIOCLASE	CALCITE	ANKERITE/FE-DOLOMITE	DOLOMITE	PYRITE	MAGNETITE	GYPSUM	TOTAL NON-CLAY	SMECTITE	ILLITE/SMECTITE (I/S)	ILLITE+MICA	KAOLINITE	CHLORITE	TOTAL CLAY	GRAND TOTAL
AON1	19	0	3	77	0	0	1	0	1	<b>100</b>	0	0	0	0	0	<b>0</b>	<b>100</b>
AON2	12	0	7	79	0	0	1	0	2	<b>100</b>	0	0	0	0	0	<b>0</b>	<b>100</b>
AON3	9	0	7	81	1	0	0	1	2	<b>100</b>	0	0	0	0	0	<b>0</b>	<b>100</b>
AON4	14	0	13	67	0	0	2	2	1	<b>100</b>	0	0	0	0	0	<b>0</b>	<b>100</b>
AON5	9	0	0	91	0	0	0	0	1	<b>100</b>	0	0	0	0	0	<b>0</b>	<b>100</b>
AON8	0	0	0	89	2	9	0	0	0	<b>100</b>	0	0	0	0	0	<b>0</b>	<b>100</b>

Fonte: O autor, 2014

Como vemos na tabela 29 acima não foi detectado através do XRD a presença de Dolomita nas amostras da Formação Lagoa Feia de números 1 a 5 obtido através de um laboratório independente (TerraTek). No entanto, a amostra número 8 apresentou importante quantidade de magnésio que o laboratório associou à Dolomita por apenas terem feito a análise de XRD nas amostras. Estas mesmas amostras enviadas ao laboratório TerraTek para verificação, foram analisadas na UERJ no MEV e nenhuma delas apresentou Dolomita (forma quadrangular em seus cristais). Assim, o magnésio encontrado na amostra número 8 na verdade provém da Estevensita. Na tabela 30 há quantidades também expressas em porcentagem de peso de argilo minerais na Formação Lagoa Feia nas amostras de números 1 a 5. A Estevensita é um mineral rico em magnésio, também chamado esmectita magnésiana, e portanto os altos valores obtidos de esmectita no caso das amostras 1 a 5 onde não se encontrou magnésio são esmectitas e não esmectitas magnesianas ou Estevensita. O laboratório encontrou Estevensita apenas na amostra número 8.

Tabela 30 – XRD Formação Lagoa Feia Análise de Argilo minerais (TerraTek)

Relative Clay Abundance (<4 Microns)							
Amostra	% I/S EXPANDABILITY	SMECTITE	ILLITE/SMECTITE (I/S)	ILLITE	KAOLINITE	CHLORITE	TOTAL CLAY
AON1	15	23	31	29	9	8	100
AON2	15	36	22	20	13	10	100
AON3	20	23	25	24	13	15	100
AON4	15	43	24	19	8	7	100
AON5	20	37	27	21	8	7	100
AON6	20	27	24	27	10	12	100
AON7	20	0	41	42	10	7	100

Fonte: O autor, 2014

#### 4.5 Conclusão geral dos resultados da Formação Lagoa Feia

Concluimos que a Formação Lagoa Feia é um análogo do pré-sal para a fase rifte (coquinas), presentes nas Bacias de Santos e Campos, basicamente todo o pré-sal hoje em desenvolvimento (Agosto 2014).

A Estevensita encontrada na Formação Lagoa Feia é de forma nodular e, provavelmente, se formou na presença de altas temperaturas quando se deu a abertura do Atlântico. A Estevensita vista na seção rifte da Bacia de Santos tem a mesma característica nodular.

No caso da Formação Lagoa Feia, a Estevensita não oferece impedimento à produção por tratar-se de um fenômeno localizado, assim como, ocorre na seção rifte do pré-sal.

Os conteúdos de magnésio são altos localmente na Formação Lagoa Feia, e por não apresentarem estrutura de Dolomita (quadrangular), são confirmação clara da presença de Estevensita.

Não se observou a presença de Dolomita em nenhuma das amostras da Formação Lagoa Feia.

Foram analisadas zonas de água e de hidrocarbonetos sem alterar as conclusões deste relatório e sem interferir no processo de medição da Estevensita nas rochas analisadas.

#### 4.6 Análise da amostra A de Estevensita (Nova Jersey-USA)

A Figura 73 exibe a amostra A analisada de Estevensita vinda de Nova Jersey-USA. Muito embora esta amostra tenha sido enviada pelo laboratório como Estevensita, na verdade é uma mistura deste mineral com Pectolita, não se tratando de uma amostra de Estevensita pura como vemos nos dados observados a seguir através do MEV. Devido ao fato da Estevensita ser formada a partir da Pectolita por adição do magnésio, muitas vezes na literatura existe confusão com respeito ao que é Estevensita e o que é Pectolita, sendo esta estendida aos laboratórios e amostras enviadas. No trabalho de Glenn (1916 apud FAUST, HATHAWAY e MILLOT, 1959<sup>29</sup>), o autor sugere que:

*Stevensite from Springfield, New Jersey, was formed from pectolite. In the process he envisages, percolating rainwater becomes enriched in magnesia while passing through basalt, and the solution so formed reacts with pectolite transforming it into stevensite.*<sup>14</sup>

Figura 73 – Amostra A de Pectolita / Estevensita Nova Jersey USA



Fonte: O autor, 2014

---

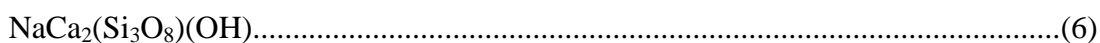
<sup>14</sup> O trecho correspondente na tradução: "A Estevensita de Springfield, New Jersey, foi formada a partir da pectolita. No processo, ela prevê, filtrando a água da chuva torna-se enriquecida em magnésio durante a passagem através do basalto, e a solução assim reage com a Pectolita transformando-a em Estevensita."

#### 4.6.1 Introdução à análise da amostra A de Estevensita

As Figuras 74 e 76 do MEV permitem entender a textura da Pectolita, que muitas vezes é confundida na literatura por Estevensita. A textura de ambos minerais é semelhante no entanto um tem magnésio e o outro não. A Estevensita pode manter a textura da Pectolita e apresentar altos teores de magnésio ou apresentar uma não textura (amorfa).

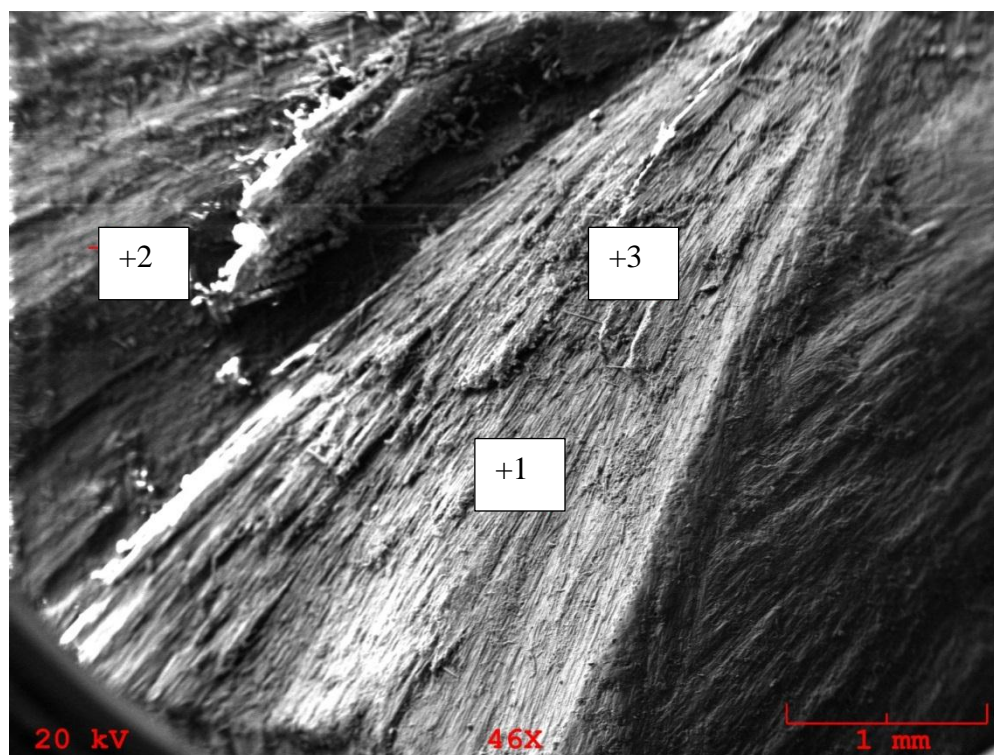
Nas Figuras 74 e 76 observamos uma textura característica da Pectolita / Estevensita muitas vezes na literatura indicado como uma textura em forma de folhas de palmeira, também se vê no microscópio de alta resolução este padrão. Nas amostras analisadas se observou Estevensita com textura (Figuras 74 e 76) e Estevensita amorfa (Figura 77) dependendo da área analisada.

As colorações também não são um parâmetro para separar os dois minerais uma vez que ambos podem apresentar diversas colorações semelhantes desde o branco até o cinzento. Na fórmula empírica da Pectolita (6) não se observa presença de magnésio como comentado comparada com a fórmula empírica da Estevensita (7) com adição de magnésio, ferro e moléculas de água.



Devido a não se obter uma amostra pura de Estevensita foi feito um novo pedido ao laboratório dos Estados Unidos e recebido em início de Maio de 2014 a nova amostra para ser analisada. Amostras de Estevensita pura tem em média 28 a 30% em peso de magnésio, as amostras mais puras obtidas no trabalho de avaliação da amostra A de Nova Jersey apresentaram conteúdo de magnésio da ordem de 11 a 13% em peso, muito aquém de uma amostra mais pura de Estevensita. Somente em um ponto se obteve 23% em peso o que se aproxima de uma amostra mais pura de Estevensita que deveria chegar ao redor de 30% em peso. A amostra A de Estevensita foi a que se considerou como representativa do mais puro que se observou.

Figura 74 – Amostra A de Pectolita / Estevensita Imagen 46 X Área 1



Fonte: O autor, 2014

Tabela 31 – Amostra A Estevensita-Pectolita MEV-EDS Área 1 Ponto 1

Oxidos	Concentração	Elementos	Intensidade (c/s)	Erro (2-sig)	Concentração (wt.%)
C	0.000	C	122.76	2.861	0.000
Na <sub>2</sub> O	15.711	O	193.73	3.594	45.250
MgO	0.833	Na	69.61	2.154	11.656
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3.105	Mg	3.56	0.487	0.502
SiO <sub>2</sub>	64.549	Al	13.65	0.954	1.643
SO <sub>3</sub>	1.627	Si	283.19	4.345	30.173
CaO	13.712	S	5.12	0.584	0.652
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.463	Ca	75.13	2.238	9.800
<b>Total</b>	<b>100.000</b>	Fe	1.29	0.293	0.324
				<b>Total</b>	<b>100</b>

/KV=20/Takeoff Angle=45/Elapsed Livetime=60/

Fonte: O autor, 2014

Tabela 32 – Amostra A Estevensita-Pectolita MEV-EDS Área 1 Ponto 2

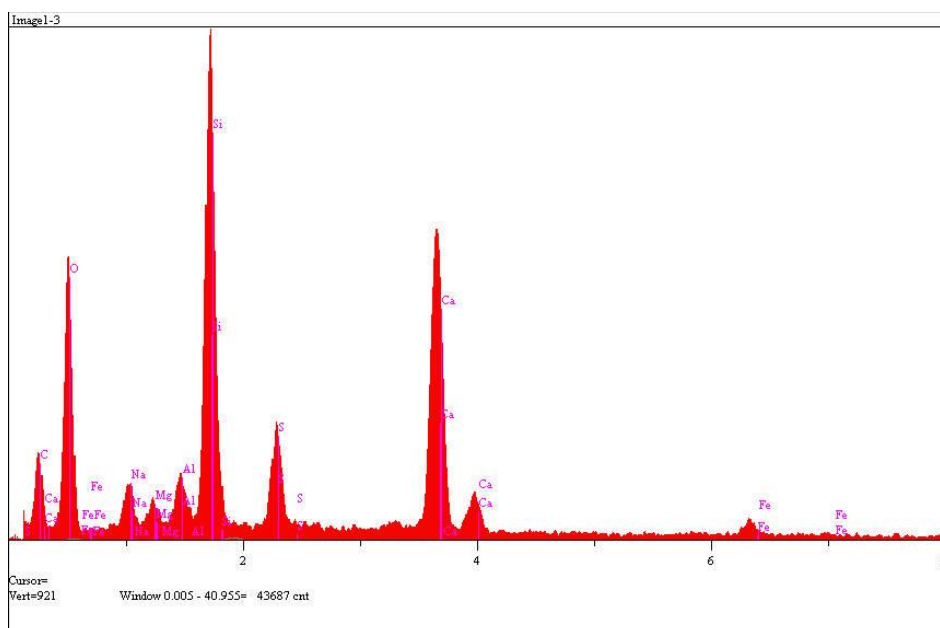
Oxidos	Concentração	Elementos	Intensidade (c/s)	Erro (2-sig)	Concentração (wt.%)
C	0.000	C	167.72	3.344	0.000
Na2O	11.647	O	196.10	3.616	45.064
MgO	0.689	Na	97.42	2.548	8.640
Al2O3	2.944	Mg	5.81	0.622	0.415
SiO2	65.137	Al	25.40	1.301	1.558
SO3	2.009	Si	545.95	6.033	30.448
CaO	15.279	S	12.20	0.902	0.804
Fe2O3	0.487	Cl	27.17	1.346	1.809
Cl	1.809	Ca	158.26	3.248	10.920
<b>Total</b>	<b>100.000</b>	<b>Fe</b>	<b>2.59</b>	<b>0.415</b>	<b>0.341</b>
				<b>Total</b>	<b>100</b>

/KV=20/Takeoff Angle=45/Elapsed Livetime=60/

Fonte: O autor, 2014

#### 4.6.1.1 MEV-EDS Área 1 Ponto 3

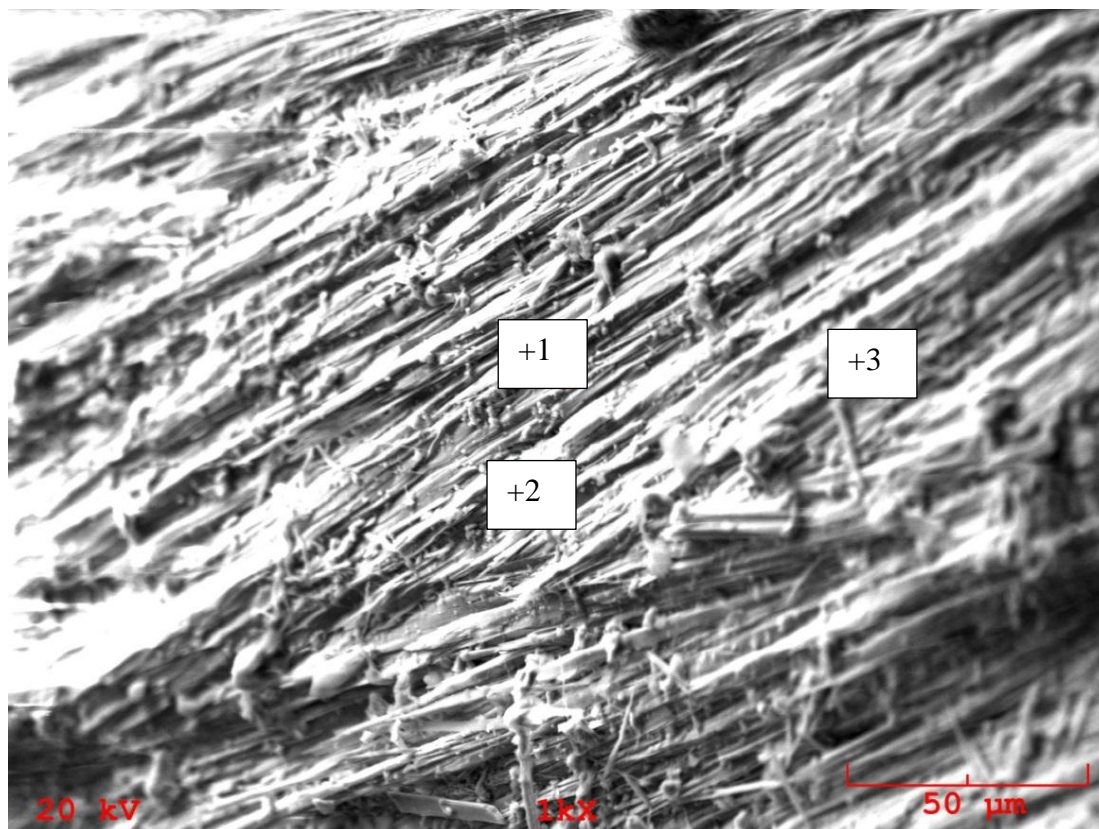
Figura 75 – Amostra A Pectolita / Estevensita (XRD EDS-MEV) Área 1



Fonte: O autor, 2014



Figura 76 – Amostra A Pectolita / Estevensita Imagen 1000 X Área 2



Fonte: O autor, 2014

Tabela 33 – Amostra A Estevensita-Pectolita MEV-EDS Área 2 Ponto 1

Oxidos	Concentração	Elementos	Intensidade (c/s)	Erro (2-sig)	Concentração (wt.%)
C	0.000	C	13.52	0.949	0.000
Na <sub>2</sub> O	14.024	O	101.28	2.598	44.162
MgO	0.443	Na	40.80	1.649	10.404
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2.074	Mg	1.28	0.292	0.267
SiO <sub>2</sub>	61.972	Al	6.18	0.642	1.098
SO <sub>3</sub>	0.844	Si	184.13	3.503	28.969
CaO	18.622	S	1.83	0.349	0.338
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1.889	Cl	0.71	0.217	0.132
Cl	0.132	Ca	69.67	2.155	13.309
Total	100.000	Fe	3.57	0.488	1.321
				<b>Total</b>	<b>100</b>

/KV=20/Takeoff Angle=45/Elapsed Livetime=60/

Fonte: O autor, 2014

Tabela 34 – Amostra A Estevensita-Pectolita MEV-EDS Área 2 Ponto 2

Oxidos	Concentração	Elementos	Intensidade (c/s)	Erro (2-sig)	Concentração (wt.%)
C	0.000	C	17.01	1.065	0.000
Na <sub>2</sub> O	13.074	O	99.19	2.571	44.465
MgO	1.344	Na	36.21	1.554	9.699
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3.466	Mg	3.73	0.498	0.811
SiO <sub>2</sub>	59.274	Al	9.83	0.810	1.834
SO <sub>3</sub>	2.769	Si	166.37	3.330	27.707
Cl	0.210	S	5.74	0.619	1.109
CaO	17.814	Cl	1.07	0.268	0.210
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2.049	Ca	63.48	2.057	12.732
Total	100.000	Fe	3.69	0.496	1.433
				<b>Total</b>	<b>100</b>

/KV=20/Takeoff Angle=45/Elapsed Livetime=60/

Fonte: O autor, 2014

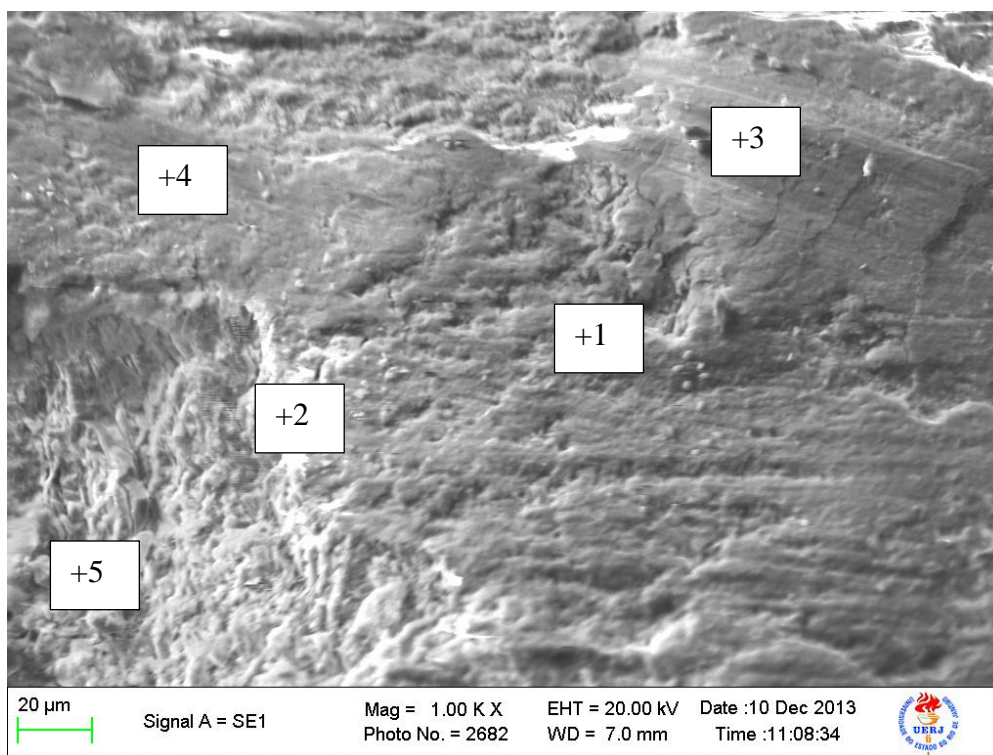
Tabela 35 – Amostra A Estevensita-Pectolita MEV-EDS Área 2 Ponto 3

Oxidos	Concentração	Elementos	Intensidade (c/s)	Erro (2-sig)	Concentração (wt.%)
C	0.000	C	8.54	0.754	0.000
Na <sub>2</sub> O	11.621	O	28.61	1.381	43.511
MgO	0.513	Na	8.08	0.734	8.622
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4.227	Mg	0.37	0.156	0.310
SiO <sub>2</sub>	55.418	Al	3.10	0.455	2.237
SO <sub>3</sub>	2.892	Si	40.17	1.636	25.905
Cl	0.705	S	1.57	0.323	1.158
CaO	21.636	Cl	0.94	0.250	0.705
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2.987	Ca	20.04	1.156	15.464
Total	100.000	Fe	1.39	0.304	2.089
				<b>Total</b>	<b>100</b>

/KV=20/Takeoff Angle=45/Elapsed Livetime=60/

Fonte: O autor, 2014

Figura 77 – Amostra A Estevensita / Pectolita Imagen 1000 X Área 3



Fonte: O autor, 2014

#### 4.6.1.2 MEV-EDS ponto 1

Tabela 36 – Amostra A Estevensita-Pectolita MEV-EDS Área 3 Ponto 1

Oxidos	Concentração	Elementos	Intensidade (c/s)	Erro (2-sig)	Concentração (wt.%)
Na	4.801	O	472.60	5.613	0.000
Mg	13.524	Na	61.26	2.021	4.804
Al	20.511	Mg	202.66	3.676	13.524
Si	52.835	Al	271.15	4.252	20.511
Ca	4.146	Si	603.84	6.345	52.835
Fe	4.180	Ca	43.21	1.697	4.146
O	0.000	Fe	24.31	1.273	4.180
<b>Total</b>	<b>100.000</b>			<b>Total</b>	<b>100</b>

/KV=20/Takeoff Angle=45/Elapsed Livetime=60/

Fonte: O autor, 2014

Tabela 37 – Amostra A Estevensita-Pectolita MEV-EDS Área 3 Ponto 2

Oxidos	Concentração	Elementos	Intensidade (c/s)	Erro (2-sig)	Concentração (wt.%)
<b>Na</b>	0.570	<b>O</b>	287.50	4.378	0.000
<b>Mg</b>	0.893	<b>Na</b>	3.24	0.465	0.570
<b>Al</b>	0.451	<b>Mg</b>	7.32	0.699	0.893
<b>Si</b>	1.537	<b>Al</b>	4.35	0.539	0.451
<b>Ca</b>	95.666	<b>Si</b>	17.34	1.075	1.537
<b>Fe</b>	0.883	<b>Ca</b>	940.33	7.917	95.666
<b>O</b>	0.000	<b>Fe</b>	4.02	0.518	0.883
<b>Total</b>	<b>100.000</b>			<b>Total</b>	<b>100</b>

/KV=20/Takeoff Angle=45/Elapsed Livetime=60/

Fonte: O autor, 2014

Tabela 38 – Amostra A Estevensita-Pectolita MEV-EDS Área 3 Ponto 3

Oxidos	Concentração	Elementos	Intensidade (c/s)	Erro (2-sig)	Concentração (wt.%)
<b>Na</b>	7.667	<b>O</b>	384.43	5.062	0.000
<b>Mg</b>	9.805	<b>Na</b>	79.76	2.306	7.667
<b>Al</b>	19.356	<b>Mg</b>	113.64	2.752	9.805
<b>Si</b>	55.998	<b>Al</b>	210.25	3.744	19.356
<b>Ca</b>	4.156	<b>Si</b>	524.91	5.915	55.998
<b>Fe</b>	3.018	<b>Ca</b>	34.36	1.513	4.156
<b>O</b>	0.000	<b>Fe</b>	13.95	0.964	3.018
<b>Total</b>	<b>100.000</b>			<b>Total</b>	<b>100</b>

/KV=20/Takeoff Angle=45/Elapsed Livetime=60/

Fonte: O autor, 2014

Tabela 39 – Amostra A Estevensita-Pectolita MEV-EDS Área 3 Ponto 4

Oxidos	Concentração	Elementos	Intensidade (c/s)	Erro (2-sig)	Concentração (wt.%)
Na	9.025	O	443.97	5.44	0.000
Mg	6.150	Na	142.67	3.084	9.025
Al	20.103	Mg	108.83	2.693	6.150
Si	49.366	Al	357.58	4.882	20.103
Ca	12.321	Si	755.76	7.098	49.366
Fe	3.035	Ca	169.29	3.359	12.321
O	0.000	Fe	22.89	1.235	3.035
<b>Total</b>	<b>100.000</b>			<b>Total</b>	<b>100</b>

/KV=20/Takeoff Angle=45/Elapsed Livetime=60/

Fonte: O autor, 2014

Tabela 40 – Amostra A Estevensita-Pectolita MEV-EDS Área 3 Ponto 5

Oxidos	Concentração	Elementos	Intensidade (c/s)	Erro (2-sig)	Concentração (wt.%)
Na	1.497	O	354.44	4.861	0.000
Mg	23.014	Na	14.38	0.979	1.497
Al	18.879	Mg	277.37	4.300	23.014
Si	46.378	Al	177.44	3.439	18.879
Ca	2.505	Si	399.89	5.163	46.378
Fe	7.727	Ca	20.95	1.182	2.505
O	0.000	Fe	35.95	1.548	7.727
<b>Total</b>	<b>100.000</b>			<b>Total</b>	<b>100</b>

/KV=20/Takeoff Angle=45/Elapsed Livetime=60/

Fonte: O autor, 2014

#### 4.6.2 Conclusão com respeito à análise da amostra A de Estevensita

A amostra recebida não é pura. A maior quantidade de Estevensita aparece na Figura 77 ponto número 5 com percentagem de magnésio da ordem de 23%. Esta área da amostra foi a que apresentou maior índice de magnésio e por enquanto será a amostra representativa deste estudo como Estevensita de maior pureza.

Na amostra encontramos Estevensita textural assim como amorfa. Ambas as amostras (textural e amorfa) diferem do aspecto observado da Estevensita encontrada na Formação Lagoa Feia. Nesta amostra de Estevensita, em ambos os casos independentes da textura, há indicação de deposição deste mineral de forma laminar e não nodular como indicado na Formação Lagoa Feia. A Estevensita analisada é possivelmente a que encontramos na seção sag do pré-sal, enquanto a Estevensita vista na Formação Lagoa Feia é a encontrada na seção rifte do pré-sal.

#### 4.7 **Análise da Amostra B de Estevensita (Nova Jersey-USA)**

A Figura 78 exhibe a amostra B completa de Pectolita / Estevensita vinda de Nova Jersey-USA em Maio 2014, a qual foi analisada. Muito embora tenha vindo como Estevensita, na verdade também se concluiu tratar-se de uma mistura de Estevensita com Pectolita, que não contém magnésio com pureza suficiente para ser considerada uma amostra pura de Estevensita como se verá nos dados observados a seguir através do MEV. Utilizamos neste trabalho os dados obtidos das amostras A e B de Estevensita, onde se encontram valores altos de magnésio somente em determinadas áreas das amostras.



Figura 78 – Amostra B de Estevensita Nova Jersey USA



Fonte: O autor, 2014



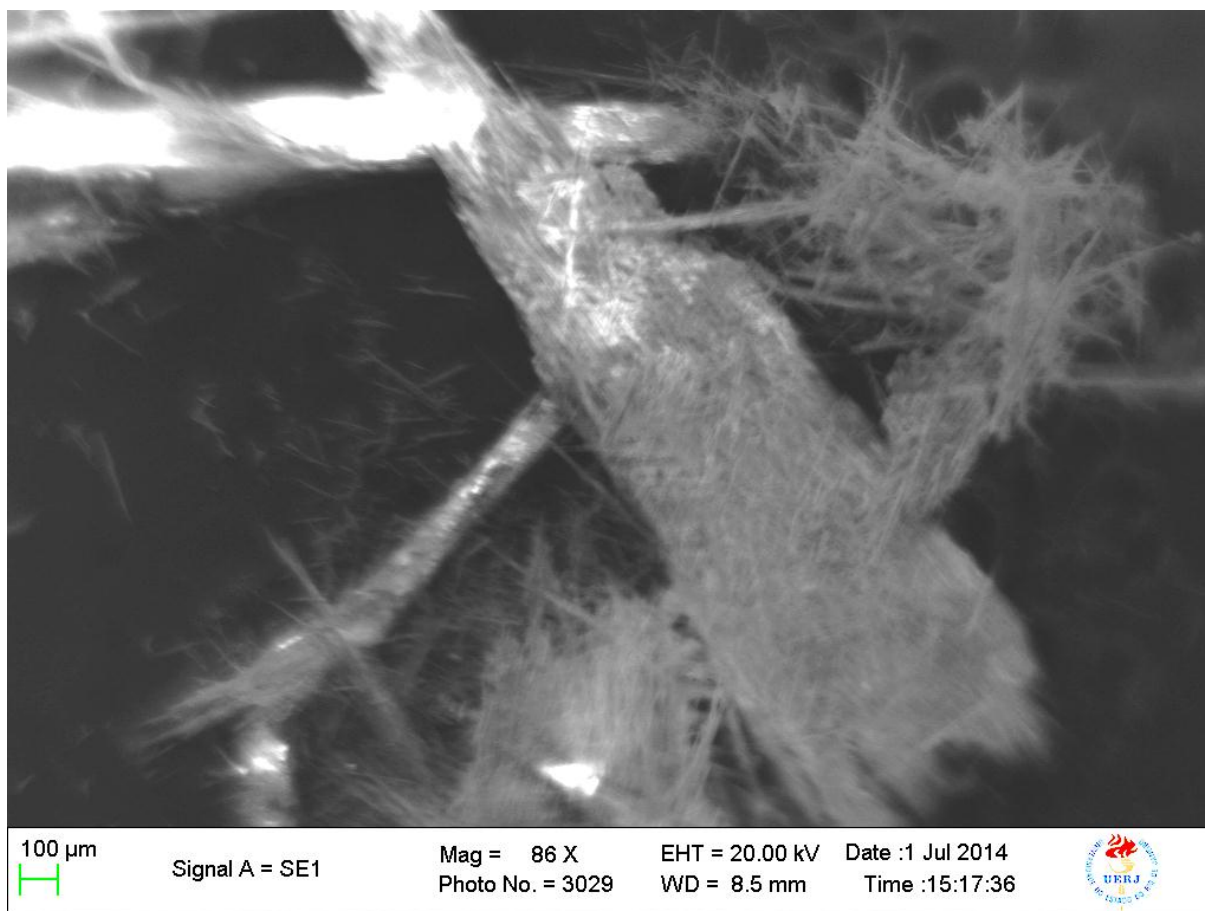
#### 4.7.1 Introdução à análise da amostra B de Estevensita

Diversas medições foram feitas nas amostras tomadas em vários pontos da amostra B de Estevensita e Pectolita, a fim de utilizar os dados obtidos nas porções com maior conteúdo de magnésio e, portanto, de Estevensita com respeito à Pectolita.

A necessidade de buscar a Estevensita com maior pureza é para obter os pontos críticos deste mineral para utilização na nova metodologia de separação de Estevensita e Dolomita nos poços do pré-sal.

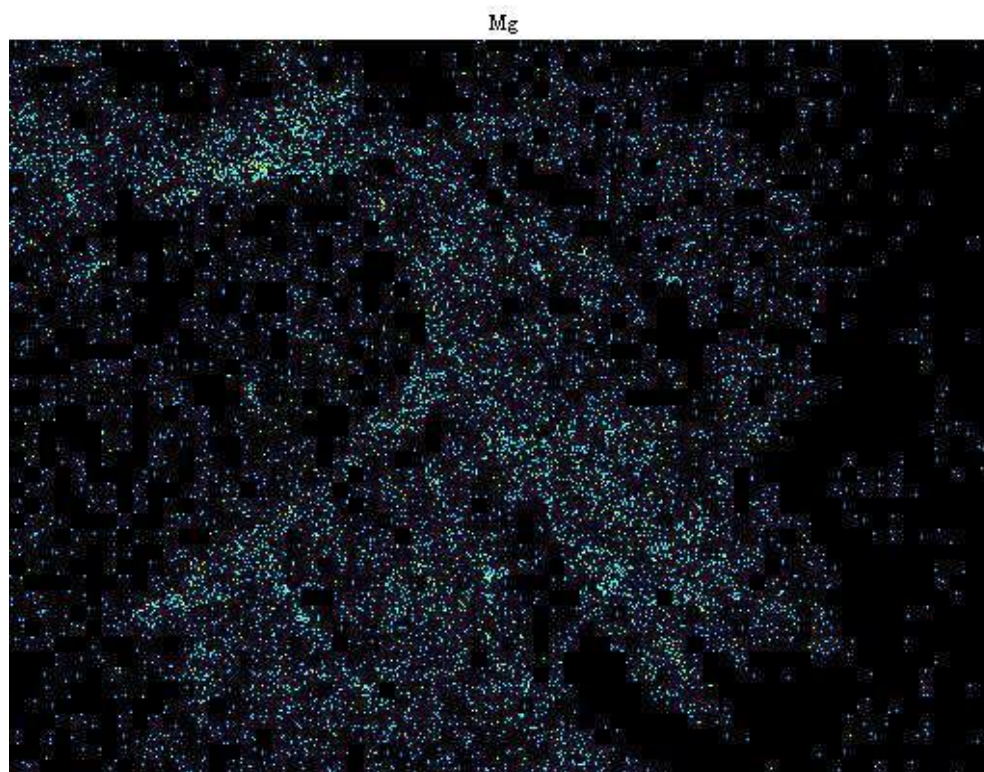
#### 4.7.2 Amostra B Estevensita / Pectolita Zona 1

Figura 79 – Amostra B Estevensita e Pectolita Imagen 86 X Zona 1



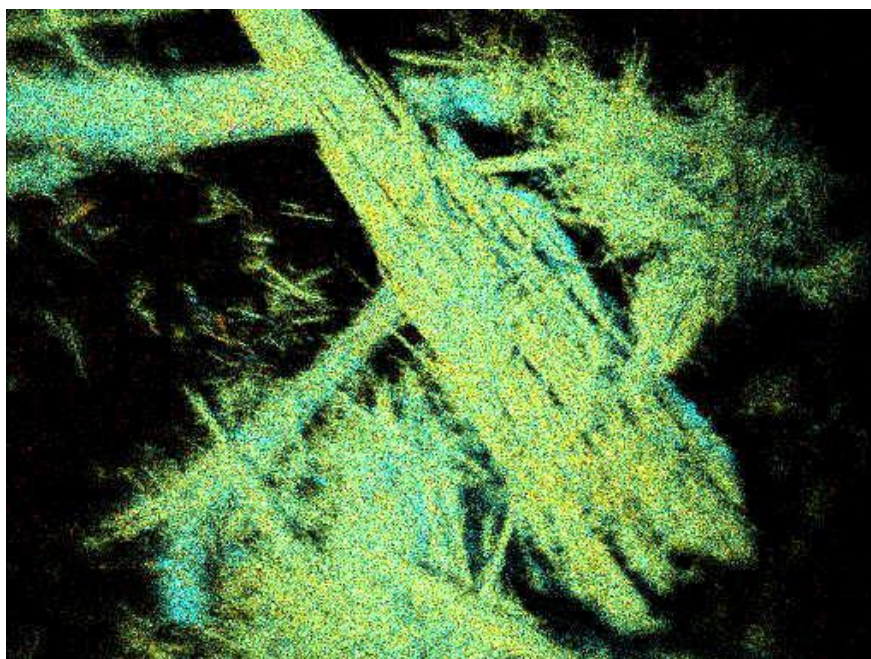
Fonte: O autor, 2014

Figura 80 – Amostra B Estevensita / Pectolita Imagen 86 X



Legenda: Os pontos claros indicam a presença de Mg.  
Fonte: O autor, 2014

Figura 81 – Amostra B Estevensita / Pectolita 86 X



Legenda: A cor azul indica a presença de Ca, a cor amarela indica a presença de Si, e o verde indica Mg.

Fonte: O autor, 2014

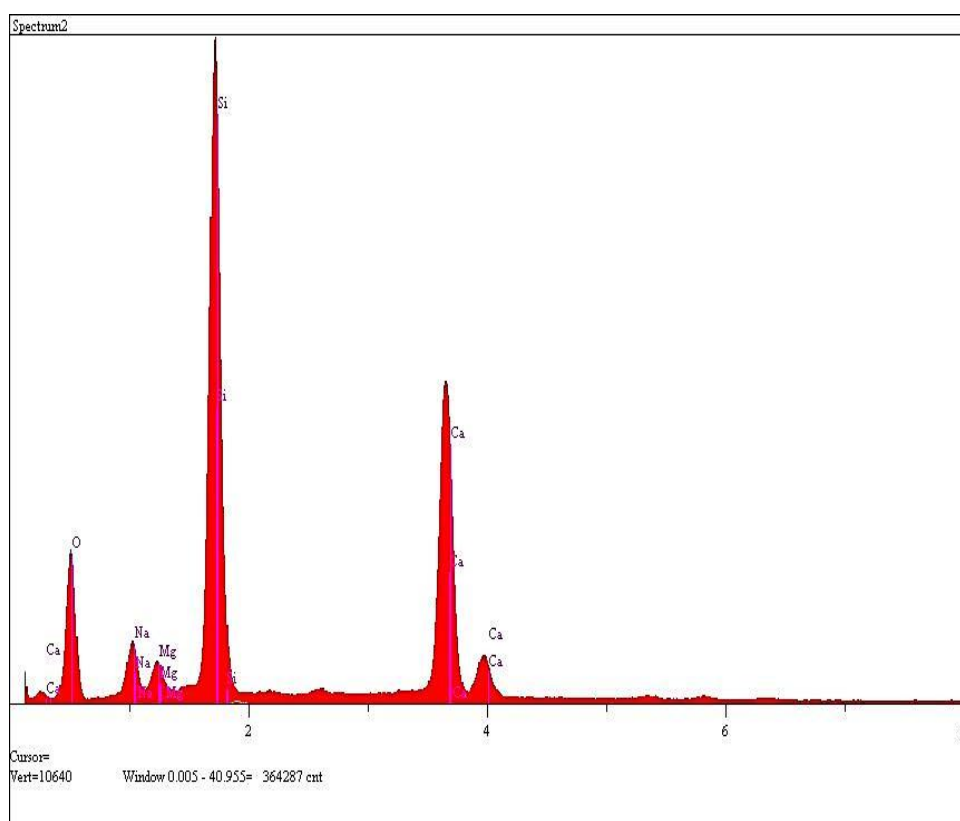
Tabela 41 – Amostra B Estevensita-Pectolita MEV-EDS Zona 1

Oxidos	Concentração	Elementos	Intensidade (c/s)	Erro (2-sig)	Concentração (wt.%)
Mg	3.233	O	359.78	4.897	0.000
Si	54.715	Na	143.45	3.095	6.290
Ca	34.843	Mg	90.57	2.457	3.233
Al	0.918	Al	28.18	1.371	0.918
O	0.000	Si	1748.06	10.795	54.715
Na	6.290	Ca	818.91	7.389	34.843
<b>Total</b>	<b>100.000</b>			<b>Total</b>	<b>100</b>

/KV=20/Takeoff Angle=45/Elapsed Livetime=60/

Fonte: O autor, 2014

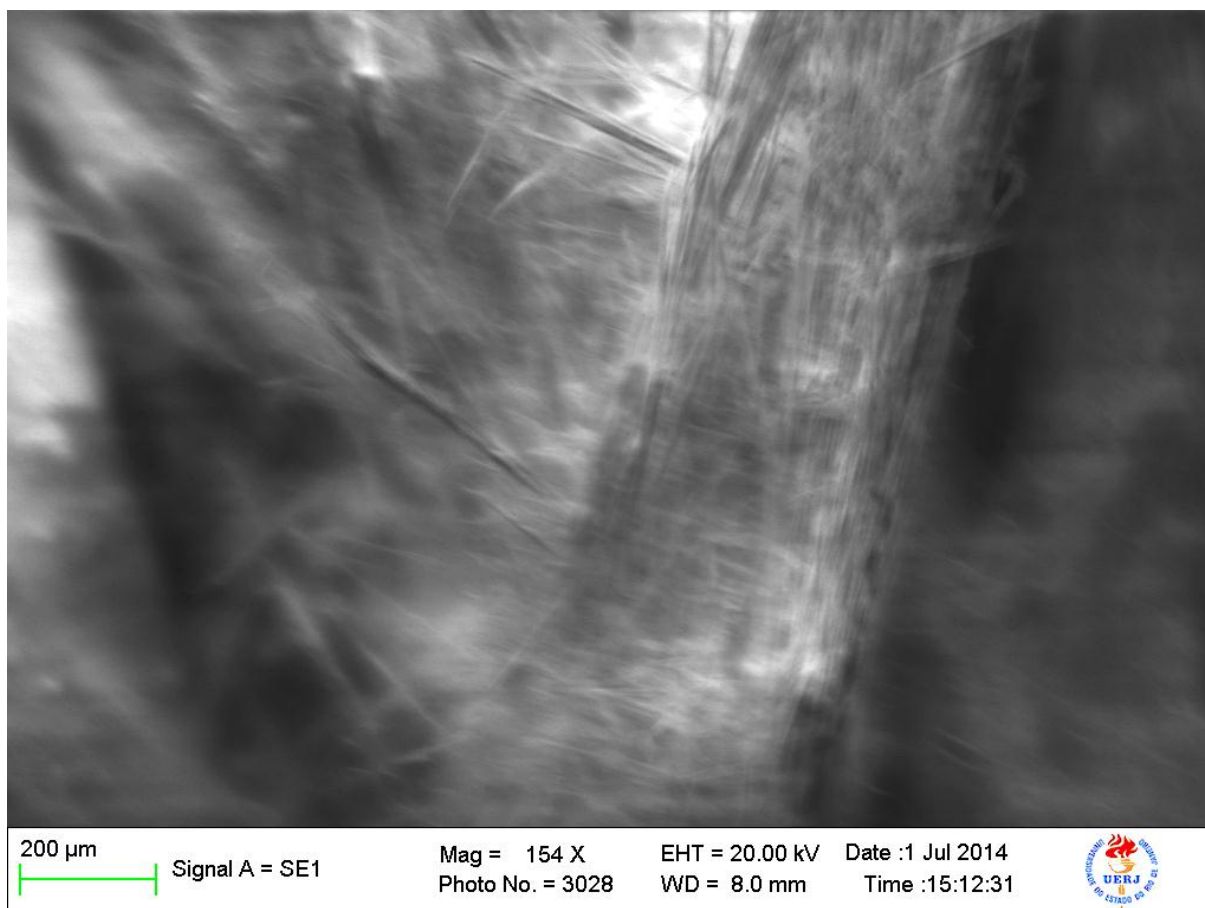
Figura 82 – Amostra B Estevensita / Pectolita EDS Zona 1



Fonte: O autor, 2014

#### 4.7.3- Amostra B Estevensita / Pectolita Zona 2

Figura 83 – Amostra B Estevensita / Pectolita Imagen 154 X Zona 2



Fonte: O autor, 2014

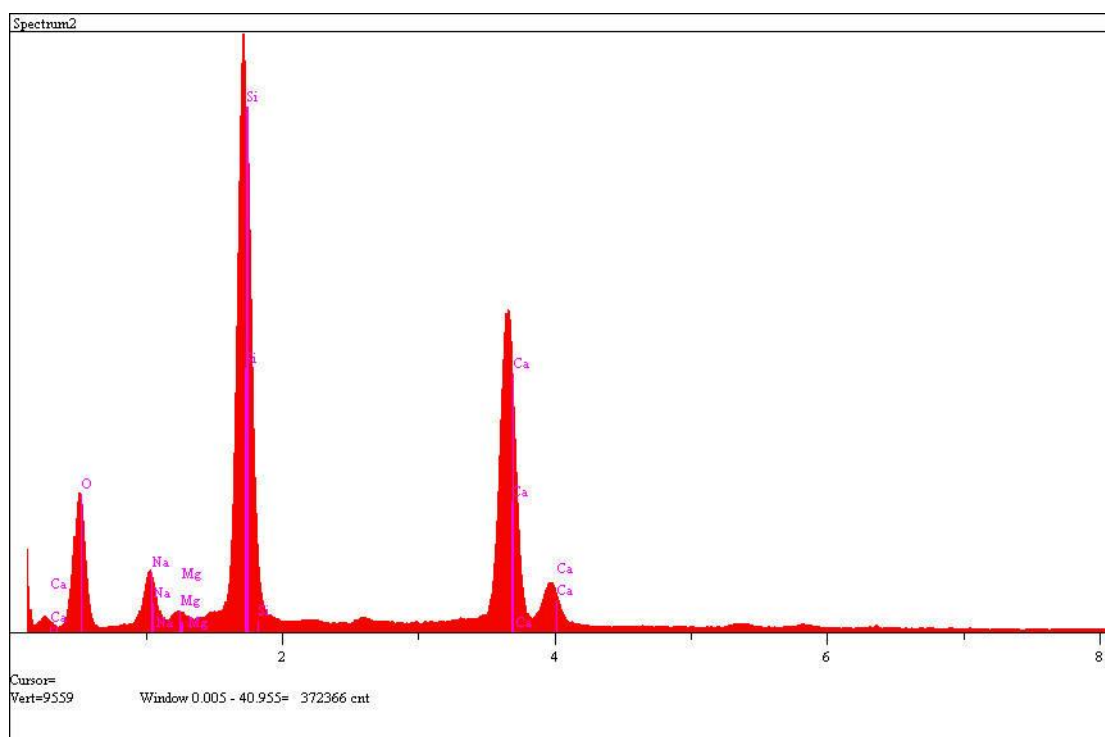
Tabela 42 – Amostra B Estevensita-Pectolita MEV-EDS Zona 2

Oxidos	Concentração	Elementos	Intensidade (c/s)	Erro (2-sig)	Concentração (wt.%)
Mg	1.030	O	351.96	4.844	0.000
Si	53.300	Na	140.50	3.060	6.581
Ca	38.151	Mg	27.14	1.345	1.030
Al	0.937	Al	28.11	1.369	0.937
O	0.000	Si	1652.43	10.496	53.300
Na	6.581	Ca	865.61	7.596	38.151
<b>Total</b>	<b>100.000</b>			<b>Total</b>	<b>100</b>

/KV=20/Takeoff Angle=45/Elapsed Livetime=60/

Fonte: O autor, 2014

Figura 84 – Amostra B Estevensita / Pectolita EDS Zona 2



Fonte: O autor, 2014