



UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO
ESCOLA DE MINAS
DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA



TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

**MODELAGEM GEOQUÍMICA DO PROCESSO DE ENRIQUECIMENTO
SUPERGÊNICO EM FORMAÇÕES FERRÍFERAS DO SINCLINAL GANDARELA,
QUADRILÁTERO FERRÍFERO (MG)**

Israel Tonholo Medeiros

Ouro Preto, Julho de 2017

**MODELAGEM GEOQUÍMICA DO PROCESSO DE
ENRIQUECIMENTO SUPERGÊNICO EM FORMAÇÕES
FERRÍFERAS DO SINCLINAL GANDARELA,
QUADRILÁTERO FERRÍFERO (MG)**



FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO

Reitora

Prof.^a Dr.^a Cláudia Aparecida Marlière de Lima

Vice-Reitor

Prof. Dr. Hermínio Arias Nalini Júnior

Pró-Reitora de Graduação

Prof.^a Dr.^a Tânia Rossi Garbin

ESCOLA DE MINAS

Diretor

Prof. Dr. Issamu Endo

Vice-Diretor

Prof. Dr. José Geraldo Arantes de Azevedo Brito

DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA

Chefe

Prof. Dr. Luís Antônio Rosa Seixas

MONOGRAFIA

Nº

MODELAGEM GEOQUÍMICA DO PROCESSO DE ENRIQUECIMENTO SUPERGÊNICO EM FORMAÇÕES FERRÍFERAS DO SINCLINAL GANDARELA, QUADRILÁTERO FERRÍFERO (MG)

Israel Tonholo Medeiros

Orientador

Prof. Dr. Hermínio Arias Nalini Júnior

Co-Orientador

Prof. Marcelo Luiz Silva

Monografia do Trabalho de Conclusão de curso apresentado ao Departamento de Geologia da Escola de Minas da Universidade Federal de Ouro Preto como requisito parcial para avaliação da disciplina Trabalho de Conclusão de Curso – TCC 402, ano 2017/1.

OURO PRETO

2017

Universidade Federal de Ouro Preto – <http://www.ufop.br>
Escola de Minas - <http://www.em.ufop.br>
Departamento de Geologia - <http://www.degeo.ufop.br/>
Campus Morro do Cruzeiro s/n - Bauxita
35.400-000 Ouro Preto, Minas Gerais
Tel. (31) 3559-1600, Fax: (31) 3559-1606

Direitos de tradução e reprodução reservados.

Nenhuma parte desta publicação poderá ser gravada, armazenada em sistemas eletrônicos, fotocopiada ou reproduzida por meios mecânicos ou eletrônicos ou utilizada sem a observância das normas de direito autoral.

Revisão geral: Israel Tonholo Medeiros

Catálogo elaborado pela Biblioteca Prof. Luciano Jacques de Moraes do
Sistema de Bibliotecas e Informação - SISBIN - Universidade Federal de Ouro Preto

M488m Medeiros, Israel Tonholo.

Modelagem geoquímica do processo de enriquecimento supergênico em
formações ferríferas do Sinclinal Gandarela, Quadrilátero Ferrífero (MG)
[manuscrito] / Israel Tonholo Medeiros. - 2017.

xviii, 84f.: il.: color; grafs; tabs.

Orientador: Prof. Dr. Hermínio Arias Nalini Júnior.

Coorientador: Prof. MSc. Marcelo Luiz Silva.

Monografia (Graduação). Universidade Federal de Ouro Preto. Escola de
Minas. Departamento de Geologia.

1. Geoquímica. 2. Minério de ferro. I. Nalini Júnior, Hermínio Arias . II.
Silva, Marcelo Luiz . III. Universidade Federal de Ouro Preto. IV. Título.

CDU: 550.4(815.1)

Catálogo: ficha@sisbin.ufop.br

Ficha de Aprovação

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

TÍTULO: Modelagem Geoquímica do Processo de Enriquecimento Supergênico em Formações Ferríferas do Sinclinal Gandarela, Quadrilátero Ferrífero (MG).

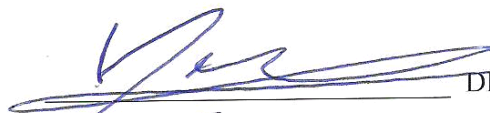
AUTOR: ISRAEL TONHOLO MEDEIROS

ORIENTADOR: Prof. Dr. Hermínio Arias Nalini Júnior

Aprovado em: 16 de agosto de 2017

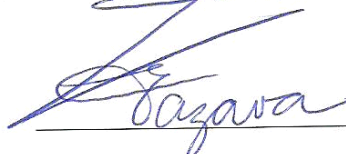
BANCA EXAMINADORA:

Prof. Dr. Hermínio Arias Nalini Júnior



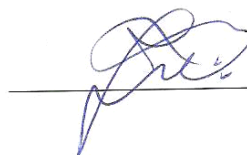
DEGEO/UFOP

Prof. MSc. Edison Tazava



DEGEO/UFOP

Prof. Dr. José Américo Trivellato Messias



DECOM/UFOP

Ouro Preto, 16/08/2017

Agradecimentos

Agradeço a Deus por tudo.

Aos meus pais, aos irmãos da IPB, IBOP, ABUB, Madrugas e a todos os amigos de curso que contribuíram para que eu pudesse concluir mais este ciclo.

À Fundação Gorceix por todo apoio financeiro.

Aos professores Hermínio e Red pela oportunidade de realizar este TCC.

À Ms Carol Coelho e todos os meus professores que me inspiraram.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	1
1.1 - Apresentação.....	1
1.2 - Objetivos.....	2
1.3 - Metodologia.....	3
1.3.1 – Levantamento Bibliográfico	3
1.3.2 – Desenvolvimento do software Imdata®.....	3
1.3.3 – Aquisição, Tratamento e Interpretação de Dados	3
BALANÇO DE MASSA	5
2.1 Cálculo de Balanço de Massa.....	5
2.2 Escolha da Isócona.....	8
DESENVOLVIMENTO DO SOFTWARE IMDATA®.....	11
3.1 Manual de Utilização do Programa Imdata®.....	13
3.2 Aplicação do Programa Imdata® em Balanço de Massa Conhecido.....	19
APLICAÇÃO DO SOFTWARE IMDATA® EM AMOSTRAS DE FORMAÇÕES FERRÍFERAS DO SINCLINAL GANDARELA, FORMAÇÃO CAUÊ, QUADRILÁTERO FERRÍFERO (MG).....	
4.1 Amostras de Formação Ferrífera	23
4.2 Balanço de Massa no Testemunho do Furo FDMQ 0177.....	25
4.2.1 – Análise dos resultados do balanço de massa	30
CONSIDERAÇÕES FINAIS	33
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	35
APÊNDICE 1.....	37
ANEXO 1	61

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. 1 -- Ícone do programa Imdata®.....	4
Figura 2. 1 - Representação gráfica do Diagrama da Isócona segundo os elementos tomados pela tabela 2.1	8
Figura 2. 2 - Valores das análises normatizadas e equidistantes à origem, alterado de Humphris et al. (1998).....	9
Figura 2. 3 - Diagramas de covariância de elementos, alterado de Humphris et al. (1998).....	10
Figura 3. 1 - Diagrama com a lógica sobre a qual o programa Imdata® foi desenvolvido.....	12
Figura 3. 2 - Tela Inicial do software Imdata®	13
Figura 3. 3 - Tela de inserção de elementos do software Imdata®, onde são selecionados os elementos, isóconas e quantidade de amostras analisados.	14
Figura 3. 4 - Tela de identificação de amostras do software Imdata®	16
Figura 3. 5 - Tela tabela do software Imdata®, onde são inseridos os valores das análises químicas.....	17
Figura 3. 6 - Tela principal do software Imdata®, onde são gerados gráficos e resultados quantitativos do balanço de massa.	18
Figura 3. 7 - Compilação de imagens retiradas da rotina utilizada para a produção dos resultados do balanço de massa no software Imdata®	22
Figura 4. 1 – Compilação de diagramas de covariância do furo FDMQ 0177 que apresentaram relação positiva	26
Figura 4. 2 – Exemplificação da aquisição da inclinação das isóconas obtidas pelo método dos Mínimos Quadrados aplicados em cada grupo de isóconas	29
Figura 4. 3 – Gráfico de linhas contendo a progressão dos valores das Isóconas (La e Ce; Zr, Hf e TiO ₂ ; Ho, Tm e Lu; Fe ₂ O ₃) ao longo do furo FDMQ 0177.	29
Figura 4. 4 - Diagramas de covariância entre os elementos que compõem as Isóconas (imóveis) e SiO ₂ (móvel).....	31
Figura 4. 5 – Modelo da Ação do Enriquecimento Supergênico no Furo FDMQ0177 criado à partir da isócona do Fe ₂ O ₃	32

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Resultados das concentrações dos elementos tomados como exemplo retirados de Mesquita (2016).....	7
Tabela 2 - Dados das concentrações químicas e cálculo do balanço de massa utilizando o método de Grant (1986) em escarnitos associados a diques félsicos, retirado de Mesquita (2016)	20
Tabela 3 - Comparação entre os valores encontrados por Mesquita (2016) e os valores gerados pelo software Imdata® para o balanço de massa entre as amostras de álcali-feldspato granito (amostra PIES-1C) e zona da escapolita e diopsídio (amostra PIES-1Q), utilizando o Pb como isócona.	21
Tabela 4 - – Comparação detalhada entre os valores do balanço de massa que diferiram entre Mesquita (2016) e os valores gerados pelo software Imdata®.....	22
Tabela 5 - Mineralogia dos componentes maiores dos quatro tipos de itabiritos caracterizados por Amorim & Alkmim (2011)	24
Tabela 6 - – Mineralogia dos componentes acessórios dos quatro tipos de itabiritos caracterizados por Amorim & Alkmim (2011)	24
Tabela 7 – Tipologias dos itabiritos da Formação Cauê, segundo a classificação adotada pela Vale, retirado de Alkmim (2014)	25
Tabela 8 – Valores das inclinações das isóconas de Fe ₂ O ₃ ; La e Ce; Zr, Hf e TiO ₂ ; Ho, Tm e Lu.....	28
Tabela 9 – Valores das inclinações das retas que determinam a tendência de cada isócona ...	30

Resumo

Os itabiritos da Formação Cauê são similares geoquimicamente aos itabiritos correlativos do Paleoproterozóico de outras bacias ao redor do mundo. Paralelamente, a variação da distribuição dos elementos ao longo de perfis dentro desta Formação, se deve tanto à composição original da rocha como a atuação de processos hidrotermais e de enriquecimento supergênico. As variações composicionais observadas ao longo de análises geoquímicas realizadas em amostras de testemunho de sondagens, podem ser melhor estudadas e caracterizadas na medida que se demonstre, por meio de modelagem numérica o enriquecimento ou empobrecimento relativo em diferentes elementos de cada amostra, com relação a litotipos cujas composições sejam consideradas primárias. Dessa forma, este trabalho consiste no desenvolvimento de um software que permitiu avaliar (qualitativa e quantitativamente), de maneira rápida e eficiente, as variações composicionais ao longo de testemunhos de sondagens, bem como realizar uma caracterização numérica da variação de massa observada. Buscou-se a caracterização da ação do enriquecimento supergênico ao longo dos testemunhos, utilizando-se como metodologia de análise o balanço de massa pelo método da Isócona. Com a análise dos resultados obtidos para o furo FDMQ0177, cuja boca é localizada na porção sul da Serra do Gandarela (coordenadas UTM 637.862,11 e 7.777.526,35; cota 1.617,42m), pôde-se criar um modelo de ação do enriquecimento supergênico que evidencia uma maior variação de massa nas regiões próximas à superfície, bem como constatar a falta de homogeneidade do itabirito analisado.

CAPITULO 1

INTRODUÇÃO

1.1 - APRESENTAÇÃO

Este trabalho tem como objetivo investigar o comportamento dos elementos químicos encontrados em formações ferríferas, frente à ação do enriquecimento supergênico, em perfis longitudinais de até aproximadamente 400 metros de profundidade. Refere-se ao desenvolvimento de um software com o objetivo de ser aplicado na análise da variação geoquímica (elementos maiores, traços e terras raras), observada em testemunhos de sondagens da formação ferrífera da Formação Cauê, no Sinclinal Gandarela.

A partir da análise química de elementos maiores, menores e traços de diferentes tipos de itabirito da Formação Cauê, pode-se concluir que estes itabiritos são similares geoquimicamente aos itabiritos correlativos do paleoproterozóico de outras bacias ao redor do mundo (Alkmim 2014). Paralelamente, a variação da distribuição dos elementos ao longo dos perfis se deve tanto à composição original da rocha, como a atuação de processos hidrotermais e de enriquecimento supergênico. As variações composicionais observadas ao longo de análises geoquímicas realizadas em amostras de testemunho de sondagens, podem ser melhor estudadas e caracterizadas na medida que se demonstre por meio de modelagem numérica o enriquecimento ou empobrecimento relativo em diferentes elementos de cada amostra, com relação a litotipos cujas composições sejam consideradas primárias.

Dessa forma, este trabalho consiste em desenvolver um software que permita avaliar (qualitativa e quantitativamente), de maneira rápida e eficiente, as variações composicionais ao longo de testemunhos de sondagens. Para tanto, serão utilizados os resultados das análises geoquímicas realizadas por Alkmim (2014) em amostras de 2 testemunhos de sondagens da formação ferrífera do Sinclinal Gandarela. Buscar-se-á a caracterização da ação do enriquecimento supergênico ao longo dos testemunhos, utilizando-se como metodologia de análise o balanço de massa proposto por Grant (1986). Pretende-se contribuir para a interpretação de processos geoquímicos envolvidos na transformação de formações ferríferas bandadas em minérios de ferro de teor econômico.

O balanço de massa proposto por Grant (1986) é também conhecido como o Método da Isócona. Trata-se de um rearranjo linear para as equações de quantificação de ganhos e

perdas relativas de massa em um mineral ou rocha que sofreu metassomatismo (Gresens 1967). Em suas equações, Gresens (1967), propõe um balanço de massa tendo como parâmetro de base algum componente químico que não tenha sofrido alteração, ou a densidade relativa do material alterado e o não alterado. O Método da Isócona consiste, portanto, na interpolação entre os valores de composição da rocha ou minerais alterados e os valores da composição original, definindo-se a isócona como uma reta que passa pela origem e pelo ponto equivalente aos elementos imóveis. Uma das vantagens de utilizar este método gráfico está na facilidade de se observar visualmente se um determinado elemento enriqueceu ou empobreceu relativamente. Os elementos que estiverem acima da isócona representam aqueles que sofreram enriquecimento, enquanto que aqueles que estiverem abaixo, sofreram empobrecimento. Quando um elemento não sofrer variação, este estará representado visualmente sobre a isócona.

Este método tem sido utilizado para o balanço de massa não somente em metassomatitos, como em sua proposição inicial, mas também para investigações em paragêneses sulfeto-sulfossal (Ni Wen *et al.* 1991, Wagner and Cook 1997), depósitos de fumarolas (Papike *et al.* 1991a), depósito sedimentar exalativo (Jébrak and Gauthier 1991), silcrete (Bustillo and Bustillo 200), paleosolos (Grant 1993), zonas de cisalhamento (O'Hara 1988, Selverstone *et al.* 1991, Demény *et al.* 1997, Hippertt 1998, Steyrer and Strum 2002), depósito do tipo VMS (Theart *et al.* 2011), escarnitos (Mesquita 2016), BIF's (Angerer *et al.* 2012), migmatitos (Olsen and Grant 1991, Chavagnac *et al.* 2001) e zonas de alteração hidrotermal (Harper 1997, Cail and Cline 2001, Nijland and Touret 2001, Mori *et al.* 2003).

1.2 - OBJETIVOS

Objetivo Principal:

- Caracterizar com base matemática (numérica) a ação do enriquecimento supergênico nas rochas estudadas.

Objetivos Específicos:

- Desenvolver um software que facilite a aplicação do Método da Isócona em um banco de dados extenso como, por exemplo, em furos de sondagem.
- Proporcionar precisão, velocidade e dinamicidade na obtenção de resultados numéricos e gráficos.

- Realizar análises investigativas em amostras com incertezas quanto à mobilidade dos elementos envolvidos.
- Contribuir para o entendimento de processos geoquímicos ocorridos em formações ferríferas com teor econômico.

1.3 - METODOLOGIA

Buscando-se concretizar os objetivos traçados o trabalho foi dividido em três etapas, sendo estas:

1.3.1 – Levantamento Bibliográfico

Esta etapa inicial se constituiu de um levantamento bibliográfico dos principais trabalhos relacionados ao balanço de massa e caracterização geoquímica de formações ferríferas.

No que se refere ao balanço de massa, foram pesquisados os artigos que o propuseram, assim como as publicações que buscaram aperfeiçoá-lo ou demonstrar possíveis falhas existentes e exemplos de aplicações. A caracterização geoquímica de formações ferríferas teve como objetivo ajudar a entender o comportamento dos elementos frente à ação do enriquecimento supergênico e alterações hidrotermais, contribuindo para a interpretação dos processos geoquímicos envolvidos na transformação das formações ferríferas bandadas de teor econômico.

1.3.2 – Desenvolvimento do software Imdata®

O software de balanço de massa desenvolvido neste trabalho foi construído utilizando o software Matlab® versão R2015a, a imagem (figura 1.1) para ícone do programa aqui desenvolvido foi criada utilizando o software Adobe® Illustrator CC.

1.3.3 – Aquisição, Tratamento e Interpretação de Dados



Figura 1. 1 - Ícone do programa Imdata®

Os dados das análises químicas em Escarnitos utilizados para exemplificar o balanço de massa foram retirados de Mesquita (2016) e os dados das análises químicas de Itabirito, que foram tratados e interpretados neste trabalho, foram retirados de Alkmim (2014). Os dados das análises químicas foram alocados e tratados utilizando o software Microsoft® Office Excel 2010.

Uma vez definida as etapas da pesquisa, os procedimentos metodológicos podem ser sintetizados da seguinte maneira:

1. Levantamento bibliográfico sobre a geologia e geoquímica, com ênfase na área de estudo e fundamentação teórica sobre balanço de massa.
2. Desenvolvimento do software Imdata®.
3. Análise qualitativa dos resultados obtidos com o software.
4. Integração dos dados obtidos com os dados geológicos.
5. Análise quantitativa dos resultados obtidos com o software.
6. Interpretação dos resultados obtidos.

CAPITULO 2

BALANÇO DE MASSA

2.1 CÁLCULO DE BALANÇO DE MASSA

O cálculo de balanço de massa foi realizado utilizando o método de Grant (1986). Em sua proposição, Grant (1986) se baseia no método desenvolvido por Gresens (1967) para gerar uma representação gráfica conhecida como Diagrama da Isócona.

O método de Gresens (1967) utiliza de dados de composição química e densidade relativa dos equivalentes alterados e não alterados em equações que determinam o ganho e perda relativa de massa. Ainda é calculado um fator de volume, que representa a variação ocorrida no volume e é determinado quando se tem conhecimento de que algum componente permaneceu imóvel. Como este fator é aplicado igualmente em todos os componentes do sistema, é possível calcular os ganhos e perdas ocorridos desde que se tenha uma amostra de referência pouco ou inalterada e outra amostra mais alterada.

A equação fundamental de Gresens (1967) é descrita por:

$$X_n = [f_v (g^B/g^A) C_n^B - C_n^A]a. \quad (1.1)$$

Em que:

X_n = Variação de massa do componente n;

f_v = Fator de volume;

g = densidade relativa da amostra;

B = Valor correspondente à rocha de referencia;

A = Valor correspondente à rocha alterada;

C_n = Concentração do componente n;

a = Massa das amostras analisada.

Para propor o rearranjo linear das equações de Gresens (1967)(1.2), Grant (1986) reescreve sua equação fundamental (1.1) com uma nova nomenclatura (1.3):

$$C_i^A = M^O/M^A(C_i^O + \Delta C_i) \quad (1.2)$$

$$\Delta M_i = [(M^A/M^O) C_i^A - C_i^O]M^O \quad (1.3)$$

Onde:

ΔM_i = Variação de massa do componente i;

M = Massa da amostra;

A = Valor correspondente à rocha alterada;

O = Valor correspondente à rocha original;

C_i = Concentração do componente i;

ΔC_i = Ganho ou perda de massa do componente i.

Baseando-se no fato de que para cada componente, existe uma equação na forma (1.3) em que a razão M^O/M^A será sempre constante, quando se observa os componentes imóveis, onde $\Delta C_i = 0$, obtém-se a razão entre as massas equivalentes do sistema original e alterado resolvendo a equação (1.4):

$$C_i^A = M^O/M^A(C_i^O) \quad (1.4)$$

Note que para massa e volume constante, a equação pode ser escrita, respectivamente por:

$$C_i^A = C_i^O \quad (1.5)$$

$$C_i^A = \rho^O/\rho^A(C_i^O) \quad (1.6)$$

Esta razão é o coeficiente angular da reta que passa pela origem, conectando todos os pontos de elementos que permaneceram imóveis em uma plotagem C_i^A vs C_i^O . Esta reta é chamada de isócona (Grant 1986) e serve de referência para determinar de forma qualitativa (por meio gráfico) e quantitativamente (por meio da equação (1.7)) a variação de cada componente.

A determinação de forma qualitativa é realizada ao fazer uma plotagem C_i^A vs C_i^O e, delimitando a reta isócona, se observa que: 1. Os elementos que sofreram empobrecimento se localizam abaixo; 2. Os elementos que sofreram enriquecimento localizam-se acima; 3. Aqueles que permaneceram imóveis localizam-se sobre a reta. De forma quantitativa, pode-se obter os ganhos relativos ($\Delta C_i/C_i^O$), dividindo-se a equação (1.3) por C_i^O e rearranjando para:

$$\Delta C_i/C_i^O = (M^A/M^O)(C_i^A/C_i^O) - 1 \quad (1.7)$$

Tomando como exemplo alguns elementos do balanço de massa feito por Mesquita (2016), temos uma associação de escarnitos e diques meta-máficos. Foram analisados duas

amostras, uma amostra pouco e outra bastante alterada. Os elementos maiores foram medidos em percentagem de massa e o W em parte por milhão. A reta isócona foi determinada pelo MgO, que permaneceu imóvel.

Na tabela 1, são expressos os resultados das concentrações dos elementos que são tomados como exemplo, obtidos por meio de análise geoquímica, e também os resultados para o ganho ou perda relativos de massa de cada componente por meio da equação (1.7), tendo (M^A/M^O) sendo determinado pela razão (C_{MgO}^O/C_{MgO}^A) .

Tabela 1 - Resultados das concentrações dos elementos tomados como exemplo retirados de Mesquita (2016)

Elemento	C^O	C^A	$\Delta m - MgO$
SiO ₂	0,77 %	44,04 %	61,03
MgO	15,24 %	14,39 %	0
CaO	38,39 %	28,83 %	-0,20
W	11,30 ppm	27,30 ppm	1,56

A determinação do balanço de massa, de forma qualitativa, pode ser observada por meio da construção gráfica na figura (2.1).

A determinação do balanço de massa de forma quantitativa pode ser exemplificada com a aplicação da equação (1.7) para o CaO. Desta forma, observa-se que:

Como MgO permanece imóvel na reação, a razão (M^A/M^O) é obtida por (C_{MgO}^O/C_{MgO}^A) , sendo esta igual a (15,24/14,39);

A razão (C_i^A/C_i^O) que pode ser escrita da maneira (C_{CaO}^A/C_{CaO}^O) é igual a (28,83/38,39). Substituindo os valores na equação (1.7), obtém-se:

$$\Delta C_{CaO}/C_{CaO}^O = (15,24/14,39)(28,83/38,39) - 1 = -0,20466$$

Este valor representa que, tomando MgO como elemento imóvel, chega-se a conclusão de que houve uma perda relativa de massa de aproximadamente 20% para o CaO.

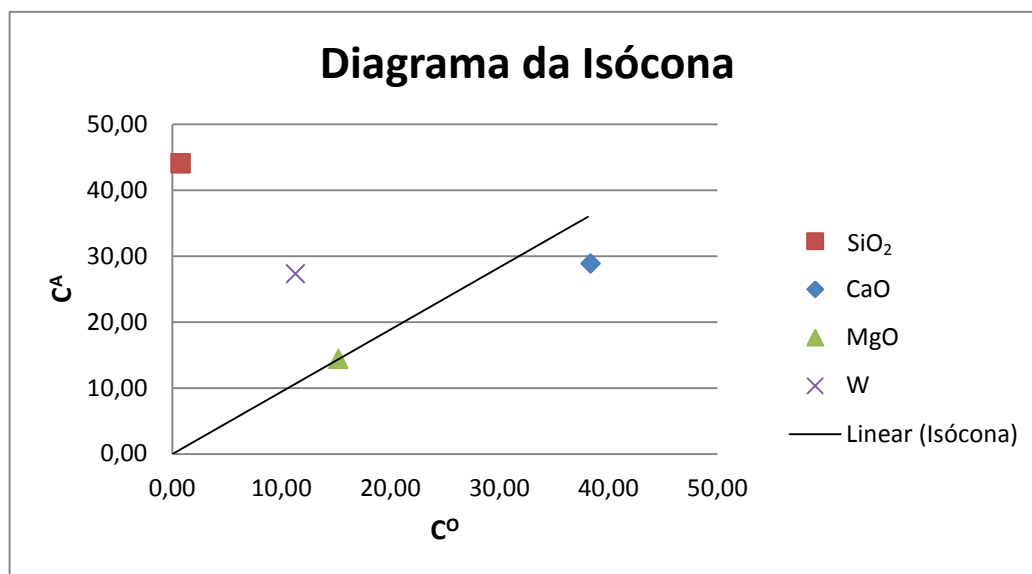


Figura 2. 1 - Representação gráfica do Diagrama da Isócona segundo os elementos tomados pela tabela 2.1

2.2 ESCOLHA DA ISÓCONA

Diferentemente do método de Gresens (1967), que se baseia na variação de volume e densidade da rocha para fazer o cálculo do balanço de massa, o Método da Isócona é estritamente dependente da escolha correta e coerente da reta que melhor represente a não variação de massa. Em sua proposição, Grant (1986) assume que ao delimitar a isócona, todos os elementos imóveis se dispõem sobre esta. Para casos mais simples, onde fica fácil delimitar um único componente imóvel, esta proposição se aplica de forma satisfatória.

Entretanto, ao se aplicar em casos onde existam mais que um componente imóvel, esta proposição não se adequa satisfatoriamente, visto que é comum observar uma variedade de opções de isóconas, que determinam diferentes resultados para o balanço de massa (Baumgartner & Olsen 1995, Mukherjee & Gupta 2008). Segundo Baumgartner & Olsen (1995), fatores como a precisão do método analítico e a possibilidade de heterogeneidade das rochas são os principais responsáveis por gerar incertezas quanto à escolha da isócona adequada. Não obstante, ratifica que as incertezas analíticas possuem tendência a se comportar de forma Gaussiana e que dentro de uma população, a heterogeneidade pode ser expressa pelo desvio padrão.

A partir destas afirmações, Baumgartner & Olsen (1995) propõe a utilização do Método dos Mínimos Quadrados como forma de gerar uma isócona amparada estatisticamente. Neste tratamento de dados, deve ser feita de forma criteriosa a escolha dos

elementos imóveis e a identificação da confiabilidade desta imobilidade. A partir de então, é realizada a multiplicação dos valores destes elementos por fatores que visam distanciar da origem os elementos de imobilidade mais confiável e aproximar da origem os elementos de menor confiabilidade. Isto serve para dar maior peso para os valores dos elementos mais confiáveis na geração da isócona quando for aplicado o Método dos Mínimos Quadrados. A reta gerada serve como Isócona.

Humphris *et al.* (1998), levando em consideração a dificuldade em realizar a análise visual para a determinação da isócona, proposta por Grant (1986), propõe a reorganização de cada ponto do gráfico C_i^A vs C_i^O normalizando-os para que a soma de seus quadrados seja igual a um. Este artifício retira o equívoco visual proporcionado pela distância dos pontos em relação à origem, tornando todos os pontos equidistantes em relação à mesma. Isto é responsável por gerar visualmente um arco com centro na origem. Como os elementos imóveis terão um comportamento semelhante entre si e à variação de massa total da amostra, é fácil perceber que os elementos que compõem a isócona permanecerão bem próximos entre si (figura 2.2). Tal comportamento pode ser evidenciado pela reta formada quando os valores das concentrações destes elementos são dispostos em diagramas de dispersão. Note que são boas práticas: 1. Aplicar o método dos Mínimos Quadrados e utilizar o coeficiente de determinação para confirmar a linearidade das retas geradas; 2. Realizar uma quantidade razoável de análises que devem ser, preferencialmente, representativas de um perfil de alteração. A figura (2.3) exemplifica a construção destes diagramas de covariação.

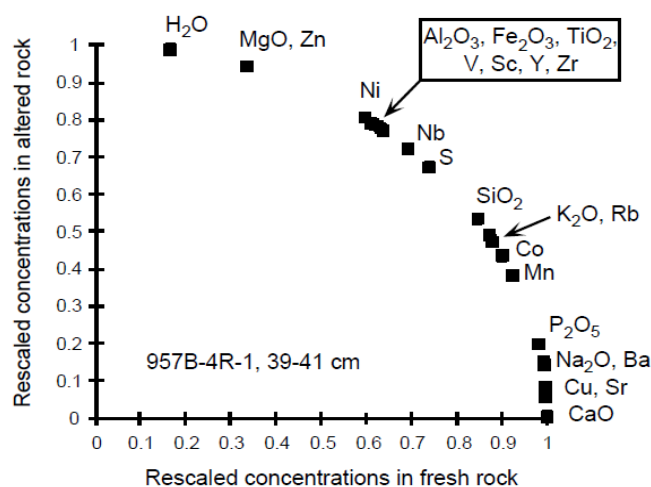


Figura 2. 2 - Valores das análises normalizadas e equidistantes à origem, alterado de Humphris *et al.* (1998)

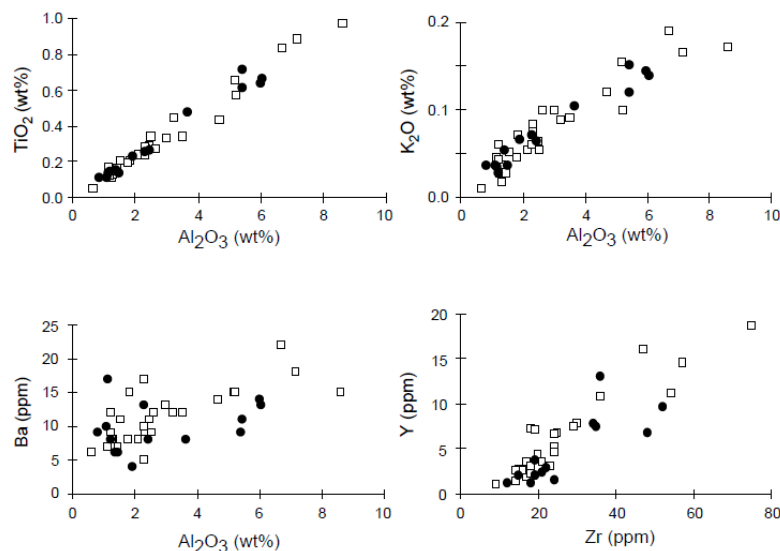


Figura 2. 3 - Diagramas de covariância de elementos, alterado de Humphris *et al.* (1998)

Grant (2005) afirma que a multiplicação dos valores das concentrações dos elementos por fatores que visam facilitar a aplicação do Método da Isócona, como descrito por Humphris *et al.* (1998) e Baumgartner & Olsen (1995), não afetam os resultados obtidos, pois a razão entre os elementos que compõem a isócona permanece constante. Tal argumento é refutado por Mukherjee & Gupta (2008), que demonstram de forma simples a necessidade de se aplicar o Método da Isócona e a solução proposta por Baumgartner & Olsen (1995) sobre valores sem nenhum tipo de fator multiplicador.

CAPITULO 3

DESENVOLVIMENTO DO SOFTWARE IMDATA®

Dadas às considerações realizadas, este trabalho julga como boa prática: 1. A construção de gráficos de covariância de elementos para um grupo de amostras correlativas a fim de se observar a homogeneidade do corpo e quais possíveis elementos compõem a isócona. Estas considerações podem ser tomadas para o caso de ocorrer mais de um elemento imóvel. Estes elementos obterão uma boa relação de covariância e a ausência desta pode significar heterogeneidade do corpo; 2. A normalização dos valores de análise de todos os elementos em cada plotagem C_i^A vs C_i^O tornando todos os pontos equidistantes em relação à origem conforme Humphris *et al.* (1998); 3. O tratamento estatístico proposto por Baumgartner & Olsen (1995) sobre os elementos caracterizados imóveis pelos passos anteriores, para obtenção de uma isócona amparada estatisticamente; 4. A realização do cálculo de balanço de massa utilizando os valores sem nenhum tipo de fator multiplicador.

O desenvolvimento do software se justifica a partir do momento em que é necessário fazer uma investigação sobre a mobilidade dos elementos contidos em um corpo litológico de grande espessura com uma grande quantidade de amostras analisadas quimicamente. A facilidade de análise visual proporcionada pelo Método da Isócona se torna irrelevante quando não se pode obtê-la de forma simples e rápida.

É de extrema importância que, em um trabalho investigativo com grande quantidade de dados, seja possível ao investigador gozar de uma ferramenta que o permita compilar, gerenciar e manipular esta grande quantidade de dados. A fim de obter resultados de forma mais segura e efetiva, o investigador deve concentrar seus esforços em analisar os resultados gerados e não em gerar os mesmos.

Com este intuito, o Imdata® foi desenvolvido partindo do pressuposto de que a parte mais dispendiosa no processo de investigação proposto neste trabalho é caracterizada pela geração dos Diagramas da Isócona com múltiplas possibilidades de isóconas ao longo de perfis de alteração geoquímica. Isso aliado à geração dos resultados dos cálculos de balanço de massa para todo o banco de dados de forma instantânea e com ferramentas gráficas que facilitem a visualização e entendimento de uma grande quantidade de resultados.

A figura 3.1 revela o diagrama que elucida a lógica sobre a qual o programa Imdata® foi desenvolvido.

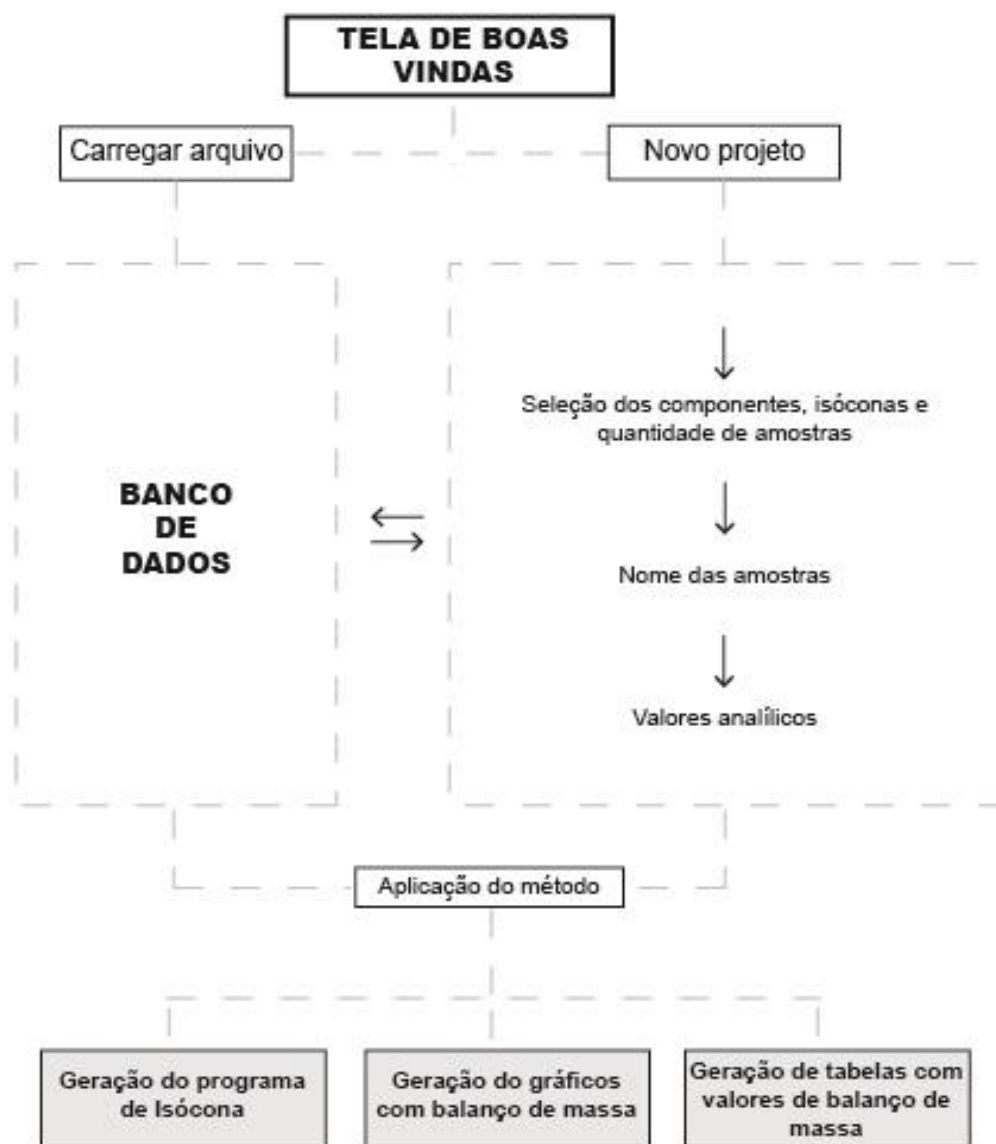


Figura 3. 1 - Diagrama com a lógica sobre a qual o programa Imdata® foi desenvolvido

3.1 MANUAL DE UTILIZAÇÃO DO PROGRAMA IMDATA®

O software Imdata® foi construído sobre a plataforma do Matlab® versão R2015a com o intuito de usufruir da enorme gama recursos e Apps existentes neste programa. Contudo, como se trata de um programa focado para cálculo numérico, o Matlab® versão R2015a não dispõe de um mecanismo convencional para a criação de módulos executáveis como é encontrado, por exemplo, em programas que se baseiam na linguagem C++. Desta forma, para se utilizar o Imdata®, deve-se possuir uma versão do Matlab® ou instalar o pacote de extensões disponibilizado juntamente com o programa.

Após a instalação, o programa será inicializado com a apresentação da tela inicial (figura 3.2). A tela inicial contém informações sobre o programa e direciona o usuário para a possibilidade de criar um novo ou trabalhar com um banco de dados outrora criado. A seguir, seguem-se as telas de exibição do programa com os botões enumerados e explicados:

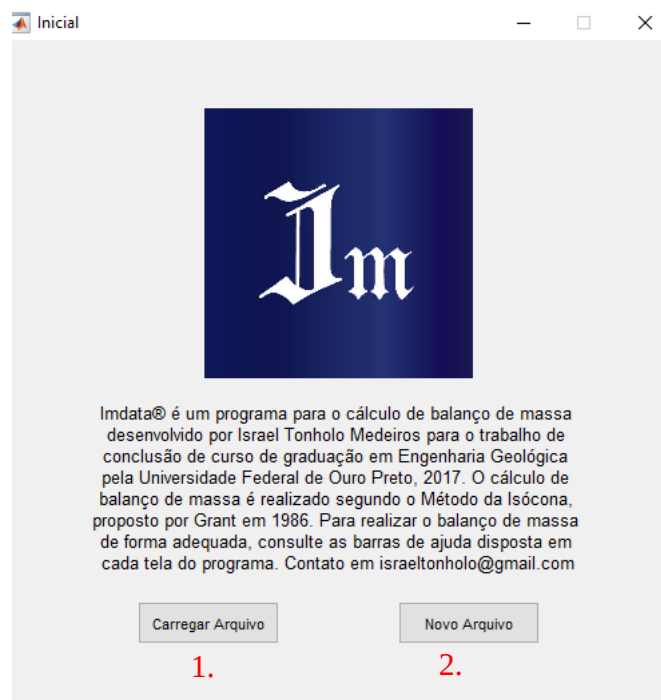


Figura 3. 2 - Tela Inicial do software Imdata®

1. Botão para carregar banco de dados preexistente. Ao ser selecionado, abrir-se-á uma guia onde será possível selecionar o arquivo contendo o banco de dados a ser trabalhado. Selecionado o arquivo, será aberta a tela de principal do programa (figura 3.6) onde serão obtidos os dados de balanço de massa.

2. Botão para começar aquisição de dados novos. Ao ser selecionado, será iniciada a aquisição de novos dados com a abertura da tela de inserção de elementos (figura 3.3).
3. Painel Introduzir Elementos. Painel onde se pode seleccionar um elemento por vez para adicioná-los à lista de Elementos para Análise.

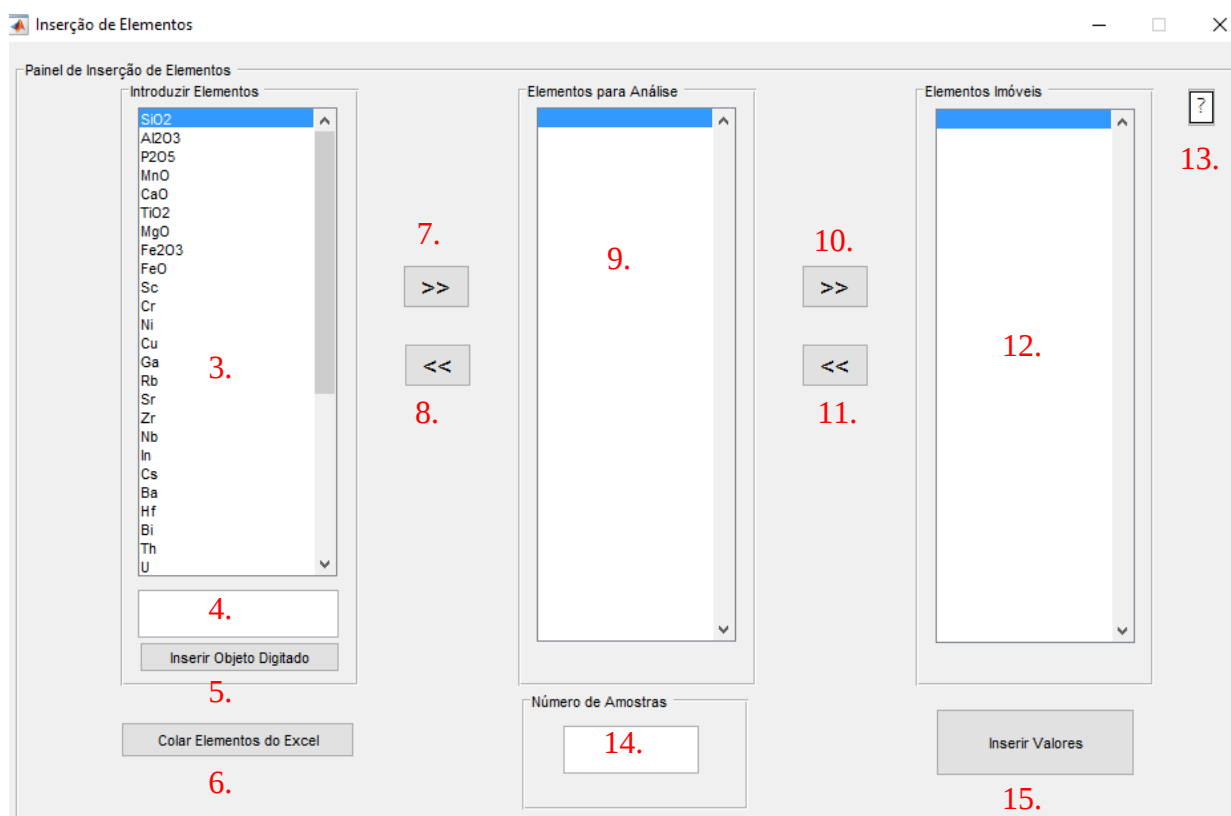


Figura 3. 3 - Tela de inserção de elementos do software Imdata®, onde são selecionados os elementos, isóconas e quantidade de amostras analisados.

4. Campo para digitar um elemento por vez, para adicioná-lo à lista de Elementos para Análise.
5. Botão Inserir Objeto Digitado. Ao selecioná-lo, o elemento digitado no campo 4 será adicionado à lista de Elementos para Análise. Nada acontecerá, caso não exista texto no campo 4.
6. Botão Colar Elementos do Excel. Selecionado, os elementos contidos no painel de Elementos para a Análise são apagados e substituídos pela tabela linha ou coluna presente na área de transferência do Windows. Este botão deve ser selecionado após ser copiada uma tabela contendo os elementos a serem analisados para a área de transferência do Windows. Este procedimento é executado, por exemplo,

quando após selecionar uma coluna ou linha em um software de planilhas de texto, pressiona-se a teclas 'ctrl' + 'C'. Note que se a tabela copiada não for do tipo linha ou coluna, os elementos não serão copiados.

7. Botão que adiciona o elemento selecionado em 3 para a lista de Elementos para Análise.
8. Botão que retira o elemento selecionado em 9 da a lista de Elementos para Análise.
9. Painel Elementos para Análise. Painel que contém os elementos que serão utilizados para o cálculo do balanço de massa.
10. Botão que adiciona o elemento selecionado em 9 para a lista de Elementos Imóveis.
11. Botão que retira o elemento selecionado em 12 da lista de Elementos Imóveis.
12. Painel Elementos Imóveis. Painel que contém os elementos que serão utilizados como isócona. Caso a isócona não seja representada por apenas um elemento, adicione o elemento "Isócona" a este painel.
13. Botão de ajuda que abre uma imagem com descrição da função de cada elemento da tela.
14. Campo para digitar o número de amostras analisadas.
15. Botão Inserir Valores. Ao ser selecionado, encerra a tela de Inserção de Elementos caso 9, 12 e 14 estejam preenchidos. Também adiciona as informações recolhidas ao banco de dados virtual e abre a tela Identificação das Amostras (figura 3.4).

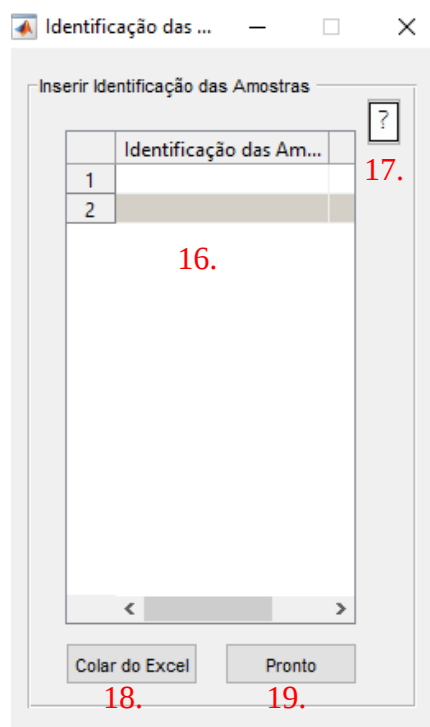


Figura 3. 4 - Tela de identificação de amostras do software Imdata®

16. Tabela de Identificação das Amostras. Onde se deve inserir a identificação das amostras que serão analisadas.
17. Botão de ajuda que abre uma imagem com descrição da função de cada elemento da tela.
18. Botão Colar do Excel. Selecionado, os elementos contidos na tabela de Identificação das Amostras são apagados e substituídos pela tabela linha ou coluna presente na área de transferência do Windows. Este botão deve ser selecionado após ser copiada uma tabela contendo os elementos a serem analisados para a área de transferência do Windows. Este procedimento é executado, por exemplo, quando após selecionar uma coluna ou linha em um software de planilhas de texto, pressiona-se a teclas 'ctrl' + 'C'. Note que se a tabela copiada não for do tipo linha ou coluna, os elementos não serão copiados.
19. Botão Pronto. Selecionado, encerra a tela de Identificação de Amostras e inicia a tela tabela (Figura 3.5).

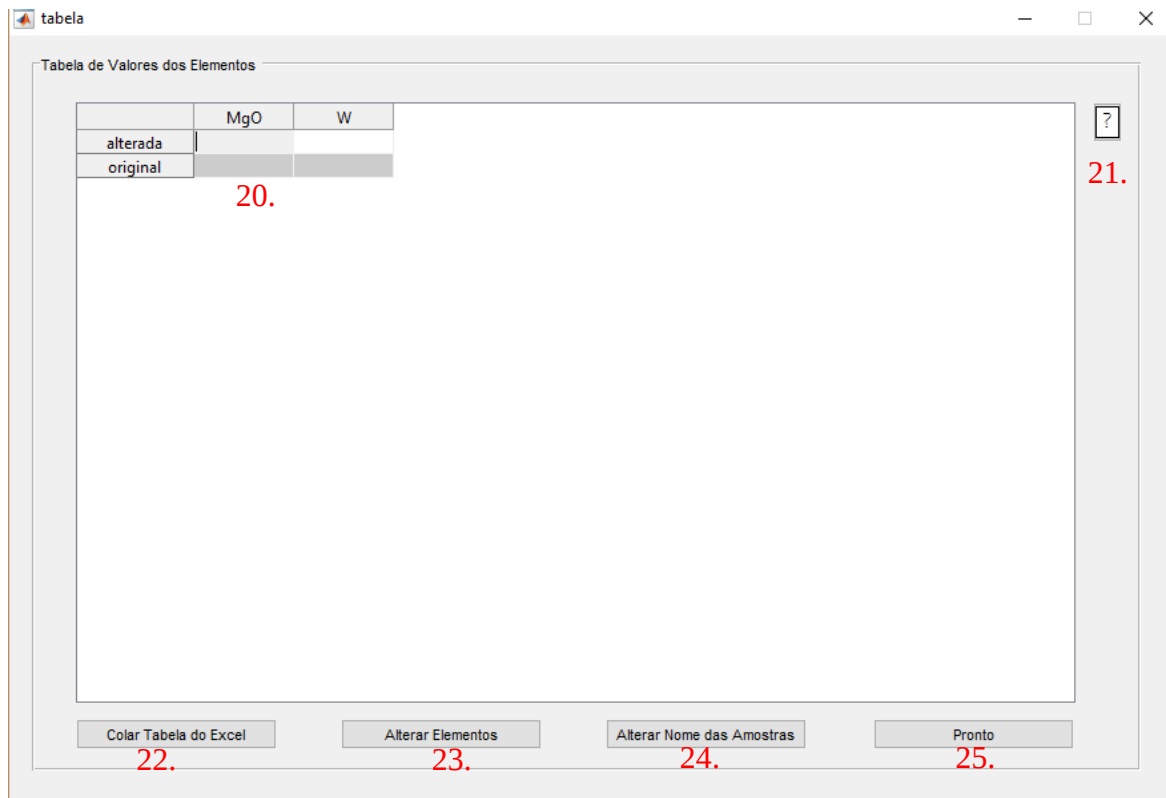


Figura 3. 5 - Tela tabela do software Imdata®, onde são inseridos os valores das análises químicas

20. Tabela de Inserção de valores de análises. Deve-se inserir os valores analíticos das amostras analisadas.
21. Botão de ajuda que abre uma imagem com descrição da função de cada elemento da tela.
22. Botão Colar Tabela do Excel. Selecionado, os elementos contidos na tabela de Inserção de valores de análises são apagados e substituídos pela tabela presente na área de transferência do Windows. Este botão deve ser selecionado após ser copiada uma tabela contendo os valores analíticos de cada elemento analisado para a área de transferência do Windows. Este procedimento é executado, por exemplo, quando após selecionar uma coluna ou linha em um software de planilhas de texto, pressiona-se a teclas 'ctrl' + 'C'.
23. Botão Alterar Elementos. Ao ser selecionado, os dados recolhidos serão apagados e será iniciada a aquisição de novos dados com a abertura da tela de inserção de elementos (figura 3.3).
24. Botão Alterar Nome das Amostras. Selecionado, abre a tela Identificação das Amostras (figura 3.4).

25. Botão que ao ser selecionado, adiciona as informações recolhidas ao banco de dados virtual e abre a tela Principal do programa (figura 3.6).

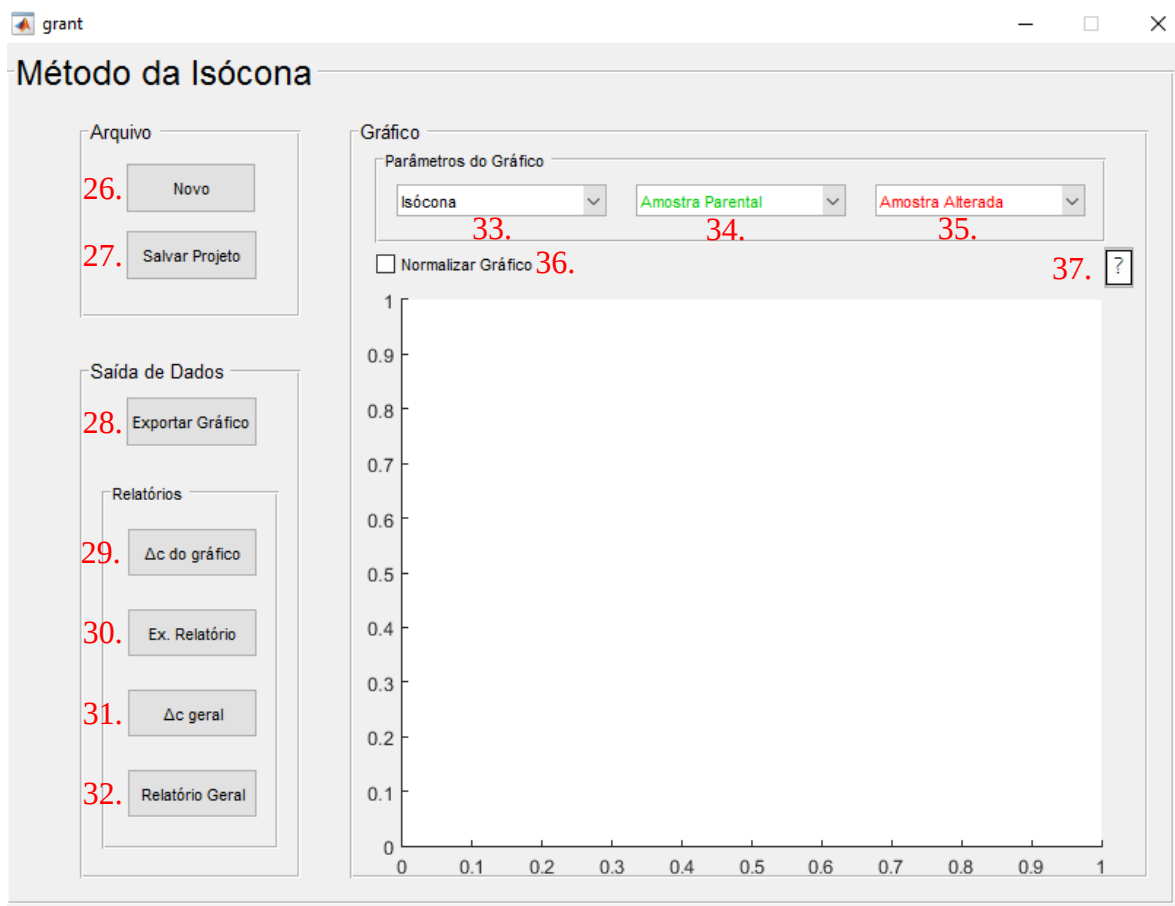


Figura 3. 6 - Tela principal do software Imdata®, onde são gerados gráficos e resultados quantitativos do balanço de massa.

26. Botão que inicializa uma nova aquisição de dados.
27. Botão que salva todo o banco de dados construído em um arquivo.
28. Botão Exportar Gráfico. Selecionado, abre uma imagem editável contendo o Diagrama da Isócona exibido no gráfico.
29. Botão Δc do gráfico. Selecionado, gera um gráfico de barras contendo a representação gráfica dos valores do balanço de massa realizado para as amostras selecionadas em 34, 35 e a isócona em 33.
30. Botão Ex. Relatório. Selecionado, gera um arquivo em Excel contendo os valores numéricos do balanço de massa realizado para as amostras selecionadas em 34, 35 e a isócona em 33.

31. Botão Δc geral. Selecionado, gera um gráfico de linhas contendo a representação gráfica da variação dos valores de balanço de massa em todas as amostras contidas no banco de dados segundo a isócona selecionada em 33.
32. Botão Relatório Geral. Selecionado, gera um arquivo em Excel contendo os valores numéricos do balanço de massa realizado para todas as amostras contidas no banco de dados.
33. Lista de seleção de isócona. Clique sobre a palavra “Isócona” para selecionar a isócona desejada.
34. Lista de seleção de amostra parental. Clique sobre o texto “Amostra Parental” para selecionar a amostra que servirá como amostra não alterada na construção do Diagrama da Isócona.
35. Lista de seleção de amostra alterada. Clique sobre o texto “Amostra Alterada” para selecionar a amostra que servirá como amostra alterada na construção do Diagrama da Isócona.
36. Normalizar gráfico. Selecionado, normaliza os valores contidos no Diagrama da Isócona tornando os pontos plotados equidistantes à origem.
37. Botão de ajuda que abre uma imagem com descrição da função de cada elemento da tela.

3.2 APLICAÇÃO DO PROGRAMA IMDATA® EM BALANÇO DE MASSA CONHECIDO

Para realizar a validação dos resultados gerados pelo software Imdata®, foi realizado um balanço de massa com os dados disponibilizados por Mesquita (2016) em uma análise de escarnitos associados a diques félsicos (tabela 2). Para a execução do balanço de massa, os dados foram primeiramente copiados para o software Microsoft Excel®, de onde foram copiados para o software Imdata®. O balanço de massa foi realizado pela análise dos ganhos e perdas de massa entre álcali-feldspato granito (amostra PIES-1C) e zona da escapolita e diopsídio (amostra PIES-1Q).

Tabela 2 - Dados das concentrações químicas e cálculo do balanço de massa utilizando o método de Grant (1986) em escarnitos associados a diques félsicos, retirado de Mesquita (2016)

Alkali-feldspar granite (PIES-1C) versus scapolite + diopside zone (PIES-1Q)						
Element	C ^O	C ^A	C _i ^A /C _i ^O	Gains or losses		
				est mass	est volume	est Pb
SiO ₂	72.25	52.87	0.73	-0.27	-0.24	-0.17
TiO ₂	0.34	0.08	0.24	-0.76	-0.75	-0.73
Al ₂ O ₃	13.40	20.36	1.52	0.52	0.59	0.72
FeOt	1.78	0.68	0.38	-0.62	-0.60	-0.56
MnO	0.37	0.03	0.08	-0.92	-0.91	-0.91
MgO	0.05	3.23	64.52	63.52	66.40	71.97
CaO	1.34	14.04	10.45	9.45	9.92	10.82
Na ₂ O	2.90	5.63	1.94	0.94	1.03	1.20
K ₂ O	7.33	0.70	0.10	-0.90	-0.90	-0.89
P ₂ O ₅	0.09	0.04	0.45	-0.55	-0.53	-0.49
CO ₂	0.15	2.34	15.57	14.57	15.27	16.61
Ba	818.00	68.00	0.08	-0.92	-0.91	-0.91
Co	30.10	21.60	0.72	-0.28	-0.25	-0.19
Ga	16.90	37.30	2.21	1.21	1.31	1.50
Nb	49.70	34.30	0.69	-0.31	-0.28	-0.22
Rb	371.00	16.80	0.05	-0.95	-0.95	-0.95
Sr	163.00	269.00	1.65	0.65	0.72	0.87
Th	46.80	75.30	1.61	0.61	0.68	0.82
U	3.00	19.10	6.37	5.37	5.65	6.20
W	250.00	171.00	0.68	-0.32	-0.29	-0.23
Y	49.20	16.70	0.34	-0.66	-0.65	-0.62
Zr	304.00	96.20	0.32	-0.68	-0.67	-0.64
Pb	19.00	16.80	0.88	-0.12	-0.08	0.00
Zn	14.00	24.00	1.71	0.71	0.79	0.94
La	148.00	39.70	0.27	-0.73	-0.72	-0.70
Ce	281.00	68.90	0.25	-0.75	-0.74	-0.72
Pr	30.10	6.60	0.22	-0.78	-0.77	-0.75
Nd	104.00	20.50	0.20	-0.80	-0.79	-0.78
Sm	16.50	3.44	0.21	-0.79	-0.78	-0.76
Gd	12.20	3.15	0.26	-0.74	-0.73	-0.71

C: component; est: constant.

A tabela 3 contém a comparação entre os valores encontrados por Mesquita (2016) e os valores gerados pelo software Imdata® para o balanço de massa entre as amostras de álcali-feldspato granito (amostra PIES-1C) e zona da escapolita e diopsídio (amostra PIES-1Q), utilizando o Pb como isócona. A figura 3.7 é uma compilação de imagens retiradas da rotina utilizada para a produção dos resultados.

Tabela 3 - Comparação entre os valores encontrados por Mesquita (2016) e os valores gerados pelo software Imdata® para o balanço de massa entre as amostras de álcali-feldspato granito (amostra PIES-1C) e zona da escapolita e diopsídio (amostra PIES-1Q), utilizando o Pb como isócona.

Elemento	C ^O	C ^A	C _i ^A / C _i ^O	Δm para Pb constante por Mesquita (2016)	Δm para Pb constante por Imdata®
SiO ₂	72.25	52.87	0.73	-0.17	-0,17
TiO ₂	0.34	0.08	0.24	-0.73	-0,73
Al ₂ O ₃	13.40	20.36	1.52	0.72	0,72
FeOt	1.78	0.68	0.38	-0.56	-0,57
MnO	0.37	0.03	0.08	-0.91	-0,91
MgO	0.05	3.23	64.52	71.97	72,06
CaO	1.34	14.04	10.45	10.82	10,85
Na ₂ O	2.90	5.63	1.94	1.20	1,20
K ₂ O	7.33	0.70	0.10	-0.89	-0,89
P ₂ O ₅	0.09	0.04	0.45	-0.49	-0,50
CO ₂	0.15	2.34	15.57	16.61	16,64
Ba	818.00	68.00	0.08	-0.91	-0,91
Co	30.10	21.60	0.72	-0.19	-0,19
Ga	16.90	37.30	2.21	1.50	1,50
Nb	49.70	34.30	0.69	-0.22	-0,22
Rb	371.00	16.80	0.05	-0.95	-0,95
Sr	163.00	269.00	1.65	0.87	0,87
Th	46.80	75.30	1.61	0.82	0,82
U	3.00	19.10	6.37	6.20	6,20
W	250.00	171.00	0.68	-0.23	-0,23
Y	49.20	16.70	0.34	-0.62	-0,62
Zr	304.00	96.20	0.32	-0.64	-0,64
Pb	19.00	16.80	0.88	0.00	0,00
Zn	14.00	24.00	1.71	0.94	0,94
La	148.00	39.70	0.27	-0.70	-0,70
Ce	281.00	68.90	0.25	-0.72	-0,72
Pr	30.10	6.60	0.22	-0.75	-0,75
Nd	104.00	20.50	0.20	-0.78	-0,78
Sm	16.50	3.44	0.21	-0.76	-0,76
Gd	12.20	3.15	0.26	-0.71	-0,71

Pela tabela comparativa, observa-se diferença nos resultados para FeOt, MgO, CaO, P₂O₅, e CO₂. A tabela 4 confirma a validade dos dados gerados pelo software Imdata® ao apresentar o cálculo detalhado do balanço de massa para estes óxidos de acordo com a equação (1.7), considerando o Pb como elemento imóvel.

Tabela 4 - – Comparação detalhada entre os valores do balanço de massa que diferiram entre Mesquita (2016) e os valores gerados pelo software Imdata®

Elemento	C ^O	C ^A	C _i ^O / C _i ^A	$((C_i^O / C_i^A) (M_{Pb}^A / M_{Pb}^O)) - 1$	Δm para Pb constante por Mesquita (2016)	Δm para Pb constante por Imdata®
FeOt	1.78	0.68	0.38202	-0.56795	-0.56	-0.57
MgO	0.05	3.23	64.60000	72.05952	71.97	72.06
CaO	1.34	14.04	10.47761	10.84968	10.82	10.85
P ₂ O ₅	0.09	0.04	0.44444	-0.49735	-0.49	-0.50
CO ₂	0.15	2.34	15.60000	16.64286	16.61	16.64
Pb	19.00	16.80	0.88421	0.00	0.00	0,00

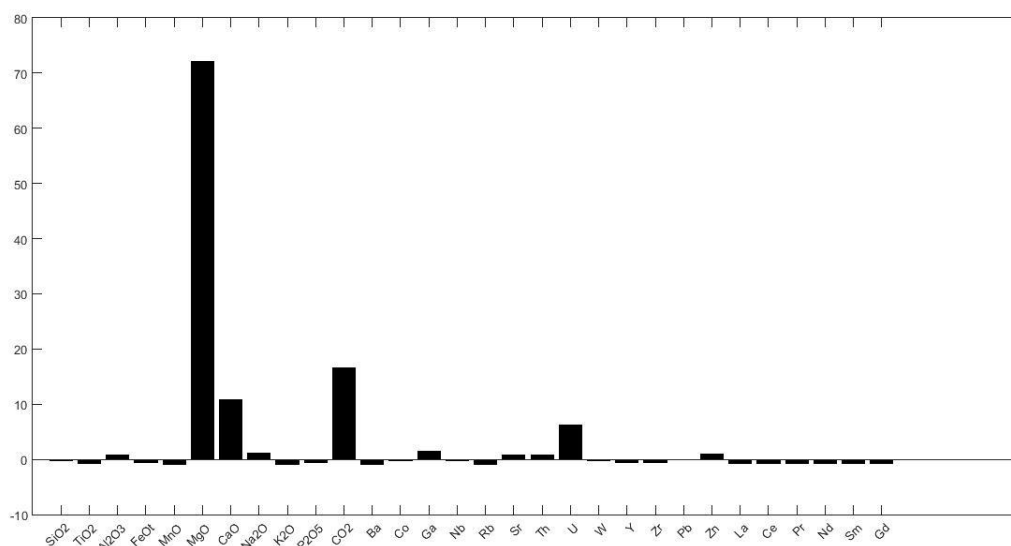
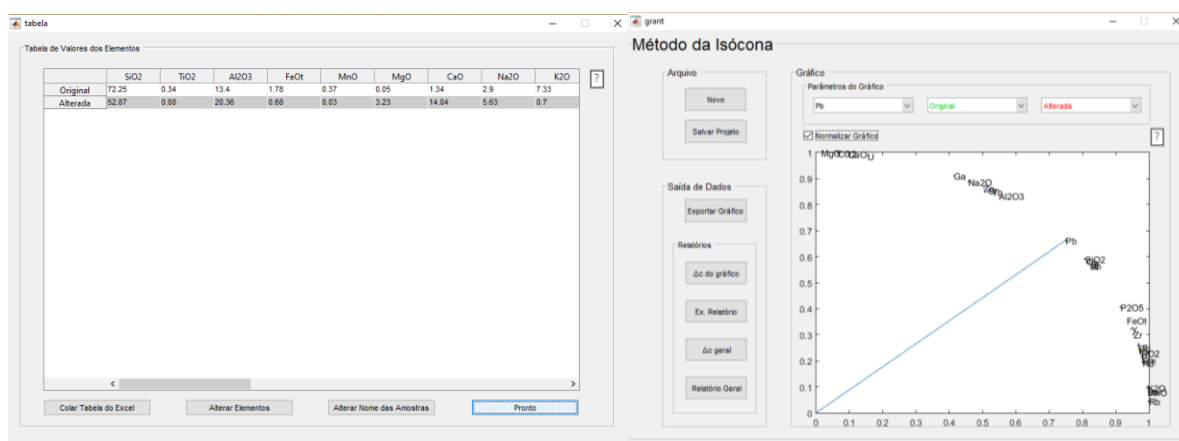


Figura 3. 7 - Compilação de imagens retiradas da rotina utilizada para a produção dos resultados do balanço de massa no software Imdata®

CAPITULO 4

APLICAÇÃO DO SOFTWARE IMDATA® EM AMOSTRAS DE FORMAÇÕES FERRÍFERAS DO SINCLINAL GANDARELA, FORMAÇÃO CAUÊ, QUADRILÁTERO FERRÍFERO (MG).

De forma geral, são consideradas formações ferríferas rochas sedimentares com um teor de ferro maior que 15%. Gross (1983) classifica formações ferríferas nos tipos Lago Superior, Algoma e Raptan. As formações do tipo Algoma, de idade arqueana, seriam associadas a sequências do tipo *greenstone belts*, depositadas em bacias profundas, associadas a folhelhos, grauvas e sequências vulcânicas ou turbidíticas. Por sua vez, as do tipo Raptan estariam associadas à sedimentação glaciogênica, entre o Neo e o Paleoproterozoico. As formações do tipo Lago Superior seriam depositadas durante o Paleoproterozoico em plataformas continentais marinhas e em bacias rifte, associadas à sedimentação química e clástica.

Dentre as formações ferríferas, é possível discernir duas classes principais: uma de origem sedimentar química (“*banded iron formations*” ou “*BIF’s*”) e outra de origem sedimentar detrítica (“*granular iron formation*” ou “*GIF’s*”). Em sua grande maioria, as BIF’s possuem um bandamento definido mesmo que sofra alto grau de metamorfismo (Klein 2005) e grande continuidade lateral (Trendall 2002). Por sua vez, as GIF’s apresentam um bandamento irregular e variadas estruturas sedimentares (Trendall 2002).

Segundo Alkmin (2014), os itabiritos da formação Cauê são entendidos como produto metamórfico de BIF’s fácies óxidos do tipo Lago Superior. Sua composição mineralógica é caracterizada pela presença de Hematita como o óxido predominante, podendo esta também ocorrer na forma de martita, hematita granoblástica e especularita (Rosière *et al.* 2001). Nas porções não ferríferas, o quartzo é o mineral predominante, podendo também ocorrer dolomita e anfibólios. Além disso, podem ser encontrados como minerais acessórios filossilicatos, biotita, apatita, caolinita, cloritóide, fuchsit, flogopita, crisotila, stilpnomelana, titanita e apatita (Rosière & Chemale Jr 2000).

Amorim & Alkmim (2011) caracterizam mineralogicamente pelo menos quatro tipos de itabiritos observados na Formação Cauê: itabirito silicoso, itabirito dolomítico, itabirito anfibolítico e o itabirito magnetítico. A composição mineral destes itabiritos está descrita nas tabelas 5, com os componentes maiores e 6, com os componentes acessórios.

Tabela 5 - Mineralogia dos componentes maiores dos quatro tipos de itabiritos caracterizados por Amorim & Alkmim (2011)

		Itabirito Silicoso	Itabirito Dolomítico	Itabirito Anfibolítico	Itabirito Magnetítico
Minerais Maiores	Banda Escura	Hematita Martita	Hematita Martita	Hornblenda Grunerita	Magnetita Hematita Martita Grunerita
	Banda Clara	Quartzo	Dolomita	Tremolita Actinolita	Quartzo Carbonato

Tabela 6 - Mineralogia dos componentes acessórios dos quatro tipos de itabiritos caracterizados por Amorim & Alkmim (2011)

		Itabirito Silicoso	Itabirito Dolomítico	Itabirito Anfibolítico	Itabirito Magnetítico
Minerais Acessórios	Banda Escura	Magnetita Sericita Quartzo Pirofilita Óxidos de Manganês	Magnetita Quartzo Dolomita Óxidos de Manganês	Hematita Martita Magnetita Quartzo Dolomita Anfibólio	Hematita Martita Quartzo Anfibólio Carbonato Biotita Stilpnomelana Talco
	Banda Clara	Hematita Martita Clorita Sericita Dolomita Pirofilita Óxidos de Manganês	Hematita Martita Quartzo Pirofilita Talco Óxidos de Manganês	Hematita Martita Magnetita Quartzo Dolomita	Magnetita Hematita Martita Quartzo Anfibólio Carbonato Biotita Stilpnomelana Talco

4.1 AMOSTRAS DE FORMAÇÃO FERRÍFERA

Para o cálculo do balanço de massa utilizando o software Imdata®, foram empregados os valores analíticos contidos em Alkmim (2014) (Anexo 1). Foi aproveitado o furo de sondagem, FDMQ 0177 (coordenadas UTM 637.862,11 e 7.777.526,35; cota 1.617,42m), cedido pela empresa Vale. Para a descrição do furo, Alkmim (2014) utilizou a classificação empregada pela empresa que, segundo a tabela 7, classifica os itabiritos com base em sua composição e propriedades físicas.

Tabela 7 – Tipologias dos itabiritos da Formação Cauê, segundo a classificação adotada pela Vale, retirado de Alkmim (2014)

Sigla	Litologia
IGF	Itabirito Goethítico Friável
IGC	Itabirito Goethítico Compacto
ISCF	Itabirito Silicoso Contaminado Friável
ISF	Itabirito Silicoso Friável
ISSC	Itabirito Silicoso Semi-compacto
ISC	Itabirito Silicoso Compacto
IM	Itabirito Mangaesífero

O furo FDMQ 0177 é localizado na porção sul da Serra do Gandarela (UTM 637.862,11 e 7.777.526,53; cota: 1.617,42 metros) com profundidade de 337,85 metros. Ele perfura desde uma canga, passando por itabiritos, filito e, por último, um quartzito atribuído à Formação Moeda. As litologias que perfazem a maior parte deste são o itabirito silicoso contaminado friável, ocupando cerca de 52% do furo e o itabirito semi-compacto, 30,5% (Alkmim 2014).

4.2 BALANÇO DE MASSA NO TESTEMUNHO DO FURO FDMQ 0177

Para o balanço de massa do furo FDMQ 0177, foram utilizadas as análises dos componentes: La, Ce, Pr, Nd, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Y, Ho, Er, Tm, Yb, Lu, Sc, Cr, Ni, Cu, Ga, Rb, Sr, Zr, Nb, In, Cs, Ba, Hf, Bi, Th, U, SiO₂, Al₂O₃, MnO, Fe, FeTotal, Fe II, Fe III, Fe₂O₃, FeO e TiO₂. Os valores se encontram na tabela AFDMQ vide APENDICE.

Como defendido neste trabalho, para o balanço de massa foram construídos diagramas de covariância entre todos os elementos analisados a fim de obter quais apresentam semelhança de comportamento entre si ao longo do furo. A imagem 4.1 contém os resultados relevantes.

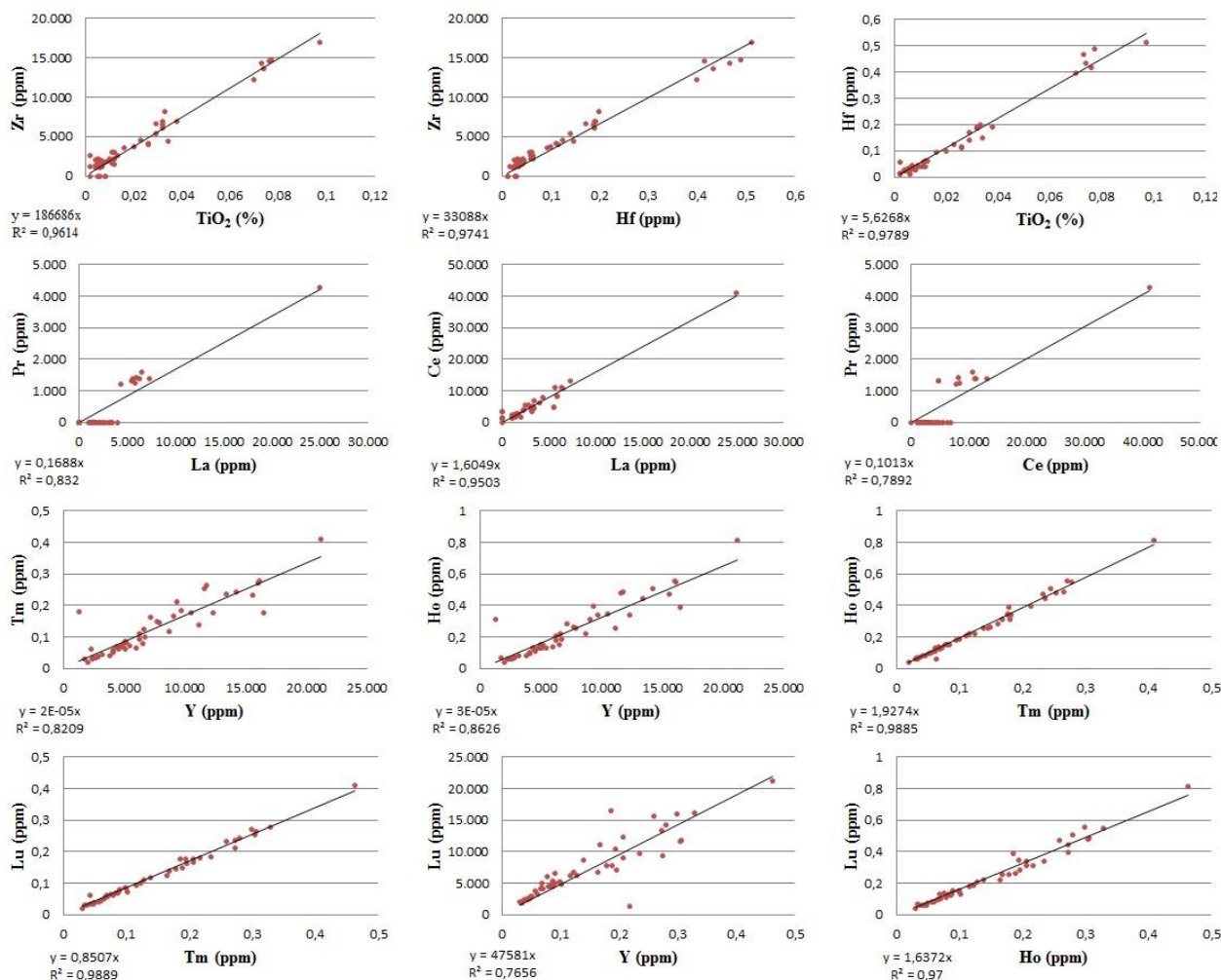


Figura 4. 1 – Compilação de diagramas de covariância do furo FDMQ 0177 que apresentaram relação positiva

A análise dos diagramas de covariância indica a existência de três grupos de elementos que apresentam comportamento semelhante entre si com um coeficiente de determinação R^2 bem próximo de um. É importante destacar que este coeficiente possui valores que variam entre 0 e 1 e, quanto mais próximo de um, maior a quantidade de elementos que se adequam à curva gerada. Quando este vale zero, nenhum elemento se adequa; caso seja igual um, cem por cento se adequam. O primeiro grupo de elementos é formado por TiO_2 , Zr e Hf; o segundo por La e Ce; e o terceiro Ho, Tm e Lu.

Os altos valores de Sc, Sr, Zr, Hf e Th encontrados nas litologias são indicativos de contaminação clástica (Bau & Alexander 2009, Bolhar *et al.* 2004, Alkmim 2014). Desta forma, por se tratar de uma rocha formada por sedimentação química, o grupo de elementos formado por TiO_2 , Zr e Hf não deve ser tomado como isócona, visto que não é possível garantir sua homogeneidade ao longo do corpo. Por sua vez, elementos terras raras (ETR's) apresentam, de maneira geral, pouca mobilidade em processos pós-deposicionais (Murray *et al.* 1991, Alkmim 2014). Vale ressaltar que a presença de Ce é associada ao processo de oxidação responsável pela precipitação do Fe e Mn (Fryer 1977, Derry & Jacobsen 1990, Planavsky *et al.* 2010, Bau *et al.* 1997), contudo, estes elementos não apresentam uma boa correlação entre si. Segundo Angerer *et al.* (2012), ETR's pesados são compatíveis em magnetita e apresentam baixa mobilidade durante os processos de alteração.

Tendo em vista estas considerações, dentre os três, o grupo composto por Ho, Tm e Lu é o mais indicado para ser utilizado como isócona. Para efeito de comparação, o balanço de massa foi realizado utilizando além das isóconas dos três grupos de elementos, as isóconas do Fe_2O_3 . A tabela 8 contém os valores das inclinações das isóconas de Fe_2O_3 e as obtidas utilizando o método dos Mínimos Quadrados nos três grupos de elementos (figura 4.2).

Para a obtenção dos valores das inclinações das isóconas utilizando o método dos Mínimos Quadrados, os valores de cada conjunto de elementos foram normatizados para a mesma escala de grandeza. Esta operação é necessária para que o elemento que contenha o maior valor analítico não exerça maior influência sobre os valores gerados do que os outros de menor valor analítico. Na análise em questão, jugou-se necessário dividir todos os valores analíticos do Zr por 10.000.

Tabela 8 – Valores das inclinações das isóconas de Fe₂O₃; La e Ce; Zr, Hf e TiO₂; Ho, Tm e Lu.

	Fe₂O₃	La e Ce	Zr, Hf e TiO₂	Ho, Tm e Lu
F1A1	1,52841	2,0881	126,3420	0,8040
F1A2	1,56048	1,6590	3,2236	0,9554
F1A3	1,55315	0,9085	2,5990	0,6393
F1A4	1,48112	1,6167	1,3065	1,4706
F1A5	1,42779	2,0192	0,8369	2,1875
F1A6	1,60301	1,4499	2,3258	1,2545
F1A7	1,56268	2,0309	2,8092	1,3465
F1A8	1,68054	0,8430	2,7337	0,7491
F1A9	1,47856	0,7347	0,7026	1,1068
F1A10 (1)	1,52419	1,0974	0,7826	1,3500
F1A10(2)	1,52419	1,0860	0,7446	1,3276
F1A11	1,59384	0,4033	0,5480	0,8702
F1A12	1,38343	0,1685	0,3580	0,3717
F1A13	1,15616	0,1782	0,3296	0,3521
F1A14	1,22984	0,3883	0,3906	0,3594
F1A15	1,28299	0,1567	0,3719	0,3154
F1A16	1,40414	0,9623	0,6659	0,9258
F1A17	1,26283	0,4585	0,3150	0,6036
F1A18	1,31782	7,8618	2,7384	1,4901
F1A19	1,16624	0,3853	0,2850	0,3661
F1A20(1)	1,02309	0,1772	0,4059	0,2701
F1A20(2)	1,02309	0,1754	0,4107	0,2721
F1A21	1,04216	0,3912	0,2114	0,1900
F1A22	1,04509	0,3564	0,2931	0,2317
F1A23	1,0592	0,5280	0,2387	0,3355
F1A24	0,95106	0,2916	0,2144	0,1098
F1A25	1,16935	0,4487	0,0057	0,7124
F1A26	1,15378	0,2807	0,3551	0,3581
F1A27	1,07918	0,2951	0,0126	0,4884
F1A28	0,9956	0,0002	0,2829	0,1732
F1A29	1,09952	0,1698	0,2511	0,2294
F1A30(1)	1,03024	0,2025	0,0142	0,1735
F1A30(2)	1,03024	0,1805	0,0129	0,1917
F1A31	1,03794	0,4170	0,1991	0,2040
F1A32	1,0504	0,4456	0,2325	0,2920
F1A33	1,06323	1,1971	0,4761	0,4918
F1A34	0,9232	0,3794	0,1883	0,1614
F1A35(1)	1,07625	0,4705	1,2172	0,4165
F1A35(2)	1,07625	0,4708	1,1589	0,4193
F1A36	1,12757	0,9754	0,8566	0,7274
F1A37	0,99249	0,4892	0,5600	0,4074
F1A38	1,04435	0,5076	0,3983	0,3584
F1A39	0,87353	1,2455	1,2352	0,8875
F1A40	1,19153	0,4792	0,0053	0,5189
F1A41	1,05718	0,6977	0,4799	0,5731
F1A42	0,93695	0,7469	0,3628	0,9309
F1A43	0,90231	2,4380	1,5356	1,2124
F1A44	1	1	1	1

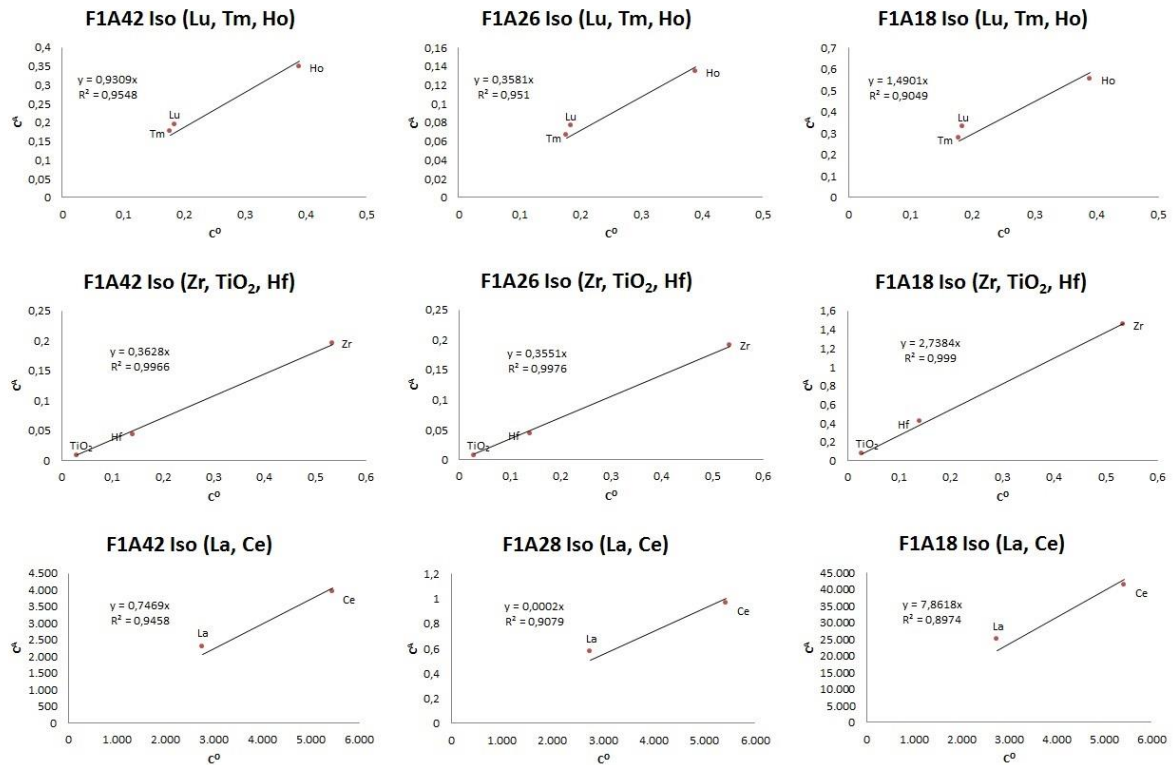


Figura 4. 2 – Exemplificação da aquisição da inclinação das isóconas obtidas pelo método dos Mínimos Quadrados aplicados em cada grupo de isóconas

Com os valores das diferentes isóconas obtidos, pode-se perceber um comportamento distinto entre estas (figura 4.3). Os resultados dos balanços de massa estão expressos no Apêndice.

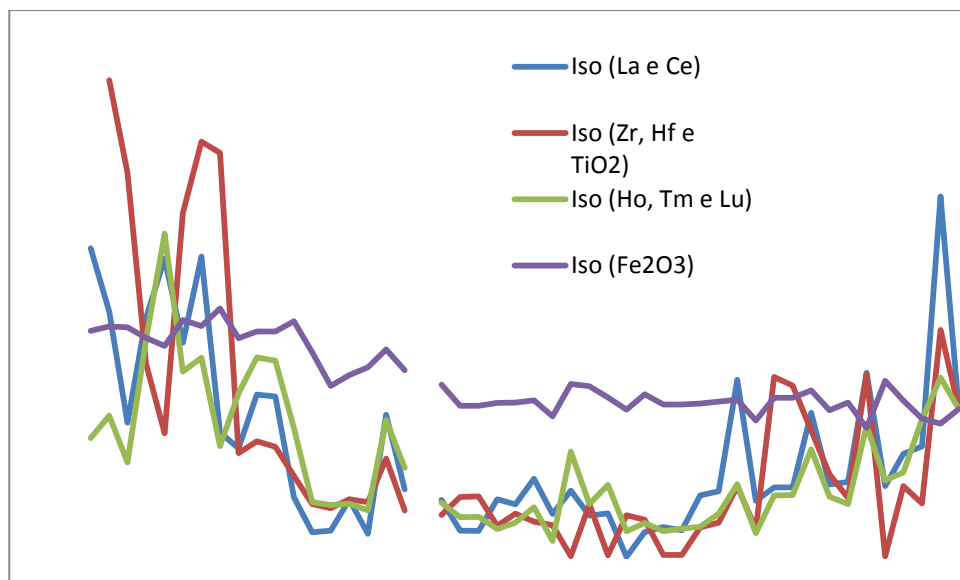


Figura 4. 3 – Gráfico de linhas contendo a progressão dos valores das Isóconas (La e Ce; Zr, Hf e TiO₂; Ho, Tm e Lu; Fe₂O₃) ao longo do furo FDMQ 0177.

4.2.1 – Análise dos resultados do balanço de massa

Levando-se em consideração a quantidade de dados gerados pelo balanço de massa (Apendice), este trabalho não tem como objetivo realizar uma exaustiva comparação entre os diferentes valores obtidos em cada elemento. Todavia, esta análise minuciosa – elemento a elemento – pode ser substituída genericamente pelos valores de cada isócona, visto que estes representam a variação de massa total.

A tabela 9 apresenta os valores das inclinações das retas que determinam a tendência de cada isócona. A partir dos resultados obtidos, pôde-se observar um comportamento decrescente de cada reta gerada. Tal comportamento ratifica a ação do enriquecimento residual sobre os elementos imóveis.

Tabela 9 – Valores das inclinações das retas que determinam a tendência de cada isócona

Isócona	Inclinação da reta
Fe₂O₃	- 0,0139
La e Ce	- 0,0125
Zr, Hf e TiO₂	- 0,0116
Ho, Tm e Lu	- 0,025

Embora a tabela 4.5 mostre uma inclinação resultante negativa para cada isócona, a figura 4.3 revela que ao longo do perfil existe um grande número de inclinações positivas. Para a verificação de que este comportamento é devido exclusivamente à ação do enriquecimento supergênico, espera-se encontrar uma relação antitética entre o elemento imóvel, representado pelos elementos que compõem as isóconas e o elemento móvel, representado pela sílica (Angerer *et al.*, 2012). A figura 4.4 demonstra que só é possível observar esta relação de forma satisfatória entre a sílica e o Fe₂O₃.

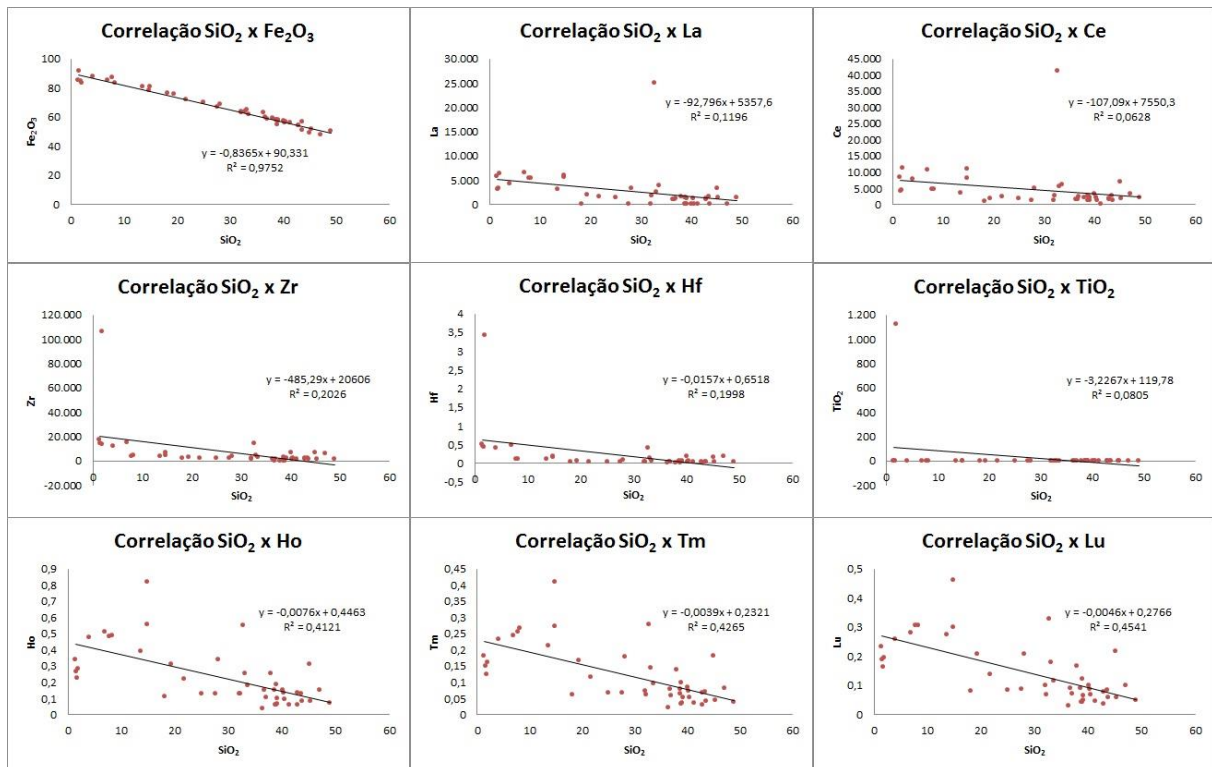


Figura 4.4 - Diagramas de covariância entre os elementos que compõem as Isóconas (imóveis) e SiO_2 (móvel).

Tomando a isócona do Fe_2O_3 como parâmetro seguro para a observação da ação do enriquecimento supergênico, verifica-se que os pontos onde o comportamento das retas (figura 4.3) que representam as demais isóconas são incongruentes em relação a esta, indicam a existência de fatores exóticos ao processo de enriquecimento supergênico. A falta de uniformidade geoquímica da Formação pode explicar camadas com concentrações anômalas destes elementos que possuem origem dissimilar ao itabirito, gerando uma falsa impressão de enriquecimento relativo.

A figura 4.5 apresenta o modelo da ação do enriquecimento supergênico sobre o furo FDMQ0177 utilizando a isócona do Fe_2O_3 como parâmetro. Nesta figura, os valores maiores que 1 representam enriquecimento relativo dos elementos imóveis. Para os valores iguais a um, não houve alteração da concentração e para os valores menores, houve empobrecimento destes. Caso exista um valor igual a 2, este representa um enriquecimento de 100%; se este for igual a 1,5, 50%; caso seja igual a 0,9, um empobrecimento de 10% e assim sucessivamente.

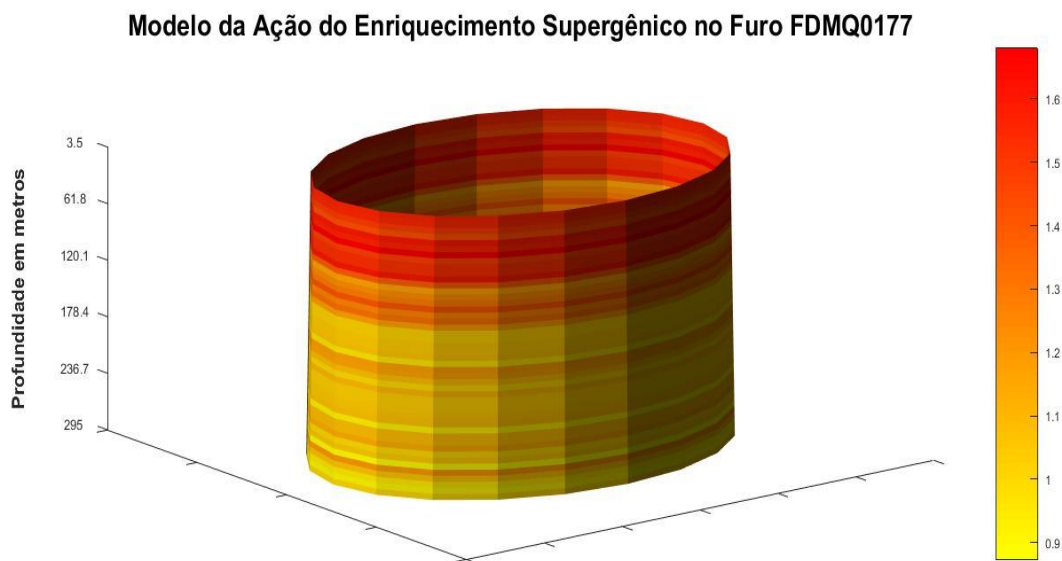


Figura 4. 5 – Modelo da Ação do Enriquecimento Supergênico no Furo FDMQ0177 criado à partir da isócona do Fe_2O_3 .

A partir do modelo obtido (figura 4.5), pode-se observar que houve uma ação mais intensa de enriquecimento residual nas regiões mais próximas à superfície e que esta vai diminuindo à medida que se aumenta a profundidade. Fato que sustenta a importância da ação de águas meteóricas como agente atuante no processo de alteração do itabirito em questão.

Tendo em vista a falta de homogeneidade do corpo de itabirito (Bau & Alexander 2009, Bolhar et all. 2004, Alkmim 2014), confirmada pela ausência de uma relação antitética consistente entre os elementos imóveis (com exceção ao Fe_2O_3) e o elemento móvel (SiO_2), a utilização de elementos imóveis de origem clástica como isóconas em itabiritos é mais recomendável quando estes são utilizados em balanço de massa sobre análises mineralógicas (Angerer *et al.*, 2012). Desta forma, o balanço de massa pode ser construído sem a preocupação com a incerteza da homogeneidade do corpo analisado.

CAPITULO 5

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O desenvolvimento do software permitiu uma percepção de como algumas carências do meio geológico podem ser solucionadas com o desenvolvimento de ferramentas específicas. A análise dos dados obtidos com a aplicação do software permitiu uma observação sustentada numericamente sobre o comportamento dos elementos frente ao enriquecimento supergênico e sobre a falta de homogeneidade do corpo de itabirito estudado.

O levantamento bibliográfico foi feito a partir da análise dos principais trabalhos publicados sobre itabiritos e balanço de massa. Estes trabalhos serviram de base para uma estruturação sólida sobre as características geoquímicas dos itabiritos e para decidir quais procedimentos eram mais adequados para o tratamento de dados.

O tratamento de dados foi realizado utilizando primeiramente, a construção de gráficos de covariância de elementos para um grupo de amostras correlativas a fim de se observar a homogeneidade do corpo e quais possíveis elementos compõem a isócona. Posteriormente, foi realizada a normalização dos valores de análise de todos os elementos em cada plotagem C_i^A vs C_i^O tornando todos os pontos equidistantes em relação à origem conforme Humphris *et al.* (1998). Seguido pelo tratamento estatístico proposto por Baumgartner & Olsen (1995) sobre os elementos caracterizados imóveis pelos passos anteriores, para obtenção de uma isócona amparada estatisticamente e a realização do cálculo de balanço de massa utilizando os valores sem nenhum tipo de fator multiplicador.

O software foi desenvolvido utilizando o programa Matlab® versão R2015a visando agilizar e tornar visualmente mais acessível a aquisição de resultados quando se tem uma enorme quantidade de dados analisados.

Foi construído um modelo numérico da ação do enriquecimento supergênico sobre o furo FDMQ0177. Este modelo caracterizou a variação de massa (mobilização de elementos móveis como SiO_2) ao longo do perfil. Pôde-se evidenciar uma intensidade maior de atuação das águas meteóricas nas regiões próximas à superfície que diminui à medida em que se aumenta a profundidade e constatar a falta de homogeneidade do itabirito analisado. Para trabalhos futuros de balanço de massa em formações heterogêneas, sugere-se a utilização de

elementos imóveis como isóconas em balanço de massa sobre análises mineralógicas, onde é possível restringir e entender mais facilmente as variações composicionais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alkmim A. R. 2014. *Investigação geoquímica e estratigráfica da Formação Ferrífera Cauê a porção centro oriental do Quadrilátero Ferrífero, MG*. MS Dissertation, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 178p.
- Amorim L.Q. & Alkmim F.F. 2011. New ore types from the Cauê banded iron-formation, Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais, Brazil – Responses to the growing demand. Iron ore conference. Perth, WA, 13p.
- Angerer T., Hagemann S. G., Danyushevsky L. V. 2012. Geochemical evolution of the banded iron formation-hosted high-grade iron ore system in the Koolyanobbing greenstone belt, Western Australia. *Economic Geology*. **107**: 599-644.
- Bau M. & Alexander B.W. 2009. Distribution of high field strength elements (Y, Zr, REE, Hf, Ta, Th, U) in adjacent magnetite and chert bands and in reference standards FeR-3 and FeR-4 from the Temagami ironformation, Canada, and the redox level of the Neoproterozoic ocean. *Precambrian Research*, **174**: 337-346.
- Baumgartner L. P., Olsen S. N. 1995. A least-squares approach to mass transport calculations using the Isocon method. *Economic Geology*. **90**: 1261-1270.
- Bolhar R., Kamber B. S., Moorbath S., Fedo C. M., Whitehouse M. J. 2004. Characterization of early Archean chemical sediments by trace element signatures. *Earth and Planetary Science Letters*, **222**: 43-60.
- Bustillo M.A. & Bustillo M. 2000. Miocene silcretes in argillaceous playa deposits, Madrid Basin, Spain: petrological and geochemical features. *Sedimentology* **47**: 1023–1037.
- Cail T.L. & Cline J.S. 2001. Alteration associated with gold deposition at the Getchell Carlin-type gold deposit, North-central Nevada. *Economic Geology*. **96**: 1343–1359.
- Chavagnac V., Kramers J.D., Nägler T.F., Holzer L. 2001. The behaviour of Nd and Pb isotopes during 2.0 Ga migmatization in paragneisses of the Central Zone of the Limpopo belt (South Africa and Botswana). *Precambrian Research*. **112**: 51–86.
- Deme'ny A., Sharp Z.D., Pfeifer H. R. 1997. Mg-metasomatism and formation conditions of Mg–chlorite–muscovite–quartzphyllites (leucophyllites) of the Eastern Alps (W. Hungary) and their relations to Alpine whiteschists. *Contributions to Mineralogy and Petrology* **128**: 247–260.
- Grant J. A. 1986. The Isocon diagram – a simple solution to Gresens' equation for metasomatic alteration. *Economic Geology*, **81**: 1976-1982.
- Grant J. A. 1993. Isocon analysis of chemical changes in migmatites and paleosols. *Institute on Lake Superior Geology Program and Abstracts*. **39**: 31–32.
- Grant J. A. 2005. Isocon analysis: A brief review of the method and applications. *Physics and Chemistry of the Earth*. **30**: 997-1004.
- Gresens R. L. 1967. Composition – volume relationships of metasomatism. *Chemical Geology*. **2**: 47-55.
- Gross G. A. 1983. Tectonic systems and the deposition of iron-formation. *Precambrian Research*, **20**: 171-187.
- Harper G. D. 1997. Structural styles of hydrothermal discharge in ophiolite/sea-floor systems. Reviews in *Economic Geology*. **8**: 53–73.
- Hippert J. F. 1998. Breakdown of feldspar, volume gain and lateral mass transfer during mylonitization of granitoid in a low metamorphic grade shear zone. *Journal of Structural Geology* **20**: 175–193.
- Humphris S. E., Alt J. C., Teagle D. A. H., Honnorez J. J. 1998. Geochemical changes during hydrothermal alteration of basement in the stockwork beneath the active Tag hydrothermal Mound. *Proceeding of the Ocean Drilling Program, Scientific Results* (Herzig, P. M., Humphris, S. E., Miller, D. J. and Zierenberg, R. A., eds.), Vol. 158, Ch. 19, 255-276.
- Je'brak M., Gauthier M. 1991. Terrigenous dilution: using a method for quantifying hydrothermal input in the sedimentary environment. *Marine Geology* **98**: 17–24.
- Klein C. 2005. Some Precambrian banded iron-formations (BIFs) from around the world: Their age, geologic setting, mineralogy, metamorphism, geochemistry and origin. *American Mineralogist*, **90**: 1473-1499.

- Mesquita R. B. de. 2016. *Petrogênese, geoquímica, balanço de massa e idade de escarnitos associados a diques metamáficos e félsicos do complexo Paraíba do Sul, sul do Espírito Santo*. MS Dissertation, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 132p.
- Mori Y., Nishiyama T., Yanagi T. 2003. Mass transfer paths in alteration zones around carbonate veins in the Nishisonogi Metamorphic Rocks, southwest Japan. *American Mineralogist*. **88**: 611–623.
- Mukherjee P. K., Gupta, P. K. 2008. Arbitrary scaling in ISOCON method of geochemical mass balance: Na evaluation of the graphical approach. *Geochemical Journal*, **42**: 247-253.
- Murray R. W., Buchholtz ten Brink M. R., Gerlach D. C., Russ G. P., Jones D. L. 1991. Rare earth, major and trace elements in chert from the Franciscan Complex and Monterey Group, California: Assessing REE sources to fine-grained marine sediments. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, **55**: 1875-1895.
- Ni Wen N., Ashworth J.R., Ixer R.A. 1991. Evidence for the mechanism of the reaction producing a bournonite - galena symplectite from meneghinite. *Mineralogical Magazine* **55**: 153-158
- Nijland T.G., Touret J.L.R. 2001. Replacement of graphic pegmatite by graphic albite–actinolite–clinopyroxene intergrowths (Mjåvatn, southern Norway). *European Journal of Mineralogy*. **13**: 41–50.
- O'Hara K. 1988. Fluid flow and volume loss during mylonitization: an origin for phyllonite in an overthrust setting, North Carolina, USA. *Tectonophysics* **156**: 21–36.
- Olsen S.N. & Grant J.A., 1991. Isocon analysis of migmatization in the Front Range, Colorado, USA. *Journal of Metamorphic Geology*. **9**: 151–164.
- Papike J.J., Keith T.E.C., Spilde M.N., Galbreath K.C., Shearer C.K., Laul J.C. 1991a. Geochemistry and mineralogy of fumarolic deposits, Valley of Ten Thousand Smokes, Alaska: Bulk chemical and mineralogical evolution of dacite-rich protolith. *American Mineralogist* **76**: 1662–1673.
- Rosière C. A. & Chemale Jr. F. 2000. Itabiritos e minérios de ferro de alto teor do Quadrilátero Ferrífero – uma visão geral e discussão. *Geonomos*, **8**(2): 27-43.
- Rosière C. A., Rios F. J. & Siemes H. 2001. Deslizamento intracristalino no plano basal da hematita por enfraquecimento hidrolítico. In: Simpósio Nacional de Estudos Tectônicos. Recife, *Resumos*, p. 8.
- Silverstone J., Morteani, G. Staude, J.-M. 1991. Fluid channelling during ductile shearing: transformation of granodiorite into aluminous schist in the Tauern Window, Eastern Alps. *Journal of Metamorphic Geology* **9**: 419–432.
- Steyrer H.P. & Strum R. 2002. Stability of zircon in a low-grade ultramylonite and its utility for chemical mass balancing: the shear zone at Mie'ville, Switzerland. *Chemical Geology* **187**: 1–19.
- Theart H.F.J., Ghavami-Riabi R., Mouri H., Gräser P. 2011. Applying the box plot to the recognition of footwall alteration zones related to VMS deposits in a high-grade metamorphic terrain, South Africa, a lithogeochemical exploration application. *Chemie der Erde – Geochemistry*. **71** (2):143 -154.
- Trendall A. F. 2002. The significance of iron-formation in the Precambrian stratigraphic record: International Association of Sedimentologists Special Publication 33, p. 33–66.
- Wagner T. & Cook N.J. 1997. Mineral reactions in sulphide systems as indicators of evolving fluid geochemistry—a case study from the Apollo mine, Siegerland, FRG. *Mineralogical Magazine* **61**: 573–590.

APÊNDICE 1

Tabela FDMQ Fe₂O₃ – Tabela contendo os valores do balanço de massa realizado nas amostras do furo FDMQ0177 utilizando a isócona do Fe₂O₃

Amostra	Prof.(m)	Litologia	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Y	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	Sc	Cr	Ni	Cu	Ga	Rb	Sr
F1A1	3,5	CG	0,49	0,33	0,11	-0,14	-0,35	- 0,62	-0,57	- 0,50	-0,48	-0,72	- 0,53	-0,50	- 0,41	-0,28	- 0,31	3,89	10,68	-0,55	-0,49	19,05	-0,62	5,84
F1A2	15	IGF	0,36	-0,01	-0,02	-0,21	-0,34	- 0,53	-0,45	- 0,41	-0,41	-0,62	- 0,44	-0,42	- 0,34	-0,21	- 0,19	8,73	0,16	-0,32	-0,68	0,83	-0,17	1,06
F1A3	19,25	IGF	-0,22	-0,47	-0,51	-0,62	-0,65	- 0,71	-0,68	- 0,64	-0,61	-0,74	- 0,63	-0,61	- 0,55	-0,43	- 0,43	4,27	-0,04	-0,60	-0,71	0,60	0,05	0,52
F1A4	30,45	ISCF	0,45	0,00	0,17	0,04	0,05	- 0,19	-0,08	0,07	0,07	-0,34	- 0,04	-0,07	0,03	0,17	0,09	0,32	-0,43	-0,36	-0,75	-0,20	-0,23	0,30
F1A5	35	ISCF	0,42	0,41	0,20	0,13	0,19	0,04	0,31	0,52	0,59	-0,10	0,47	0,45	0,61	0,81	0,75	0,21	-0,48	-0,28	-0,68	-0,36	-0,19	0,49
F1A6	37,4	ISCF	-0,02	-0,11	-0,08	-0,18	-0,20	- 0,39	-0,32	- 0,22	-0,20	-0,41	- 0,24	-0,24	- 0,19	-0,08	- 0,13	0,94	-0,09	-0,33	-0,69	0,46	-0,72	0,44
F1A7	41,85	ISCF	0,50	0,25	0,25	0,08	-0,05	- 0,30	-0,16	- 0,10	-0,11	-0,45	- 0,16	-0,18	- 0,12	0,01	- 0,03	1,04	0,04	-0,53	-0,74	0,90	-0,64	0,95
F1A8	49,4	ISCF	-0,34	-0,54	-0,47	-0,56	-0,59	- 0,69	-0,67	- 0,61	-0,59	-0,72	- 0,60	-0,57	- 0,51	-0,38	- 0,40	0,78	-0,15	-0,65	-0,86	0,67	-0,59	0,70
F1A9	56,8	ISCF	-0,23	-0,57	-0,26	-0,33	-0,30	- 0,45	-0,41	- 0,31	-0,27	-0,62	- 0,32	-0,30	- 0,19	0,00	0,00	-0,09	-0,69	-0,68	-0,84	-0,50	-0,62	0,22
F1A10 (1)	64,15	ISCF	0,31	-0,43	0,06	-0,08	-0,16	- 0,34	-0,30	- 0,17	-0,12	-0,53	- 0,18	-0,17	- 0,02	0,15	0,08	0,21	-0,64	-0,52	-0,73	-0,51	-0,54	0,29
F1A10(2)	64,15	ISCF	0,30	-0,44	0,06	-0,09	-0,16	- 0,35	-0,30	- 0,18	-0,13	-0,54	- 0,19	-0,17	- 0,06	0,14	0,08	0,18	-0,63	-0,54	-0,74	-0,51	-0,57	0,27
F1A11	71,9	ISCF	-0,55	-0,80	-0,46	-0,52	-0,50	- 0,60	-0,57	- 0,47	-0,46	-0,65	- 0,50	-0,49	- 0,41	-0,28	- 0,30	-0,24	-0,70	-0,62	-0,67	-0,58	0,20	-0,05
F1A12	75,2	ISCF	-0,80	-0,85	-0,79	-0,81	-0,79	- 0,80	-0,80	- 0,77	-0,75	-0,79	- 0,76	-0,75	- 0,71	-0,61	- 0,61	-0,61	-0,76	-0,66	-0,86	-0,74	-0,67	-0,06
F1A13	83,8	ISCF	-0,71	-0,81	-0,73	-0,75	-0,76	- 0,76	-0,76	- 0,73	-0,72	-0,76	- 0,72	-0,72	- 0,67	-0,61	- 0,60	-0,40	-0,71	-0,61	-0,84	-0,68	-0,30	-0,10
F1A14	87	ISCF	-0,59	-0,71	-0,69	-0,73	-0,76	- 0,75	-0,76	- 0,73	-0,72	-0,76	- 0,73	-0,73	- 0,69	-0,63	- 0,63	-0,61	-0,67	-0,70	-0,81	-0,67	-0,30	0,03
F1A15	93	ISCF	-0,77	-0,85	-0,79	-0,81	-0,80	- 0,81	-0,80	- 0,78	-0,76	-0,79	- 0,78	-0,77	- 0,73	-0,67	- 0,67	-0,60	-0,73	-0,72	-0,83	-0,68	-0,38	-0,32

F1A16	104,85	ISCF	-0,16	-0,36	-0,39	-0,46	-0,54	-0,61	-0,50	-0,44	-0,40	-0,47	-0,38	-0,36	-0,29	-0,21	-0,21	-0,31	-0,58	-0,62	-0,76	-0,38	2,33	0,42
F1A17	116,65	ISCF	-0,57	-0,65	-0,65	-0,66	-0,68	-0,69	-0,65	-0,61	-0,56	-0,58	-0,56	-0,53	-0,48	-0,41	-0,41	-0,43	-0,69	-0,59	-0,78	-0,44	-0,28	0,02
F1A18	125,5	ISCF	5,87	4,73	3,00	1,66	0,78	0,31	0,26	0,28	0,21	-0,26	0,07	0,06	0,19	0,40	0,35	1,91	0,10	-0,43	-0,35	1,08	1,79	5,10
F1A19	131,35	ISCF	-0,62	-0,68	-0,71	-0,74	-0,78	-0,79	-0,78	-0,75	-0,72	-0,72	-0,71	-0,70	-0,66	-0,60	-0,60	-0,58	-0,72	-0,75	-0,81	-0,60	15,99	0,03
F1A20(1)	137,2	ISSC	-0,73	-0,78	-0,79	-0,80	-0,82	-0,82	-0,81	-0,79	-0,77	-0,76	-0,76	-0,75	-0,71	-0,65	-0,65	-0,29	-0,57	-0,70	-0,70	-0,51	37,70	-0,02
F1A20(2)	137,2	ISSC	-0,73	-0,78	-0,78	-0,80	-0,81	-0,82	-0,81	-0,79	-0,76	-0,76	-0,75	-0,71	-0,72	-0,67	-0,66	-0,28	-0,59	-0,50	0,46	-0,48	37,96	0,08
F1A21	141	ISSC	-0,57	-0,64	-0,66	-0,73	-0,78	-0,82	-0,83	-0,83	-0,82	-0,83	-0,84	-0,82	-0,81	-0,76	-0,75	-0,56	-0,71	-0,74	-0,80	-0,70	7,68	0,26
F1A22	143,35	ISSC	-0,53	-0,69	-0,69	-0,76	-0,81	-0,81	-0,82	-0,81	-0,80	-0,81	-0,80	-0,79	-0,76	-0,71	-0,69	-0,33	-0,52	-0,60	-0,80	-0,58	21,85	0,15
F1A23	146,55	ISC	-0,40	-0,53	-0,54	-0,60	-0,68	-0,71	-0,70	-0,69	-0,69	-0,71	-0,70	-0,70	-0,64	-0,64	-0,65	-0,33	-0,74	-0,69	-0,81	-0,60	9,86	0,33
F1A24	148,95	ISC	-0,59	-0,72	-0,74	-0,79	-0,85	-0,88	-0,89	-0,86	-0,89	-0,87	-0,90	-0,89	-0,88	-0,84	-0,83	-0,72	-0,72	-0,74	-0,84	-0,73	0,35	0,25
F1A25	149,75	ISC	-0,50	-0,65	-0,59	-0,61	-0,60	-0,58	-0,54	-0,49	-0,45	-0,42	-0,44	-0,41	-0,34	-0,22	-0,23	-0,68	-0,72	-0,58	-0,84	-0,76	-0,37	0,27
F1A26	151,3	ISSC	-0,68	-0,78	-0,75	-0,76	-0,78	-0,77	-0,74	-0,73	-0,71	-0,68	-0,70	-0,69	-0,68	-0,65	-0,64	-0,32	-0,71	-0,69	-0,88	-0,63	14,97	-0,04
F1A27	157	ISSC	-0,63	-0,75	-0,71	-0,72	-0,73	-0,72	-0,70	-0,67	-0,66	-0,63	-0,64	-0,63	-0,59	-0,54	-0,55	-0,11	-0,68	-0,55	-0,86	-0,68	6,91	0,15
F1A28	159	ISSC	-0,79	-0,82	-0,84	-0,86	-0,88	-0,87	-0,88	-0,86	-0,85	-0,84	-0,85	-0,82	-0,81	-0,75	-0,74	-0,40	-0,64	-0,72	-0,87	-0,69	17,32	0,18
F1A29	169	ISSC	-0,78	-0,81	-0,82	-0,84	-0,84	-0,83	-0,84	-0,82	-0,81	-0,79	-0,81	-0,80	-0,79	-0,65	-0,72	-0,07	-0,70	-0,77	-0,82	-0,64	14,13	0,08
F1A30(1)	172,86	ISSC	-0,71	-0,75	-0,78	-0,83	-0,85	-0,82	-0,87	-0,86	-0,85	-0,85	-0,85	-0,85	-0,83	-0,78	-0,77	-0,39	-0,67	-0,77	-0,86	-0,68	18,49	0,16
F1A30(2)	172,86	ISSC	-0,74	-0,78	-0,81	-0,85	-0,86	-0,84	-0,87	-0,86	-0,86	-0,86	-0,86	-0,85	-0,66	-0,78	-0,77	-0,36	-0,63	-0,74	-0,83	-0,70	18,36	0,27
F1A31	176,65	ISSC	-0,52	-0,62	-0,64	-0,72	-0,76	-0,79	-0,82	-0,81	-0,81	-0,83	-0,82	-0,81	-0,79	-0,73	-0,74	-0,41	-0,72	-0,79	-0,85	-0,70	8,71	0,40
F1A32	178,15	ISSC	-0,55	-0,58	-0,66	-0,70	-0,74	-0,76	-0,77	-0,75	-0,75	-0,76	-0,75	-0,74	-0,70	-0,63	-0,64	-0,35	-0,69	-0,77	-0,87	-0,68	24,08	0,13
F1A33	184,2	ISSC	0,34	0,07	-0,13	-0,33	-0,50	-0,56	-0,59	-0,56	-0,55	-0,64	-0,57	-0,56	-0,50	-0,40	-0,41	-0,23	-0,58	-0,76	-0,87	-0,54	2,12	1,72

F1A34	190,8	ISSC	-0,51	-0,61	-0,66	-0,70	-0,76	- 0,77	-0,82	- 0,82	-0,82	-0,85	- 0,84	-0,84	- 0,82	-0,78	- 0,78	-0,65	-0,70	-0,78	-0,88	-0,77	7,01	0,33
F1A35(1)	208,25	ISSC	-0,68	-0,45	-0,69	-0,71	-0,72	- 0,74	-0,72	- 0,68	-0,64	-0,71	- 0,65	-0,63	- 0,56	-0,48	- 0,51	-0,02	-0,16	-0,67	-0,67	-0,13	106,39	-0,08
F1A35(2)	208,25	ISSC	-0,67	-0,45	-0,69	-0,71	-0,70	- 0,74	-0,72	- 0,66	-0,63	-0,71	- 0,64	-0,63	- 0,58	-0,49	- 0,50	0,01	-0,16	-0,68	-0,65	-0,13	107,62	-0,07
F1A36	214,45	ISSC	-0,20	-0,12	-0,43	-0,49	-0,55	- 0,52	-0,55	- 0,48	-0,42	-0,58	- 0,42	-0,39	- 0,28	-0,13	- 0,15	0,01	-0,36	-0,69	-0,71	-0,18	89,03	0,00
F1A37	220	ISSC	-0,47	-0,52	-0,59	-0,62	-0,63	- 0,61	-0,66	- 0,61	-0,59	-0,70	- 0,62	-0,61	- 0,55	-0,49	- 0,51	-0,39	-0,58	-0,74	-0,81	-0,55	3,43	0,06
F1A38	228,1	ISSC	-0,47	-0,52	-0,58	-0,61	-0,65	- 0,64	-0,70	- 0,66	-0,66	-0,74	- 0,68	-0,67	- 0,62	-0,54	- 0,57	-0,56	-0,69	-0,75	-0,86	-0,67	1,15	0,03
F1A39	239,4	ISCF	0,40	0,43	0,09	-0,03	-0,11	- 0,05	-0,21	- 0,08	6,51	-0,91	- 0,09	-0,04	0,16	0,42	0,34	0,62	0,29	-0,27	-0,43	0,35	0,77	0,35
F1A40	244	ISCF	-0,54	-0,61	-0,60	-0,59	-0,59	- 0,56	-0,61	- 0,58	-0,56	-0,66	- 0,60	-0,58	- 0,53	-0,44	- 0,45	-0,60	-0,81	-0,63	-0,85	-0,65	-0,45	0,06
F1A41	259,3	ISCF	-0,23	-0,37	-0,40	-0,45	-0,47	- 0,52	-0,51	- 0,44	-0,45	-0,64	- 0,49	-0,48	- 0,41	-0,31	- 0,35	-0,57	-0,59	-0,63	-0,82	-0,56	-0,18	-0,25
F1A42	277	ISSC	-0,11	-0,23	-0,07	-0,08	-0,03	0,06	-0,12	0,03	0,05	-0,32	- 0,05	-0,05	0,06	0,20	0,12	-0,22	-0,44	-0,31	-0,43	-0,36	-0,14	0,24
F1A43	294,15	ISCF	1,90	1,65	0,88	0,52	0,32	0,24	0,14	0,28	0,31	-0,09	0,25	0,28	0,47	0,70	0,63	1,97	0,19	-0,17	-0,39	0,48	1,64	1,04

Amostra	Prof.(m)	Litologia	Zr	Nb	In	Cs	Ba	Hf	Bi	Th	U	SiO ₂	Al ₂ O ₃	MnO	Fe	Fe Total	Fe II	Fe III	Fe ₂ O ₃	FeO
F1A1	3,5	CG	11,96	81,27	8,31	-0,57	7,64	15,03	70,37	18,39	2,10	- 0,97	4,39	1,36	- 0,06	0,00	0,91	0,00	0,00	0,89
F1A2	15	IGF	1,05	6,55	0,64	-0,20	3,16	1,34	3,54	2,39	0,59	- 0,98	6,51	1,37	- 0,03	0,00	- 0,36	0,00	0,00	- 0,36
F1A3	19,25	IGF	0,65	5,38	0,07	-0,44	4,67	0,99	3,21	3,00	0,15	- 0,97	6,58	2,67	- 0,04	0,00	- 0,21	0,00	0,00	- 0,20
F1A4	30,45	ISCF	-0,12	2,49	- 0,32	0,14	2,14	-0,08	1,70	0,79	-0,36	- 0,74	0,15	-0,26	- 0,04	0,01	1,80	0,00	0,00	1,78
F1A5	35	ISCF	-0,42	1,36	- 0,07	-0,15	2,65	-0,26	0,45	0,00	-0,21	- 0,73	0,69	0,05	0,00	0,01	3,26	0,00	0,00	3,20
F1A6	37,4	ISCF	0,43	3,91	0,25	-0,33	3,64	0,77	2,65	2,22	-0,07	- 0,93	0,72	1,74	- 0,04	0,00	0,82	0,00	0,00	0,80
F1A7	41,85	ISCF	0,77	5,89	0,49	-0,54	3,52	1,23	3,87	3,50	0,09	- 0,89	0,60	0,92	- 0,03	0,00	0,87	0,00	0,00	0,84
F1A8	49,4	ISCF	0,60	5,09	0,12	0,01	0,94	0,98	3,49	3,05	-0,31	- 0,98	0,08	0,37	- 0,02	0,00	0,92	0,00	0,00	0,89
F1A9	56,8	ISCF	-0,52	1,05	- 0,62	-0,16	1,31	-0,52	0,35	-0,12	-0,54	- 0,76	-0,03	0,96	- 0,01	0,00	0,30	0,00	0,00	0,27
F1A10 (1)	64,15	ISCF	-0,49	0,99	- 0,56	-0,25	5,98	-0,48	0,16	-0,34	-0,48	- 0,86	1,84	2,08	- 0,04	0,01	1,98	0,00	0,00	1,93
F1A10(2)	64,15	ISCF	-0,52	0,95	- 0,64	-0,30	6,05	-0,46	0,56	-0,32	-0,49	- 0,86	1,84	2,08	- 0,04	0,01	1,98	0,00	0,00	1,93
F1A11	71,9	ISCF	-0,65	0,46	- 0,72	0,25	2,73	-0,74	-0,28	-0,53	-0,67	- 0,87	-0,51	1,26	- 0,03	0,00	1,08	0,00	0,00	1,03
F1A12	75,2	ISCF	-0,73	0,19	- 0,76	-0,53	0,29	-0,88	-0,22	-0,77	-0,87	- 0,64	-0,85	1,53	- 0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	- 0,02
F1A13	83,8	ISCF	-0,71	-0,07	- 0,71	0,25	0,35	-0,82	0,20	-0,69	-0,81	- 0,29	-0,68	-0,22	- 0,07	0,01	3,72	0,00	0,00	3,63
F1A14	87	ISCF	-0,67	-0,27	- 0,64	-0,38	-0,07	-0,81	-0,25	-0,71	-0,84	- 0,42	-0,70	-0,51	- 0,02	0,01	2,32	0,00	0,00	2,25
F1A15	93	ISCF	-0,70	-0,23	- 0,65	-0,03	0,41	-0,79	0,38	-0,67	-0,84	- 0,50	-0,72	-0,53	0,00	0,01	2,18	0,00	0,00	2,12
F1A16	104,85	ISCF	-0,53	0,79	- 0,45	1,63	1,17	-0,53	-0,40	-0,26	-0,74	- 0,67	2,78	3,34	- 0,02	0,00	- 0,01	0,00	0,00	- 0,04
F1A17	116,65	ISCF	-0,75	-0,28	- 0,74	0,45	1,41	-0,82	0,10	-0,51	-0,70	- 0,43	-0,58	3,83	0,00	0,00	0,16	0,00	0,00	0,12
F1A18	125,5	ISCF	1,07	5,59	0,85	2,17	5,03	1,25	6,53	2,00	-0,07	- 0,58	2,44	-0,09	- 0,01	0,01	1,92	0,00	0,00	1,86

F1A19	131,35	ISCF	-0,76	-0,38	- 0,62	9,38	1,05	-0,76	-0,21	-0,69	-0,80	- 0,28	-0,70	0,71	- 0,02	0,00	0,45	0,00	0,00	0,41
F1A20(1)	137,2	ISSC	-0,61	0,35	0,19	23,06	3,71	-0,57	0,05	-0,41	-0,73	0,01	-0,66	0,76	- 0,02	0,01	1,78	0,00	0,00	1,76
F1A20(2)	137,2	ISSC	-0,60	0,27	0,30	23,44	3,65	-0,59	-0,25	-0,36	-0,73	0,01	-0,66	0,76	- 0,02	0,01	1,78	0,00	0,00	1,76
F1A21	141	ISSC	-0,79	0,49	- 0,57	5,02	3,68	-0,84	-0,34	-0,67	-0,84	0,00	-0,79	-0,04	0,00	0,00	0,77	0,00	0,00	0,75
F1A22	143,35	ISSC	-0,72	0,03	- 0,15	16,29	3,38	-0,71	-0,34	-0,49	-0,82	- 0,04	-0,51	0,15	- 0,01	0,01	3,27	0,00	0,00	3,22
F1A23	146,55	ISC	-0,77	-0,67	- 0,69	7,99	4,24	-0,82	-0,49	-0,61	-0,76	- 0,05	-0,69	-0,72	- 0,01	0,01	1,61	0,00	0,00	1,55
F1A24	148,95	ISC	-0,77	-0,32	- 0,77	2,08	3,20	-0,88	-0,27	-0,67	-0,88	0,22	-0,96	0,37	- 0,02	0,00	1,02	0,00	0,00	0,98
F1A25	149,75	ISC	-0,91	-0,54	- 0,81	1,74	3,32	-0,93	-0,34	-0,73	-0,77	- 0,29	-0,82	0,03	- 0,02	0,00	0,25	0,00	0,00	0,21
F1A26	151,3	ISSC	-0,69	-0,30	- 0,71	13,32	4,15	-0,73	-0,27	-0,61	-0,73	- 0,19	-0,79	-0,31	- 0,02	0,00	0,67	0,00	0,00	0,63
F1A27	157	ISSC	-0,84	-0,66	- 0,59	6,38	4,83	-0,83	-0,29	-0,67	-0,70	- 0,10	-0,85	-0,35	- 0,01	0,00	0,43	0,00	0,00	0,42
F1A28	159	ISSC	-0,71	0,48	- 0,78	12,20	4,38	-0,76	-0,38	-0,57	-0,70	0,11	-0,71	-0,80	- 0,01	0,00	0,70	0,00	0,00	0,65
F1A29	169	ISSC	-0,77	0,24	- 0,70	11,14	3,09	-0,77	-0,37	-0,54	-0,75	- 0,14	-0,41	0,36	0,01	0,00	0,61	0,00	0,00	0,60
F1A30(1)	172,86	ISSC	-0,82	0,20	- 0,25	14,43	4,98	-0,80	-0,55	-0,54	-0,78	0,03	-0,58	-0,61	- 0,02	0,00	0,79	0,00	0,00	0,77
F1A30(2)	172,86	ISSC	-0,82	0,75	- 0,68	13,83	4,81	-0,82	-0,63	-0,54	-0,79	0,03	-0,58	-0,61	- 0,02	0,00	0,79	0,00	0,00	0,77
F1A31	176,65	ISSC	-0,81	0,67	- 0,79	9,50	3,75	-0,83	0,26	-0,56	-0,85	0,08	-0,71	-0,61	- 0,02	0,00	0,48	0,00	0,00	0,47
F1A32	178,15	ISSC	-0,78	0,32	- 0,68	17,09	2,29	-0,78	-0,41	-0,66	-0,81	- 0,05	-0,34	-0,52	0,01	0,00	0,54	0,00	0,00	0,51
F1A33	184,2	ISSC	-0,55	0,12	- 0,58	2,47	1,46	-0,58	-0,49	-0,43	-0,82	- 0,07	-0,28	0,41	- 0,02	0,00	0,88	0,00	0,00	0,83
F1A34	190,8	ISSC	-0,79	-0,37	- 0,76	8,30	4,19	-0,83	-0,42	-0,70	-0,80	0,36	-0,96	-0,35	- 0,04	0,01	2,67	0,00	0,00	2,63
F1A35(1)	208,25	ISSC	0,12	1,01	- 0,07	71,41	1,06	0,24	0,36	0,70	-0,50	- 0,12	0,23	-0,26	0,01	0,01	1,86	0,00	0,00	1,84
F1A35(2)	208,25	ISSC	0,07	0,76	- 0,07	72,92	1,03	0,25	0,57	0,70	-0,49	- 0,12	0,23	-0,26	0,01	0,01	1,86	0,00	0,00	1,84
F1A36	214,45	ISSC	-0,24	0,21	-	50,68	2,27	-0,22	-0,32	0,25	-0,62	-	0,04	-0,73	-	0,00	1,11	0,00	0,00	1,09

					0,31							0,24			0,03					
F1A37	220	ISSC	-0,43	-0,27	- 0,33	4,14	1,38	-0,57	-0,22	-0,38	-0,68	0,11	-0,46	-0,80	- 0,03	0,00	0,63	0,00	0,00	0,60
F1A38	228,1	ISSC	-0,61	-0,19	- 0,68	3,66	1,77	-0,71	-0,48	-0,60	-0,69	- 0,01	-0,59	-0,62	0,37	0,00	0,10	0,00	0,00	0,07
F1A39	239,4	ISCF	0,41	1,31	1,16	1,01	1,73	0,40	1,20	0,96	0,05	0,38	1,05	0,49	- 0,03	0,00	0,94	0,00	0,00	0,89
F1A40	244	ISCF	-0,92	-0,79	- 0,81	1,20	1,82	-0,93	-0,68	-0,92	-0,71	- 0,29	-0,86	-0,50	- 0,02	0,00	- 0,03	0,00	0,00	- 0,06
F1A41	259,3	ISCF	-0,54	-0,17	- 0,47	1,09	0,92	-0,61	-0,13	-0,22	-0,67	- 0,06	-0,47	0,04	- 0,07	0,00	0,31	0,00	0,00	0,28
F1A42	277	ISSC	-0,61	-0,48	- 0,29	-0,19	0,30	-0,67	0,89	-0,45	-0,10	0,19	-0,11	0,17	- 0,01	0,00	0,48	0,00	0,00	0,44
F1A43	294,15	ISCF	0,71	4,58	2,82	2,36	1,61	0,57	1,13	1,38	0,70	0,28	0,98	0,55	- 0,01	0,00	0,45	0,00	0,00	0,43

Tabela FDMQ La e Ce – Tabela contendo os valores do balanço de massa realizado nas amostras do furo FDMQ0177 utilizando a isócona do La e Ce

Amostra	Prof.(m)	Litologia	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Y	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	Sc	Cr	Ni	Cu	Ga	Rb	Sr
F1A1	3,5	CG	0,09	-0,02	-0,19	-0,37	-0,53	- 0,72	-0,68	- 0,64	-0,62	-0,79	- 0,65	-0,63	- 0,57	-0,47	- 0,49	2,58	7,55	-0,67	-0,63	13,67	-0,72	4,01
F1A2	15	IGF	0,28	-0,07	-0,08	-0,26	-0,38	- 0,56	-0,48	- 0,44	-0,44	-0,65	- 0,47	-0,46	- 0,38	-0,25	- 0,24	8,16	0,09	-0,36	-0,70	0,72	-0,22	0,94
F1A3	19,25	IGF	0,34	-0,09	-0,17	-0,35	-0,41	- 0,51	-0,46	- 0,38	-0,33	-0,56	- 0,37	-0,34	- 0,23	-0,02	- 0,02	8,01	0,64	-0,31	-0,51	1,74	0,80	1,60
F1A4	30,45	ISCF	0,33	-0,08	0,07	-0,05	-0,04	- 0,26	-0,15	- 0,02	-0,02	-0,40	- 0,12	-0,15	- 0,06	0,08	0,00	0,21	-0,47	-0,41	-0,77	-0,26	-0,30	0,19
F1A5	35	ISCF	0,01	0,00	-0,15	-0,20	-0,16	- 0,27	-0,07	0,07	0,12	-0,36	0,04	0,03	0,14	0,28	0,24	-0,14	-0,64	-0,49	-0,78	-0,54	-0,43	0,05
F1A6	37,4	ISCF	0,08	-0,02	0,02	-0,09	-0,12	- 0,33	-0,25	- 0,13	-0,11	-0,35	- 0,16	-0,16	- 0,10	0,02	- 0,04	1,14	0,00	-0,26	-0,66	0,62	-0,69	0,59
F1A7	41,85	ISCF	0,16	-0,04	-0,04	-0,17	-0,27	- 0,46	-0,36	- 0,30	-0,31	-0,58	- 0,36	-0,37	- 0,33	-0,22	- 0,26	0,57	-0,20	-0,64	-0,80	0,46	-0,72	0,50
F1A8	49,4	ISCF	0,31	-0,08	0,05	-0,12	-0,19	- 0,37	-0,34	- 0,23	-0,18	-0,45	- 0,20	-0,15	- 0,01	0,23	0,21	2,54	0,70	-0,31	-0,72	2,33	-0,17	2,39
F1A9	56,8	ISCF	0,56	-0,14	0,50	0,35	0,40	0,11	0,18	0,40	0,48	-0,23	0,37	0,41	0,63	1,01	1,01	0,84	-0,38	-0,35	-0,67	0,01	-0,24	1,45
F1A10 (1)	64,15	ISCF	0,81	-0,21	0,48	0,27	0,16	- 0,09	-0,03	0,16	0,23	-0,35	0,14	0,16	0,36	0,60	0,50	0,67	-0,50	-0,34	-0,63	-0,33	-0,36	0,79
F1A10(2)	64,15	ISCF	0,82	-0,21	0,49	0,28	0,17	- 0,09	-0,02	0,16	0,22	-0,35	0,14	0,16	0,31	0,60	0,51	0,65	-0,48	-0,35	-0,64	-0,31	-0,39	0,78
F1A11	71,9	ISCF	0,78	-0,20	1,12	0,88	0,96	0,58	0,71	1,08	1,15	0,37	0,98	1,03	1,33	1,84	1,77	2,01	0,19	0,51	0,29	0,66	3,76	2,74
F1A12	75,2	ISCF	0,63	0,26	0,73	0,59	0,70	0,68	0,65	0,89	1,02	0,73	0,93	1,09	1,40	2,17	2,24	2,17	0,94	1,78	0,13	1,17	1,73	6,73
F1A13	83,8	ISCF	0,91	0,26	0,78	0,62	0,59	0,55	0,55	0,76	0,82	0,54	0,80	0,81	1,14	1,55	1,61	2,90	0,85	1,53	0,07	1,08	3,56	4,83
F1A14	87	ISCF	0,29	-0,07	0,00	-0,16	-0,23	- 0,22	-0,24	- 0,15	-0,13	-0,24	- 0,14	-0,15	- 0,03	0,16	0,18	0,23	0,04	-0,06	-0,39	0,05	1,22	2,26
F1A15	93	ISCF	0,89	0,26	0,73	0,57	0,65	0,56	0,61	0,80	0,96	0,75	0,82	0,91	1,19	1,73	1,73	2,27	1,23	1,27	0,37	1,60	4,07	4,59
F1A16	104,85	ISCF	0,23	-0,06	-0,11	-0,21	-0,32	- 0,43	-0,27	- 0,18	-0,12	-0,22	- 0,10	-0,07	0,03	0,16	0,16	0,00	-0,39	-0,45	-0,65	-0,09	3,86	1,07
F1A17	116,65	ISCF	0,19	-0,05	-0,03	-0,07	-0,13	- 0,15	-0,03	0,09	0,22	0,15	0,22	0,28	0,42	0,63	0,63	0,57	-0,14	0,13	-0,38	0,55	0,98	1,81

F1A18	125,5	ISCF	0,15	-0,04	-0,33	-0,55	-0,70	- 0,78	-0,79	- 0,78	-0,80	-0,88	- 0,82	- 0,82	- 0,80	-0,76	- 0,77	-0,51	-0,82	-0,91	-0,89	-0,65	-0,53	0,02
F1A19	131,35	ISCF	0,15	-0,04	-0,11	-0,22	-0,35	- 0,36	-0,34	- 0,23	-0,17	-0,15	- 0,13	-0,08	0,04	0,20	0,22	0,27	-0,17	-0,23	-0,42	0,21	50,44	2,11
F1A20(1)	137,2	ISSC	0,59	0,26	0,24	0,16	0,03	0,02	0,12	0,24	0,34	0,39	0,37	0,46	0,68	1,04	1,04	3,11	1,46	0,74	0,74	1,83	222,43	4,68
F1A20(2)	137,2	ISSC	0,58	0,26	0,27	0,15	0,10	0,04	0,10	0,20	0,38	0,40	0,43	0,70	0,63	0,95	1,00	3,22	1,39	1,91	7,54	2,02	226,25	5,28
F1A21	141	ISSC	0,15	-0,04	-0,10	-0,28	-0,41	- 0,52	-0,55	- 0,54	-0,53	-0,56	- 0,56	-0,53	- 0,48	-0,36	- 0,34	0,18	-0,23	-0,30	-0,47	-0,19	22,11	2,37
F1A22	143,35	ISSC	0,37	-0,09	-0,08	-0,28	-0,43	- 0,45	-0,48	- 0,45	-0,40	-0,46	- 0,42	-0,37	- 0,29	-0,14	- 0,11	0,98	0,39	0,16	-0,40	0,24	65,99	2,37
F1A23	146,55	ISC	0,19	-0,05	-0,07	-0,20	-0,35	- 0,41	-0,40	- 0,37	-0,37	-0,42	- 0,38	-0,39	- 0,34	-0,27	- 0,30	0,34	-0,47	-0,39	-0,62	-0,20	20,79	1,67
F1A24	148,95	ISC	0,33	-0,08	-0,17	-0,31	-0,53	- 0,61	-0,64	- 0,55	-0,66	-0,58	- 0,67	-0,64	- 0,61	-0,46	- 0,44	-0,08	-0,08	-0,14	-0,48	-0,11	3,39	3,06
F1A25	149,75	ISC	0,31	-0,08	0,07	0,02	0,03	0,10	0,20	0,33	0,43	0,50	0,46	0,54	0,73	1,03	1,01	-0,16	-0,26	0,10	-0,58	-0,37	0,63	2,30
F1A26	151,3	ISSC	0,30	-0,08	0,04	0,00	-0,08	- 0,03	0,06	0,12	0,21	0,31	0,22	0,27	0,32	0,46	0,46	1,80	0,19	0,27	-0,49	0,53	64,63	2,94
F1A27	157	ISSC	0,36	-0,09	0,07	0,04	0,00	0,01	0,10	0,22	0,26	0,34	0,30	0,37	0,48	0,67	0,65	2,27	0,18	0,66	-0,48	0,18	27,93	3,20
F1A28	159	ISSC	1047	880	785	681	617	625	605	672	740	792	755	919	954	1228	1269	2981	1772	1391	646	1540	91194	5882
F1A29	169	ISSC	0,41	0,26	0,16	0,04	0,04	0,07	0,06	0,16	0,23	0,37	0,24	0,28	0,39	1,27	0,81	5,02	0,94	0,50	0,17	1,31	96,98	5,98
F1A30(1)	172,86	ISSC	0,48	0,26	0,10	-0,13	-0,23	- 0,10	-0,35	- 0,29	-0,26	-0,26	- 0,21	-0,25	- 0,11	0,13	0,15	2,09	0,67	0,18	-0,27	0,64	98,16	4,91
F1A30(2)	172,86	ISSC	0,48	0,26	0,08	-0,13	-0,18	- 0,07	-0,28	- 0,20	-0,19	-0,22	- 0,18	-0,16	0,96	0,23	0,29	2,66	1,13	0,47	-0,03	0,71	109,51	6,22
F1A31	176,65	ISSC	0,19	-0,05	-0,10	-0,31	-0,41	- 0,47	-0,54	- 0,52	-0,53	-0,59	- 0,55	-0,52	- 0,49	-0,33	- 0,35	0,47	-0,29	-0,47	-0,63	-0,24	23,17	2,49
F1A32	178,15	ISSC	0,06	-0,01	-0,19	-0,29	-0,39	- 0,43	-0,46	- 0,41	-0,40	-0,44	- 0,40	-0,38	- 0,28	-0,13	- 0,15	0,53	-0,28	-0,46	-0,69	-0,26	58,13	1,66
F1A33	184,2	ISSC	0,19	-0,05	-0,23	-0,41	-0,55	- 0,61	-0,63	- 0,61	-0,60	-0,68	- 0,62	-0,60	- 0,56	-0,47	- 0,48	-0,31	-0,62	-0,79	-0,89	-0,59	1,77	1,42
F1A34	190,8	ISSC	0,20	-0,05	-0,18	-0,27	-0,42	- 0,44	-0,55	- 0,55	-0,57	-0,62	- 0,60	-0,61	- 0,56	-0,46	- 0,47	-0,15	-0,28	-0,46	-0,71	-0,43	18,49	2,25
F1A35(1)	208,25	ISSC	-0,27	0,26	-0,30	-0,34	-0,36	- 0,39	-0,37	- 0,26	-0,17	-0,34	- 0,19	-0,16	0,00	0,18	0,13	1,25	0,92	-0,25	-0,24	0,99	244,64	1,11
F1A35(2)	208,25	ISSC	-0,25	0,26	-0,28	-0,33	-0,32	- 0,40	-0,35	- 0,23	-0,16	-0,34	- 0,18	-0,16	- 0,03	0,17	0,15	1,31	0,93	-0,27	-0,20	0,99	247,30	1,12
F1A36	214,45	ISSC	-0,07	0,02	-0,34	-0,41	-0,48	- 0,48	-0,48	- 0,48	-0,33	-0,51	- 0,30	- 0,30	- 0,00	- 0,00	- 0,00	0,16	-0,27	-0,64	-0,67	-0,05	103,08	0,16

								0,45		0,40			0,33		0,16		0,01								
F1A37	220	ISSC	0,08	-0,02	-0,17	-0,23	-0,25	- 0,21	-0,30	- 0,20	-0,17	-0,38	- 0,22	-0,20	- 0,09	0,04	- 0,01	0,24	-0,14	-0,48	-0,61	-0,09	7,99	1,15	
F1A38	228,1	ISSC	0,09	-0,02	-0,14	-0,21	-0,27	- 0,26	-0,39	- 0,30	-0,30	-0,48	- 0,35	-0,31	- 0,23	-0,06	- 0,12	-0,10	-0,36	-0,48	-0,70	-0,32	3,43	1,13	
F1A39	239,4	ISCF	-0,02	0,01	-0,23	-0,32	-0,37	- 0,34	-0,45	- 0,35	4,26	-0,94	- 0,36	-0,32	- 0,19	0,00	- 0,06	0,14	-0,09	-0,49	-0,60	-0,05	0,24	-0,05	
F1A40	244	ISCF	0,13	-0,03	0,00	0,01	0,02	0,09	-0,03	0,05	0,09	-0,15	0,00	0,03	0,16	0,40	0,38	0,01	-0,53	-0,08	-0,63	-0,14	0,37	1,63	
F1A41	259,3	ISCF	0,17	-0,04	-0,09	-0,17	-0,19	- 0,27	-0,26	- 0,15	-0,16	-0,46	- 0,23	-0,21	- 0,11	0,05	- 0,01	-0,35	-0,37	-0,43	-0,73	-0,33	0,24	0,13	
F1A42	277	ISSC	0,12	-0,03	0,16	0,15	0,22	0,33	0,11	0,29	0,31	-0,15	0,19	0,19	0,32	0,51	0,40	-0,02	-0,29	-0,14	-0,29	-0,20	0,07	0,55	
F1A43	294,15	ISCF	0,07	-0,02	-0,30	-0,44	-0,51	- 0,54	-0,58	- 0,53	-0,51	-0,66	- 0,54	-0,53	- 0,46	-0,37	- 0,40	0,10	-0,56	-0,69	-0,77	-0,45	-0,02	-0,24	

Amostra	Prof.(m)	Litologia	Zr	Nb	In	Cs	Ba	Hf	Bi	Th	U	SiO ₂	Al ₂ O ₃	MnO	Fe	Fe Total	Fe II	Fe III	Fe ₂ O ₃	FeO
F1A1	3,5	CG	8,49	59,22	5,81	-0,69	5,33	10,73	51,24	13,19	1,27	- 0,98	2,95	0,72	- 0,31	-0,27	0,40	- 0,27	-0,27	0,38
F1A2	15	IGF	0,92	6,10	0,54	-0,25	2,92	1,20	3,27	2,18	0,50	- 0,98	6,06	1,23	- 0,09	-0,06	-0,40	- 0,06	-0,06	-0,40
F1A3	19,25	IGF	1,82	9,91	0,83	-0,05	8,69	2,40	6,20	5,84	0,96	- 0,95	11,96	5,27	0,65	0,71	0,35	0,71	0,71	0,36
F1A4	30,45	ISCF	- 0,19	2,20	- 0,38	0,05	1,87	-0,16	1,47	0,64	- 0,41	- 0,76	0,05	-0,32	- 0,12	-0,08	1,57	- 0,08	-0,08	1,55
F1A5	35	ISCF	- 0,59	0,67	- 0,34	-0,40	1,58	-0,48	0,03	-0,29	- 0,44	- 0,81	0,19	-0,26	- 0,29	-0,29	2,01	- 0,29	-0,29	1,97
F1A6	37,4	ISCF	0,58	4,43	0,38	-0,26	4,13	0,96	3,03	2,56	0,02	- 0,93	0,90	2,03	0,07	0,11	1,02	0,11	0,11	0,99
F1A7	41,85	ISCF	0,36	4,30	0,15	-0,64	2,48	0,72	2,75	2,46	- 0,16	- 0,91	0,23	0,48	- 0,26	-0,23	0,44	- 0,23	-0,23	0,42
F1A8	49,4	ISCF	2,19	11,13	1,24	1,00	2,86	2,95	7,94	7,06	0,38	- 0,95	1,15	1,73	0,96	1,00	2,83	0,99	0,99	2,77
F1A9	56,8	ISCF	- 0,04	3,13	- 0,24	0,69	3,64	-0,04	1,72	0,78	- 0,08	- 0,53	0,95	2,95	0,99	1,01	1,62	1,01	1,01	1,56
F1A10 (1)	64,15	ISCF	- 0,29	1,76	- 0,39	0,04	8,70	-0,28	0,61	-0,08	- 0,28	- 0,81	2,95	3,28	0,33	0,40	3,14	0,39	0,39	3,07
F1A10(2)	64,15	ISCF	- 0,32	1,74	- 0,49	-0,02	8,90	-0,24	1,20	-0,05	- 0,29	- 0,80	2,99	3,33	0,35	0,41	3,18	0,40	0,40	3,12
F1A11	71,9	ISCF	0,38	4,78	0,10	3,96	13,74	0,01	1,86	0,87	0,32	- 0,50	0,95	7,93	2,83	2,97	7,20	2,95	2,95	7,02
F1A12	75,2	ISCF	1,20	8,76	0,98	2,89	9,61	0,02	5,39	0,89	0,08	1,95	0,26	19,77	6,98	7,21	7,22	7,21	7,21	7,03
F1A13	83,8	ISCF	0,90	5,04	0,87	7,13	7,74	0,16	6,77	1,03	0,22	3,62	1,11	4,05	5,03	5,57	29,65	5,49	5,49	29,04
F1A14	87	ISCF	0,04	1,31	0,14	0,95	1,95	-0,41	1,38	-0,08	- 0,50	0,82	-0,05	0,55	2,10	2,19	9,50	2,17	2,17	9,30
F1A15	93	ISCF	1,42	5,33	1,84	6,92	10,55	0,69	10,29	1,70	0,34	3,10	1,26	2,83	7,16	7,25	25,02	7,19	7,19	24,53
F1A16	104,85	ISCF	- 0,31	1,61	- 0,19	2,83	2,16	-0,31	-0,12	0,09	- 0,62	- 0,51	4,52	5,34	0,43	0,46	0,44	0,46	0,46	0,41
F1A17	116,65	ISCF	- 0,30	1,00	- 0,27	2,99	5,65	-0,50	2,02	0,36	- 0,18	0,58	0,16	12,30	1,77	1,76	2,19	1,75	1,75	2,08
F1A18	125,5	ISCF	-	0,10	-	-0,47	0,01	-0,62	0,26	-0,50	-	-	-0,42	-0,85	-	-0,83	-0,51	-	-0,83	-0,52

			0,65		0,69						0,84	0,93			0,83			0,83		
F1A19	131,35	ISCF	- 0,26	0,89	0,15	30,41	5,21	-0,26	1,40	-0,06	- 0,40	1,18	-0,10	4,19	1,96	2,03	3,39	2,03	2,03	3,27
F1A20(1)	137,2	ISSC	1,28	6,80	5,90	137,94	26,22	1,50	5,08	2,40	0,55	4,85	0,94	9,16	4,67	4,81	15,06	4,77	4,77	14,93
F1A20(2)	137,2	ISSC	1,34	6,39	6,60	141,53	26,15	1,40	3,39	2,73	0,56	4,91	0,96	9,26	4,73	4,87	15,23	4,83	4,83	15,10
F1A21	141	ISSC	- 0,45	2,96	0,14	15,04	11,47	-0,56	0,77	-0,13	- 0,59	1,66	-0,45	1,56	1,66	1,67	3,72	1,66	1,66	3,66
F1A22	143,35	ISSC	- 0,18	2,02	1,49	49,70	11,84	-0,16	0,94	0,49	- 0,46	1,82	0,42	2,37	1,90	1,96	11,52	1,93	1,93	11,38
F1A23	146,55	ISC	- 0,54	-0,34	- 0,37	17,03	9,50	-0,63	0,02	-0,21	- 0,52	0,90	-0,38	-0,43	0,98	1,02	4,24	1,01	1,01	4,12
F1A24	148,95	ISC	- 0,24	1,21	- 0,24	9,05	12,71	-0,61	1,37	0,06	- 0,60	2,99	-0,88	3,46	2,21	2,27	5,59	2,26	2,26	5,46
F1A25	149,75	ISC	- 0,76	0,19	- 0,50	6,15	10,26	-0,82	0,71	-0,29	- 0,39	0,84	-0,54	1,67	1,56	1,61	2,26	1,61	1,61	2,15
F1A26	151,3	ISSC	0,28	1,87	0,19	57,84	20,16	0,12	2,01	0,60	0,09	2,33	-0,15	1,85	3,01	3,12	5,85	3,11	3,11	5,71
F1A27	157	ISSC	- 0,41	0,23	0,51	25,99	20,33	-0,37	1,61	0,19	0,10	2,30	-0,44	1,37	2,62	2,66	4,21	2,66	2,66	4,18
F1A28	159	ISSC	1430	7372	1110	65689	26794	1178	3076	2133	1495	5508	1463	999	4905	4989	8461	4977	4977	8234
F1A29	169	ISSC	0,48	7,04	0,96	77,59	25,51	0,47	3,08	1,95	0,64	4,55	2,81	7,83	5,52	5,49	9,42	5,48	5,48	9,39
F1A30(1)	172,86	ISSC	- 0,09	5,11	2,84	77,50	29,42	0,02	1,28	1,36	0,10	4,24	1,12	0,98	4,00	4,10	8,12	4,09	4,09	8,01
F1A30(2)	172,86	ISSC	0,02	9,00	0,85	83,63	32,16	0,03	1,13	1,62	0,22	4,88	1,38	1,22	4,61	4,72	9,23	4,71	4,71	9,10
F1A31	176,65	ISSC	- 0,52	3,17	- 0,47	25,13	10,83	-0,59	2,14	0,10	- 0,62	1,69	-0,28	-0,04	1,45	1,49	2,69	1,49	1,49	2,67
F1A32	178,15	ISSC	- 0,48	2,12	- 0,25	41,64	6,75	-0,47	0,38	-0,20	- 0,56	1,24	0,55	0,12	1,37	1,36	2,63	1,36	1,36	2,56
F1A33	184,2	ISSC	- 0,60	0,00	- 0,63	2,08	1,18	-0,62	-0,55	-0,49	- 0,84	- 0,17	-0,36	0,25	- 0,13	-0,11	0,67	- 0,11	-0,11	0,62
F1A34	190,8	ISSC	- 0,50	0,54	- 0,41	21,63	11,63	-0,59	0,42	-0,26	- 0,52	2,31	-0,90	0,58	1,34	1,46	7,92	1,43	1,43	7,84
F1A35(1)	208,25	ISSC	1,57	3,59	1,13	164,63	3,72	1,84	2,11	2,90	0,15	1,02	1,81	0,70	1,30	1,30	5,54	1,29	1,29	5,50
F1A35(2)	208,25	ISSC	1,43	3,03	1,12	167,97	3,64	1,85	2,59	2,88	0,15	1,02	1,81	0,70	1,30	1,30	5,54	1,29	1,29	5,50
F1A36	214,45	ISSC	- 0,12	0,40	- 0,20	58,75	2,78	-0,10	-0,21	0,44	- 0,56	- 0,12	0,21	-0,69	0,12	0,16	1,44	0,16	0,16	1,41
F1A37	220	ISSC	0,16	0,49	0,36	9,43	3,83	-0,12	0,57	0,26	- 0,35	1,26	0,09	-0,59	0,97	1,03	2,30	1,03	1,03	2,25

F1A38	228,1	ISSC	- 0,20	0,67	- 0,34	8,58	4,71	-0,41	0,06	-0,18	- 0,37	1,03	-0,15	-0,21	1,82	1,06	1,27	1,06	1,06	1,20
F1A39	239,4	ISCF	- 0,01	0,62	0,52	0,41	0,92	-0,02	0,54	0,37	- 0,26	- 0,03	0,44	0,04	- 0,32	-0,30	0,36	- 0,30	-0,30	0,32
F1A40	244	ISCF	- 0,80	-0,47	- 0,54	4,47	6,00	-0,84	-0,20	-0,80	- 0,27	0,78	-0,65	0,25	1,43	1,49	1,41	1,49	1,49	1,33
F1A41	259,3	ISCF	- 0,30	0,25	- 0,20	2,16	1,91	-0,41	0,32	0,18	- 0,49	0,42	-0,20	0,58	0,41	0,52	0,98	0,52	0,52	0,94
F1A42	277	ISSC	- 0,51	-0,34	- 0,11	0,02	0,63	-0,59	1,37	-0,31	0,13	0,50	0,12	0,47	0,24	0,26	0,85	0,25	0,25	0,81
F1A43	294,15	ISCF	- 0,37	1,06	0,41	0,24	-0,03	-0,42	-0,21	-0,12	- 0,37	- 0,53	-0,27	-0,43	- 0,63	-0,63	-0,46	- 0,63	-0,63	-0,47

Tabela FDMQ Zr, Hf e TiO₂ – Tabela contendo os valores do balanço de massa realizado nas amostras do furo FDMQ0177 utilizando a isócona do Zr, Hf e TiO₂

Amostra	Prof.(m)	Litologia	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Y	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	Sc	Cr	Ni	Cu	Ga	Rb	Sr
F1A1	3,5	CG	- 0,98	- 0,98	- 0,99	- 0,99	- 0,99	- 1,00	- 0,99	- 0,99	- 0,99	- 1,00	- 0,99	- 0,99	- 0,99	- 0,99	- 0,99	- 0,94	- 0,86	- 0,99	- 0,99	- 0,76	- 1,00	- 0,92
F1A2	15	IGF	- 0,34	- 0,52	- 0,53	- 0,62	- 0,68	- 0,77	- 0,73	- 0,71	- 0,71	- 0,82	- 0,73	- 0,72	- 0,68	- 0,62	- 0,61	- 3,71	- 0,44	- 0,67	- 0,85	- 0,12	- 0,60	- 0,00
F1A3	19,25	IGF	- 0,53	- 0,68	- 0,71	- 0,77	- 0,79	- 0,83	- 0,81	- 0,78	- 0,77	- 0,84	- 0,78	- 0,77	- 0,73	- 0,66	- 0,66	- 2,15	- 0,43	- 0,76	- 0,83	- 0,04	- 0,37	- 0,09
F1A4	30,45	ISCF	- 0,64	- 0,13	- 0,32	- 0,18	- 0,19	- 0,08	- 0,05	- 0,22	- 0,22	- 0,26	- 0,09	- 0,06	- 0,17	- 0,33	- 0,23	- 0,50	- 0,35	- 0,27	- 0,71	- 0,09	- 0,13	- 0,48
F1A5	35	ISCF	- 1,43	- 1,41	- 1,05	- 0,92	- 1,03	- 0,77	- 1,24	- 1,59	- 1,71	- 0,54	- 1,50	- 1,48	- 1,75	- 2,08	- 1,98	- 1,07	- 0,12	- 0,23	- 0,46	- 0,10	- 0,38	- 1,54
F1A6	37,4	ISCF	- 0,33	- 0,39	- 0,36	- 0,43	- 0,45	- 0,58	- 0,53	- 0,46	- 0,45	- 0,59	- 0,48	- 0,48	- 0,44	- 0,37	- 0,40	- 0,33	- 0,38	- 0,54	- 0,79	- 0,01	- 0,80	- 0,01
F1A7	41,85	ISCF	- 0,16	- 0,31	- 0,31	- 0,40	- 0,47	- 0,61	- 0,54	- 0,50	- 0,50	- 0,69	- 0,54	- 0,55	- 0,51	- 0,44	- 0,46	- 0,14	- 0,42	- 0,74	- 0,86	- 0,06	- 0,80	- 0,08
F1A8	49,4	ISCF	- 0,60	- 0,72	- 0,68	- 0,73	- 0,75	- 0,81	- 0,80	- 0,76	- 0,75	- 0,83	- 0,75	- 0,74	- 0,70	- 0,62	- 0,63	- 0,09	- 0,48	- 0,79	- 0,91	- 0,03	- 0,75	- 0,04
F1A9	56,8	ISCF	- 0,63	- 0,10	- 0,56	- 0,41	- 0,47	- 0,16	- 0,24	- 0,46	- 0,54	- 0,19	- 0,43	- 0,47	- 0,70	- 1,10	- 1,10	- 0,92	- 0,35	- 0,32	- 0,66	- 0,06	- 0,21	- 1,57
F1A10 (1)	64,15	ISCF	- 1,54	- 0,11	- 1,07	- 0,79	- 0,63	- 0,28	- 0,35	- 0,62	- 0,72	- 0,09	- 0,60	- 0,62	- 0,90	- 1,24	- 1,11	- 1,35	- 0,30	- 0,07	- 0,48	- 0,05	- 0,10	- 1,51
F1A10(2)	64,15	ISCF	- 1,65	- 0,15	- 1,17	- 0,87	- 0,71	- 0,32	- 0,43	- 0,69	- 0,78	- 0,05	- 0,66	- 0,69	- 0,92	- 1,33	- 1,21	- 1,41	- 0,24	- 0,06	- 0,47	- 0,00	- 0,11	- 1,59
F1A11	71,9	ISCF	- 0,31	- 0,41	- 0,56	- 0,38	- 0,44	- 0,16	- 0,26	- 0,53	- 0,58	- 0,00	- 0,46	- 0,49	- 0,71	- 1,09	- 1,04	- 1,21	- 0,12	- 0,11	- 0,05	- 0,22	- 2,50	- 1,75
F1A12	75,2	ISCF	- 0,23	- 0,41	- 0,19	- 0,25	- 0,20	- 0,21	- 0,23	- 0,11	- 0,05	- 0,19	- 0,09	- 0,02	- 0,13	- 0,49	- 0,52	- 0,49	- 0,08	- 0,31	- 0,47	- 0,02	- 0,28	- 2,64
F1A13	83,8	ISCF	- 0,03	- 0,32	- 0,04	- 0,12	- 0,14	- 0,16	- 0,16	- 0,05	- 0,01	- 0,17	- 0,03	- 0,02	- 0,16	- 0,38	- 0,41	- 1,11	- 0,00	- 0,37	- 0,42	- 0,12	- 1,47	- 2,15
F1A14	87	ISCF	- 0,28	- 0,08	- 0,01	- 0,16	- 0,24	- 0,22	- 0,25	- 0,15	- 0,13	- 0,24	- 0,15	- 0,16	- 0,04	- 0,15	- 0,18	- 0,22	- 0,04	- 0,06	- 0,39	- 0,05	- 1,20	- 2,24
F1A15	93	ISCF	- 0,20	- 0,47	- 0,27	- 0,34	- 0,30	- 0,34	- 0,32	- 0,24	- 0,17	- 0,26	- 0,23	- 0,20	- 0,08	- 0,15	- 0,15	- 0,38	- 0,06	- 0,04	- 0,42	- 0,09	- 1,13	- 1,36
F1A16	104,85	ISCF	- 0,78	- 0,36	- 0,29	- 0,14	- 0,02	- 0,18	- 0,05	- 0,19	- 0,27	- 0,12	- 0,31	- 0,35	- 0,49	- 0,67	- 0,67	- 0,45	- 0,12	- 0,20	- 0,50	- 0,31	- 6,02	- 1,99
F1A17	116,65	ISCF																			-			

			0,74	0,38	0,42	0,36	0,27	0,24	0,42	0,58	0,78	0,67	0,78	0,87	1,07	1,37	1,37	1,28	0,25	0,64	0,10	1,26	1,88	3,09
F1A18	125,5	ISCF	2,31	1,76	0,92	0,28	0,14	0,37	0,39	0,38	0,42	0,64	0,49	0,49	0,43	0,33	0,35	0,40	0,47	0,73	0,69	0,00	0,34	1,93
F1A19	131,35	ISCF	0,56	0,30	0,20	0,06	0,12	0,13	0,11	0,04	0,13	0,16	0,18	0,24	0,40	0,62	0,65	0,72	0,13	0,04	0,21	0,63	68,54	3,21
F1A20(1)	137,2	ISSC	0,31	0,45	0,46	0,49	0,55	0,56	0,51	0,46	0,42	0,39	0,40	0,36	0,27	0,11	0,11	0,79	0,07	0,24	0,24	0,24	96,54	1,48
F1A20(2)	137,2	ISSC	0,33	0,46	0,46	0,51	0,53	0,56	0,53	0,49	0,41	0,40	0,39	0,27	0,30	0,17	0,14	0,80	0,02	0,24	2,65	0,29	96,05	1,68
F1A21	141	ISSC	1,13	0,78	0,67	0,32	0,10	0,11	0,16	0,15	0,13	0,18	0,19	0,13	0,04	0,18	0,23	1,18	0,42	0,29	0,02	0,50	41,77	5,23
F1A22	143,35	ISSC	0,66	0,10	0,11	0,13	0,31	0,33	0,37	0,33	0,27	0,34	0,29	0,24	0,14	0,05	0,09	1,40	0,69	0,42	0,27	0,50	80,46	3,09
F1A23	146,55	ISC	1,64	1,10	1,05	0,76	0,43	0,31	0,33	0,39	0,40	0,29	0,36	0,35	0,46	0,60	0,54	1,97	0,17	0,36	0,15	0,78	47,21	4,91
F1A24	148,95	ISC	0,80	0,25	0,13	0,06	0,36	0,47	0,50	0,39	0,53	0,42	0,55	0,51	0,48	0,27	0,24	0,26	0,25	0,17	0,29	0,21	4,98	4,52
F1A25	149,75	ISC	102,27	71,43	83,27	79,48	80,41	85,32	93,41	103,63	111,49	117,33	114,16	120,31	135,01	158,73	157,37	64,79	57,25	85,52	32,22	48,95	127,35	258,76
F1A26	151,3	ISSC	0,03	0,27	0,18	0,21	0,28	0,24	0,16	0,12	0,04	0,03	0,03	0,00	0,04	0,15	0,16	1,21	0,06	0,00	0,60	0,21	50,88	2,11
F1A27	157	ISSC	30,87	20,26	24,16	23,37	22,44	22,68	24,84	27,47	28,43	30,48	29,53	31,07	33,78	38,15	37,61	75,62	26,71	37,83	11,09	26,73	676,66	97,35
F1A28	159	ISSC	0,26	0,38	0,44	0,52	0,56	0,56	0,57	0,52	0,48	0,44	0,47	0,35	0,32	0,13	0,10	1,11	0,25	0,02	0,54	0,09	63,47	3,16
F1A29	169	ISSC	0,05	0,15	0,22	0,30	0,29	0,27	0,28	0,21	0,17	0,07	0,16	0,14	0,06	0,53	0,23	3,07	0,31	0,02	0,21	0,56	65,26	3,72
F1A30(1)	172,86	ISSC	20,09	16,90	14,66	11,39	9,94	11,83	8,21	9,11	9,53	9,59	10,20	9,70	11,66	15,16	15,37	43,01	22,81	15,81	9,43	22,44	1.413,10	83,22
F1A30(2)	172,86	ISSC	19,68	16,57	14,14	11,21	10,52	12,07	9,09	10,12	10,38	9,95	10,53	10,78	26,44	16,20	17,02	50,25	28,83	19,53	12,56	22,99	1.545,33	100,09
F1A31	176,65	ISSC	1,49	0,99	0,89	0,46	0,23	0,11	0,04	0,01	0,01	0,14	0,06	0,01	0,07	0,40	0,36	2,09	0,48	0,11	0,23	0,58	49,61	6,32
F1A32	178,15	ISSC	1,03	0,89	0,55	0,36	0,17	0,10	0,03	0,14	0,14	0,08	0,15	0,19	0,38	0,66	0,63	1,93	0,38	0,03	0,40	0,43	112,32	4,09
F1A33	184,2	ISSC	2,00	1,39	0,95	0,49	0,13	0,01	0,07	0,01	0,00	0,20	0,05	0,01	0,11	0,34	0,32	0,72	0,06	0,46	0,71	0,03	5,97	5,08
F1A34	190,8	ISSC	1,41	0,91	0,65	0,47	0,16	0,13	0,10	0,10	0,13	0,24	0,20	0,21	0,10	0,09	0,06	0,72	0,46	0,08	0,41	0,14	38,28	5,54

F1A35(1)	208,25	ISSC	- 0,72	- 0,51	- 0,73	- 0,74	- 0,75	- 0,77	- 0,76	- 0,71	- 0,68	- 0,75	- 0,69	- 0,68	- 0,61	- 0,54	- 0,56	- 0,13	- 0,26	- 0,71	- 0,71	- 0,23	93,95	- 0,18
F1A35(2)	208,25	ISSC	- 0,70	- 0,49	- 0,71	- 0,73	- 0,72	- 0,75	- 0,74	- 0,69	- 0,66	- 0,73	- 0,67	- 0,66	- 0,61	- 0,53	- 0,53	- 0,06	- 0,22	- 0,70	- 0,68	- 0,19	99,87	- 0,14
F1A36	214,45	ISSC	- 0,05	- 0,16	- 0,25	- 0,33	- 0,40	- 0,37	- 0,41	- 0,31	- 0,24	- 0,44	- 0,23	- 0,20	- 0,05	- 0,14	- 0,12	- 0,33	- 0,16	- 0,59	- 0,62	- 0,08	117,51	- 0,32
F1A37	220	ISSC	- 0,05	- 0,15	- 0,28	- 0,33	- 0,34	- 0,31	- 0,39	- 0,30	- 0,27	- 0,46	- 0,32	- 0,30	- 0,21	- 0,09	- 0,13	- 0,08	- 0,25	- 0,54	- 0,66	- 0,20	6,86	- 0,88
F1A38	228,1	ISSC	- 0,38	- 0,25	- 0,09	- 0,01	- 0,08	- 0,06	- 0,23	- 0,11	- 0,10	- 0,33	- 0,17	- 0,12	- 0,01	- 0,20	- 0,13	- 0,14	- 0,19	- 0,33	- 0,62	- 0,13	4,64	- 1,71
F1A39	239,4	ISCF	- 0,01	- 0,01	- 0,23	- 0,32	- 0,37	- 0,33	- 0,44	- 0,35	- 4,31	- 0,94	- 0,35	- 0,32	- 0,18	- 0,00	- 0,05	- 0,15	- 0,09	- 0,48	- 0,60	- 0,04	0,25	- 0,05
F1A40	244	ISCF	101,50	86,33	89,40	90,35	91,62	97,42	86,27	93,76	97,41	75,93	89,47	92,38	103,94	125,15	123,43	89,93	41,40	82,38	32,83	76,86	123,14	236,68
F1A41	259,3	ISCF	- 0,70	- 0,39	- 0,32	- 0,21	- 0,17	- 0,07	- 0,07	- 0,23	- 0,22	- 0,21	- 0,12	- 0,15	- 0,30	- 0,53	- 0,44	- 0,05	- 0,09	- 0,18	- 0,60	- 0,03	0,80	- 0,64
F1A42	277	ISSC	- 1,30	- 1,00	- 1,39	- 1,38	- 1,51	- 1,73	- 1,28	- 1,66	- 1,71	- 0,75	- 1,46	- 1,45	- 1,73	- 2,11	- 1,89	- 1,02	- 0,46	- 0,77	- 0,47	- 0,64	1,21	- 2,20
F1A43	294,15	ISCF	- 0,71	- 0,56	- 0,11	- 0,11	- 0,22	- 0,27	- 0,33	- 0,25	- 0,23	- 0,47	- 0,26	- 0,25	- 0,14	- 0,00	- 0,04	- 0,74	- 0,30	- 0,51	- 0,64	- 0,13	0,55	- 0,20

Amostra	Prof.(m)	Litologia	Zr	Nb	In	Cs	Ba	Hf	Bi	Th	U	SiO ₂	Al ₂ O ₃	MnO	Fe	Fe Total	Fe II	Fe III	Fe ₂ O ₃	FeO
F1A1	3,5	CG	- 0,84	- 0,00	- 0,89	- 0,99	- 0,90	- 0,81	- 0,14	- 0,77	- 0,96	- 1,00	- 0,93	- 0,97	- 0,99	- 0,99	- 0,98	- 0,99	- 0,99	- 0,98
F1A2	15	IGF	- 0,01	- 2,65	- 0,21	- 0,61	- 1,02	- 0,13	- 1,20	- 0,64	- 0,23	- 0,99	- 2,64	- 0,15	- 0,53	- 0,52	- 0,69	- 0,52	- 0,52	- 0,69
F1A3	19,25	IGF	- 0,01	- 2,82	- 0,36	- 0,67	- 2,39	- 0,19	- 1,52	- 1,39	- 0,31	- 0,98	- 3,53	- 1,19	- 0,42	- 0,40	- 0,53	- 0,40	- 0,40	- 0,52
F1A4	30,45	ISCF	- 0,00	- 2,96	- 0,23	- 0,29	- 2,56	- 0,04	- 2,06	- 1,03	- 0,27	- 0,71	- 0,30	- 0,16	- 0,09	- 0,14	- 2,18	- 0,13	- 0,13	- 2,15
F1A5	35	ISCF	- 0,02	- 3,03	- 0,59	- 0,44	- 5,23	- 0,25	- 1,48	- 0,71	- 0,34	- 0,55	- 1,88	- 0,79	- 0,71	- 0,72	- 6,26	- 0,71	- 0,71	- 6,17
F1A6	37,4	ISCF	- 0,02	- 2,39	- 0,14	- 0,54	- 2,20	- 0,22	- 1,51	- 1,22	- 0,36	- 0,95	- 0,19	- 0,89	- 0,34	- 0,31	- 0,26	- 0,31	- 0,31	- 0,24
F1A7	41,85	ISCF	- 0,02	- 2,83	- 0,17	- 0,74	- 1,51	- 0,24	- 1,71	- 1,50	- 0,39	- 0,94	- 0,11	- 0,07	- 0,46	- 0,44	- 0,04	- 0,44	- 0,44	- 0,03
F1A8	49,4	ISCF	- 0,01	- 2,74	- 0,31	- 0,38	- 0,19	- 0,22	- 1,76	- 1,49	- 0,58	- 0,99	- 0,34	- 0,16	- 0,40	- 0,38	- 0,18	- 0,39	- 0,39	- 0,16
F1A9	56,8	ISCF	- 0,00	- 3,32	- 0,21	- 0,77	- 3,85	- 0,01	- 1,85	- 0,86	- 0,03	- 0,50	- 1,04	- 3,13	- 1,08	- 1,11	- 1,74	- 1,10	- 1,10	- 1,68
F1A10 (1)	64,15	ISCF	- 0,00	- 2,88	- 0,15	- 0,45	- 12,60	- 0,00	- 1,26	- 0,29	- 0,01	- 0,73	- 4,54	- 5,01	- 0,87	- 0,96	- 4,80	- 0,95	- 0,95	- 4,71
F1A10(2)	64,15	ISCF	- 0,01	- 2,99	- 0,25	- 0,44	- 13,44	- 0,10	- 2,20	- 0,38	- 0,04	- 0,72	- 4,82	- 5,31	- 0,97	- 1,06	- 5,10	- 1,05	- 1,05	- 5,00
F1A11	71,9	ISCF	- 0,02	- 3,25	- 0,19	- 2,65	- 9,85	- 0,26	- 1,11	- 0,37	- 0,03	- 0,63	- 0,44	- 5,57	- 1,82	- 1,92	- 5,04	- 1,91	- 1,91	- 4,90
F1A12	75,2	ISCF	- 0,04	- 3,59	- 0,07	- 0,83	- 3,99	- 0,52	- 2,01	- 0,11	- 0,49	- 0,39	- 0,41	- 8,78	- 2,76	- 2,86	- 2,87	- 2,86	- 2,86	- 2,78
F1A13	83,8	ISCF	- 0,03	- 2,27	- 0,01	- 3,39	- 3,72	- 0,37	- 3,20	- 0,10	- 0,34	- 1,50	- 0,14	- 1,73	- 2,26	- 2,55	- 15,57	- 2,51	- 2,51	- 15,24
F1A14	87	ISCF	- 0,03	- 1,30	- 0,14	- 0,94	- 1,93	- 0,41	- 1,36	- 0,08	- 0,50	- 0,81	- 0,06	- 0,54	- 2,08	- 2,17	- 9,44	- 2,15	- 2,15	- 9,24
F1A15	93	ISCF	- 0,02	- 1,67	- 0,20	- 2,34	- 3,86	- 0,29	- 3,76	- 0,14	- 0,44	- 0,73	- 0,05	- 0,61	- 2,44	- 2,48	- 9,96	- 2,45	- 2,45	- 9,76
F1A16	104,85	ISCF	- 0,00	- 2,77	- 0,17	- 4,54	- 3,57	- 0,00	- 0,27	- 0,57	- 0,45	- 0,30	- 6,98	- 8,16	- 1,07	- 1,11	- 1,08	- 1,11	- 1,11	- 1,03
F1A17	116,65	ISCF	- 0,02	- 1,91	- 0,06	- 4,80	- 8,67	- 0,27	- 3,40	- 0,98	- 0,19	- 1,30	- 0,69	- 18,37	- 3,03	- 3,01	- 3,64	- 3,01	- 3,01	- 3,48

F1A18	125,5	ISCF	- 0,01	2,17	- 0,11	0,52	1,90	0,08	2,62	0,44	- 0,55	- 0,80	0,66	- 0,56	- 0,53	- 0,52	0,40	- 0,52	- 0,52	0,37
F1A19	131,35	ISCF	- 0,00	1,56	0,56	41,47	7,40	0,00	2,24	0,27	- 0,19	1,95	0,22	6,02	3,00	3,10	4,94	3,09	3,09	4,78
F1A20(1)	137,2	ISSC	- 0,01	2,40	2,01	59,66	10,88	0,09	1,65	0,48	- 0,32	1,55	- 0,15	3,43	1,48	1,54	6,01	1,52	1,52	5,96
F1A20(2)	137,2	ISSC	- 0,00	2,16	2,25	59,87	10,60	0,03	0,87	0,59	- 0,33	1,52	- 0,16	3,38	1,45	1,51	5,93	1,49	1,49	5,87
F1A21	141	ISSC	- 0,01	6,34	1,10	28,69	22,08	- 0,19	2,27	0,62	- 0,23	3,92	0,02	3,73	3,92	3,94	7,73	3,93	3,93	7,63
F1A22	143,35	ISSC	- 0,00	2,67	2,03	60,65	14,61	0,02	1,36	0,81	- 0,34	2,43	0,73	3,09	2,52	2,61	14,22	2,57	2,57	14,05
F1A23	146,55	ISC	- 0,01	0,46	0,40	38,87	22,23	- 0,19	1,26	0,75	- 0,07	3,21	- 0,38	0,26	3,38	3,46	10,60	3,44	3,44	10,34
F1A24	148,95	ISC	- 0,03	2,00	0,04	12,67	17,65	- 0,47	2,23	0,44	- 0,45	4,43	- 0,83	5,06	3,37	3,45	7,97	3,44	3,44	7,78
F1A25	149,75	ISC	17,51	92,67	37,99	561,61	885,64	12,78	133,95	55,00	46,69	144,09	35,36	209,53	200,16	204,31	255,41	204,14	204,15	246,68
F1A26	151,3	ISSC	- 0,01	1,27	0,06	45,51	15,73	- 0,11	1,38	0,27	- 0,14	1,63	- 0,33	1,25	2,17	2,26	4,42	2,25	2,25	4,30
F1A27	157	ISSC	12,72	27,92	34,27	631,18	498,58	13,74	60,05	26,92	24,73	76,39	12,16	54,56	83,80	84,77	121,10	84,65	84,65	120,38
F1A28	159	ISSC	- 0,01	4,21	0,21	45,44	17,94	- 0,17	1,18	0,51	- 0,06	2,89	- 0,03	0,29	2,47	2,53	4,98	2,52	2,52	4,82
F1A29	169	ISSC	- 0,00	4,43	0,33	52,15	16,92	- 0,00	1,76	1,00	- 0,11	2,75	1,58	4,97	3,41	3,39	6,05	3,38	3,38	6,03
F1A30(1)	172,86	ISSC	11,92	86,13	53,77	1.118,48	432,75	13,59	31,50	32,72	14,63	73,77	29,29	27,17	70,28	71,74	129,01	71,54	71,55	127,42
F1A30(2)	172,86	ISSC	13,24	138,93	24,84	1.183,18	462,98	13,40	28,82	35,61	16,01	81,31	32,34	30,01	77,46	79,07	142,11	78,86	78,86	140,36
F1A31	176,65	ISSC	- 0,01	7,73	0,12	53,73	23,78	- 0,14	5,57	1,31	- 0,21	4,63	0,51	1,01	4,13	4,22	6,73	4,21	4,21	6,68
F1A32	178,15	ISSC	- 0,00	4,98	0,43	80,72	13,86	- 0,01	1,65	0,54	- 0,15	3,29	1,98	1,15	3,55	3,53	5,95	3,52	3,52	5,83
F1A33	184,2	ISSC	- 0,00	1,51	0,07	6,75	4,48	- 0,05	0,13	0,28	- 0,61	1,09	0,61	2,15	1,19	1,24	3,20	1,23	1,23	3,08
F1A34	190,8	ISSC	- 0,01	2,11	0,18	44,60	24,44	- 0,17	1,86	0,49	- 0,03	5,67	- 0,81	2,19	3,72	3,95	16,97	3,90	3,90	16,81
F1A35(1)	208,25	ISSC	- 0,01	0,78	- 0,18	63,02	0,82	- 0,10	0,20	0,51	- 0,56	- 0,22	- 0,09	- 0,34	- 0,11	- 0,11	- 1,53	- 0,12	- 0,12	- 1,51
F1A35(2)	208,25	ISSC	-		-						-	-		-	-	-		-	-	

			0,01	0,64	0,14	67,64	0,88	0,16	0,46	0,58	0,53	0,18	0,14	0,31	0,07	0,07	1,66	0,07	0,07	1,64
F1A36	214,45	ISSC	- 0,00	0,59	- 0,09	67,03	3,30	0,03	- 0,10	0,64	- 0,50	0,01	0,37	- 0,65	0,28	0,32	1,78	0,32	0,32	1,75
F1A37	220	ISSC	0,02	0,30	0,19	8,11	3,22	- 0,23	0,37	0,10	- 0,43	0,97	- 0,05	- 0,64	0,72	0,78	1,88	0,77	0,77	1,84
F1A38	228,1	ISSC	0,02	1,13	- 0,16	11,21	6,27	- 0,25	0,35	0,05	- 0,20	1,58	0,08	0,00	2,59	1,62	1,90	1,62	1,62	1,81
F1A39	239,4	ISCF	- 0,00	0,63	0,53	0,42	0,93	- 0,01	0,56	0,38	- 0,26	- 0,02	0,45	0,05	- 0,31	- 0,29	0,37	- 0,29	- 0,29	0,33
F1A40	244	ISCF	16,97	46,97	40,93	493,47	632,08	13,82	71,57	16,82	64,87	159,59	30,77	112,21	219,11	223,80	216,71	223,82	223,82	209,88
F1A41	259,3	ISCF	0,01	0,82	0,16	3,60	3,23	- 0,14	0,92	0,72	- 0,26	1,07	0,16	1,29	1,04	1,21	1,89	1,20	1,20	1,82
F1A42	277	ISSC	0,01	0,35	0,84	1,09	2,35	- 0,15	3,88	0,42	1,32	2,08	1,31	2,03	1,55	1,59	2,82	1,58	1,58	2,73
F1A43	294,15	ISCF	0,01	2,28	1,24	0,98	0,53	- 0,08	0,25	0,40	- 0,00	- 0,25	- 0,16	- 0,09	- 0,42	- 0,41	- 0,15	- 0,41	- 0,41	- 0,16

Tabela FDMQ Ho, Tm e Lu – Tabela contendo os valores do balanço de massa realizado nas amostras do furo FDMQ0177 utilizando a isócona do Ho, Tm e Lu

Amostra	Prof.(m)	Litologia	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Y	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	Sc	Cr	Ni	Cu	Ga	Rb	Sr
F1A1	3,5	CG	1,84	1,54	1,10	0,64	0,23	-0,27	-0,18	-0,06	-0,01	-0,46	-0,10	-0,05	0,12	0,37	0,32	8,30	21,20	-0,14	-0,03	37,11	-0,28	12,01
F1A2	15	IGF	1,21	0,61	0,60	0,29	0,07	-0,24	-0,10	-0,03	-0,03	-0,39	-0,09	-0,05	0,07	0,30	0,32	14,90	0,89	0,11	-0,48	1,99	0,36	2,36
F1A3	19,25	IGF	0,90	0,30	0,19	-0,08	-0,16	-0,30	-0,23	-0,12	-0,05	-0,37	-0,11	-0,06	0,09	0,39	0,39	11,81	1,33	-0,02	-0,30	2,89	1,56	2,69
F1A4	30,45	ISCF	0,46	0,01	0,17	0,04	0,05	-0,18	-0,07	0,08	0,08	-0,34	-0,03	-0,06	0,04	0,18	0,10	0,33	-0,42	-0,35	-0,75	-0,19	-0,23	0,31
F1A5	35	ISCF	-0,07	-0,08	-0,22	-0,27	-0,22	-0,32	-0,14	-0,01	0,04	-0,41	-0,04	-0,05	0,05	0,18	0,14	-0,21	-0,66	-0,53	-0,79	-0,58	-0,47	-0,03
F1A6	37,4	ISCF	0,25	0,13	0,18	0,05	0,02	-0,22	-0,13	0,00	0,03	-0,25	-0,03	-0,03	0,04	0,18	0,11	1,47	0,16	-0,15	-0,61	0,87	-0,64	0,83
F1A7	41,85	ISCF	0,74	0,45	0,45	0,25	0,11	-0,19	-0,03	0,05	0,04	-0,36	-0,03	-0,05	0,02	0,17	0,12	1,37	0,21	-0,46	-0,70	1,20	-0,58	1,26
F1A8	49,4	ISCF	0,48	0,04	0,18	-0,01	-0,09	-0,29	-0,26	-0,13	-0,07	-0,38	-0,10	-0,04	0,11	0,39	0,36	2,98	0,91	-0,22	-0,68	2,74	-0,07	2,81
F1A9	56,8	ISCF	0,03	-0,43	-0,01	-0,10	-0,07	-0,26	-0,22	-0,07	-0,02	-0,49	-0,09	-0,07	0,08	0,33	0,33	0,22	-0,59	-0,57	-0,78	-0,33	-0,50	0,63
F1A10 (1)	64,15	ISCF	0,48	-0,36	0,20	0,04	-0,06	-0,26	-0,21	-0,06	0,00	-0,47	-0,07	-0,06	0,10	0,30	0,22	0,36	-0,60	-0,46	-0,70	-0,45	-0,48	0,46
F1A10(2)	64,15	ISCF	0,49	-0,35	0,22	0,05	-0,04	-0,26	-0,20	-0,05	0,00	-0,47	-0,07	-0,05	0,07	0,30	0,24	0,35	-0,58	-0,47	-0,70	-0,44	-0,50	0,45
F1A11	71,9	ISCF	-0,17	-0,63	-0,02	-0,13	-0,09	-0,27	-0,21	-0,04	0,00	-0,37	-0,08	-0,06	0,08	0,32	0,29	0,39	-0,45	-0,30	-0,40	-0,23	1,21	0,73
F1A12	75,2	ISCF	-0,26	-0,43	-0,22	-0,28	-0,23	-0,24	-0,25	-0,14	-0,09	-0,22	-0,12	-0,05	0,09	0,44	0,47	0,44	-0,12	0,26	-0,49	-0,02	0,24	2,51
F1A13	83,8	ISCF	-0,03	-0,36	-0,10	-0,18	-0,20	-0,22	-0,22	-0,11	-0,08	-0,22	-0,09	-0,08	0,08	0,29	0,32	0,98	-0,06	0,28	-0,46	0,05	1,31	1,95
F1A14	87	ISCF	0,39	0,00	0,08	-0,09	-0,17	-0,16	-0,18	-0,08	-0,06	-0,17	-0,07	-0,08	0,05	0,25	0,28	0,32	0,13	0,02	-0,34	0,14	1,40	2,52
F1A15	93	ISCF	-0,06	-0,38	-0,14	-0,22	-0,18	-0,23	-0,20	-0,10	-0,02	-0,13	-0,10	-0,05	0,09	0,36	0,35	0,62	0,11	0,13	-0,32	0,29	1,52	1,78
F1A16	104,85	ISCF	0,28	-0,02	-0,07	-0,18	-0,30	-0,41	-0,24	-0,15	-0,08	-0,19	-0,06	-0,03	0,07	0,20	0,20	0,04	-0,36	-0,42	-0,64	-0,06	4,05	1,15

F1A17	116,65	ISCF	-0,09	-0,28	-0,26	-0,29	-0,34	-0,35	-0,26	-0,18	-0,07	-0,13	-0,07	-0,02	0,08	0,24	0,24	0,19	-0,35	-0,14	-0,53	0,18	0,50	1,14
F1A18	125,5	ISCF	5,07	4,07	2,53	1,35	0,58	0,15	0,11	0,13	0,07	-0,34	-0,05	-0,06	0,05	0,24	0,19	1,58	-0,02	-0,50	-0,43	0,84	1,47	4,39
F1A19	131,35	ISCF	0,21	0,01	-0,06	-0,17	-0,31	-0,32	-0,30	-0,19	-0,12	-0,10	-0,08	-0,04	0,09	0,26	0,28	0,34	-0,12	-0,19	-0,39	0,27	53,14	2,28
F1A20(1)	137,2	ISSC	0,04	-0,18	-0,19	-0,24	-0,32	-0,33	-0,26	-0,19	-0,12	-0,09	-0,10	-0,04	0,10	0,34	0,34	1,69	0,62	0,14	0,14	0,86	145,58	2,72
F1A20(2)	137,2	ISSC	0,02	-0,19	-0,18	-0,26	-0,29	-0,33	-0,29	-0,23	-0,11	-0,10	-0,08	0,10	0,05	0,26	0,29	1,72	0,54	0,88	4,50	0,95	145,49	3,05
F1A21	141	ISSC	1,37	0,98	0,86	0,47	0,22	0,00	-0,06	-0,06	-0,03	-0,09	-0,10	-0,03	0,06	0,32	0,37	1,43	0,58	0,43	0,10	0,67	46,58	5,93
F1A22	143,35	ISSC	1,10	0,39	0,41	0,10	-0,13	-0,15	-0,21	-0,15	-0,08	-0,16	-0,10	-0,04	0,09	0,33	0,38	2,04	1,14	0,79	-0,08	0,90	102,05	4,18
F1A23	146,55	ISC	0,88	0,50	0,46	0,25	0,02	-0,07	-0,05	-0,01	-0,01	-0,08	-0,03	-0,04	0,04	0,14	0,10	1,11	-0,17	-0,04	-0,40	0,27	33,30	3,21
F1A24	148,95	ISC	2,52	1,43	1,22	0,84	0,26	0,04	-0,03	0,18	-0,09	0,12	-0,11	-0,04	0,02	0,42	0,48	1,46	1,43	1,29	0,39	1,37	10,67	9,79
F1A25	149,75	ISC	-0,17	-0,42	-0,33	-0,36	-0,35	-0,31	-0,24	-0,16	-0,10	-0,05	-0,08	-0,03	0,09	0,28	0,27	-0,47	-0,53	-0,31	-0,73	-0,60	0,03	1,08
F1A26	151,3	ISSC	0,02	-0,28	-0,19	-0,22	-0,28	-0,24	-0,17	-0,12	-0,05	0,02	-0,04	-0,01	0,04	0,14	0,15	1,20	-0,06	0,00	-0,60	0,20	50,44	2,09
F1A27	157	ISSC	-0,18	-0,45	-0,35	-0,37	-0,40	-0,39	-0,33	-0,27	-0,24	-0,19	-0,21	-0,17	-0,10	0,01	0,00	0,98	-0,29	0,00	-0,69	-0,28	16,48	1,54
F1A28	159	ISSC	0,21	0,02	-0,09	-0,21	-0,29	-0,28	-0,30	-0,22	-0,14	-0,08	-0,13	0,06	0,10	0,42	0,47	2,44	1,05	0,61	-0,25	0,78	104,31	5,79
F1A29	169	ISSC	0,04	-0,07	-0,14	-0,23	-0,23	-0,21	-0,21	-0,14	-0,09	0,02	-0,08	-0,05	0,03	0,68	0,34	3,46	0,43	0,11	-0,13	0,71	71,52	4,16
F1A30(1)	172,86	ISSC	0,73	0,47	0,28	0,01	-0,10	0,05	-0,25	-0,17	-0,14	-0,13	-0,08	-0,12	0,04	0,32	0,34	2,60	0,95	0,38	-0,15	0,92	114,74	5,89
F1A30(2)	172,86	ISSC	0,39	0,18	0,02	-0,18	-0,22	-0,12	-0,32	-0,25	-0,23	-0,26	-0,22	-0,21	0,85	0,16	0,21	2,45	1,01	0,38	-0,09	0,61	103,06	5,80
F1A31	176,65	ISSC	1,43	0,95	0,84	0,42	0,20	0,08	-0,07	-0,01	-0,03	-0,16	-0,08	-0,01	0,05	0,37	0,32	2,01	0,45	0,09	-0,25	0,54	48,40	6,14
F1A32	178,15	ISSC	0,61	0,50	0,24	0,09	-0,07	-0,13	-0,18	-0,09	-0,09	-0,14	-0,09	-0,06	0,10	0,32	0,30	1,34	0,10	-0,18	-0,52	0,14	89,23	3,05
F1A33	184,2	ISSC	1,91	1,31	0,89	0,45	0,09	-0,04	-0,10	-0,04	-0,03	-0,22	-0,08	-0,04	0,07	0,30	0,27	0,67	-0,09	-0,48	-0,72	-0,01	5,75	4,88
F1A34	190,8	ISSC	1,81	1,23	0,93	0,72	0,35	0,31	0,06	0,06	0,01	-0,11	-0,06	-0,07	0,04	0,27	0,24	1,01	0,70	0,26	-0,32	0,33	44,82	6,63

F1A35(1)	208,25	ISSC	-0,18	0,42	-0,21	-0,25	-0,27	- 0,32	-0,29	- 0,16	-0,06	-0,26	- 0,09	-0,05	0,13	0,34	0,27	1,54	1,17	-0,15	-0,15	1,25	276,49	1,38
F1A35(2)	208,25	ISSC	-0,16	0,41	-0,19	-0,25	-0,23	- 0,32	-0,27	- 0,13	-0,05	-0,26	- 0,08	-0,05	0,09	0,31	0,29	1,59	1,16	-0,18	-0,10	1,23	277,79	1,38
F1A36	214,45	ISSC	0,24	0,37	-0,11	-0,21	-0,30	- 0,26	-0,31	- 0,19	-0,10	-0,34	- 0,10	-0,06	0,12	0,35	0,32	0,56	-0,01	-0,52	-0,55	0,27	138,56	0,55
F1A37	220	ISSC	0,30	0,17	0,00	-0,07	-0,10	- 0,06	-0,16	- 0,04	0,00	-0,26	- 0,06	-0,04	0,09	0,25	0,19	0,49	0,03	-0,37	-0,53	0,09	9,80	1,58
F1A38	228,1	ISSC	0,54	0,39	0,22	0,12	0,03	0,04	-0,14	- 0,01	0,00	-0,26	- 0,08	-0,03	0,10	0,33	0,25	0,27	-0,10	-0,26	-0,58	-0,03	5,27	2,02
F1A39	239,4	ISCF	0,37	0,41	0,07	-0,05	-0,12	- 0,07	-0,22	- 0,09	6,39	-0,91	- 0,10	-0,05	0,14	0,40	0,32	0,60	0,27	-0,28	-0,44	0,33	0,74	0,33
F1A40	244	ISCF	0,05	-0,11	-0,08	-0,07	-0,05	0,01	-0,11	- 0,03	0,01	-0,21	- 0,08	-0,05	0,07	0,29	0,27	-0,07	-0,57	-0,15	-0,65	-0,20	0,27	1,43
F1A41	259,3	ISCF	0,42	0,16	0,11	0,01	-0,02	- 0,11	-0,10	0,03	0,02	-0,34	- 0,06	-0,04	0,09	0,28	0,21	-0,21	-0,24	-0,31	-0,67	-0,19	0,51	0,38
F1A42	277	ISSC	-0,10	-0,22	-0,07	-0,07	-0,02	0,06	-0,11	0,04	0,05	-0,32	- 0,04	-0,05	0,06	0,21	0,13	-0,21	-0,43	-0,31	-0,43	-0,36	-0,14	0,25
F1A43	294,15	ISCF	1,16	0,97	0,40	0,13	-0,02	- 0,08	-0,15	- 0,05	-0,02	-0,33	- 0,07	-0,05	0,09	0,27	0,21	1,21	-0,12	-0,38	-0,55	0,10	0,97	0,52

Amostra	Prof.(m)	Litologia	Zr	Nb	In	Cs	Ba	Hf	Bi	Th	U	SiO ₂	Al ₂ O ₃	MnO	Fe	Fe Total	Fe II	Fe III	Fe ₂ O ₃	FeO
F1A1	3,5	CG	23,64	155,39	16,69	-0,19	15,43	29,47	134,67	35,85	4,90	- 0,94	9,25	3,48	0,79	0,91	2,64	0,90	0,90	2,59
F1A2	15	IGF	2,34	11,33	1,67	0,30	5,80	2,83	6,41	4,53	1,60	- 0,96	11,27	2,87	0,58	0,63	0,05	0,63	0,63	0,05
F1A3	19,25	IGF	3,01	14,51	1,61	0,35	12,76	3,84	9,23	8,72	1,79	- 0,93	17,41	7,92	1,34	1,43	0,93	1,43	1,43	0,93
F1A4	30,45	ISCF	-0,11	2,52	-0,32	0,15	2,16	-0,07	1,72	0,81	- 0,35	- 0,74	0,16	-0,25	- 0,03	0,01	1,82	0,01	0,01	1,80
F1A5	35	ISCF	-0,62	0,54	-0,39	-0,45	1,38	-0,52	-0,05	-0,35	- 0,49	- 0,83	0,10	-0,31	- 0,35	-0,34	1,78	- 0,35	-0,35	1,74
F1A6	37,4	ISCF	0,83	5,28	0,59	-0,15	4,93	1,27	3,66	3,12	0,18	- 0,92	1,20	2,51	0,23	0,28	1,33	0,28	0,28	1,30
F1A7	41,85	ISCF	1,05	6,99	0,73	-0,46	4,24	1,59	4,66	4,23	0,27	- 0,87	0,86	1,23	0,12	0,16	1,17	0,16	0,16	1,14
F1A8	49,4	ISCF	2,60	12,65	1,52	1,26	3,35	3,44	9,06	8,07	0,55	- 0,95	1,42	2,07	1,20	1,25	3,31	1,24	1,24	3,24
F1A9	56,8	ISCF	-0,37	1,74	-0,50	0,12	2,08	-0,36	0,81	0,18	- 0,39	- 0,68	0,30	1,62	0,32	0,34	0,74	0,34	0,34	0,70
F1A10 (1)	64,15	ISCF	-0,42	1,25	-0,51	-0,16	6,89	-0,42	0,31	-0,25	- 0,42	- 0,84	2,21	2,48	0,08	0,14	2,36	0,13	0,13	2,31
F1A10(2)	64,15	ISCF	-0,44	1,24	-0,58	-0,19	7,10	-0,38	0,80	-0,22	- 0,42	- 0,84	2,26	2,54	0,10	0,16	2,42	0,15	0,15	2,37
F1A11	71,9	ISCF	-0,36	1,68	-0,49	1,30	5,83	-0,53	0,33	-0,14	- 0,39	- 0,77	-0,09	3,14	0,77	0,84	2,80	0,83	0,83	2,72
F1A12	75,2	ISCF	0,00	3,42	-0,10	0,76	3,81	-0,54	1,90	-0,14	- 0,51	0,34	-0,43	8,42	2,62	2,72	2,73	2,72	2,72	2,64
F1A13	83,8	ISCF	-0,04	2,06	-0,05	3,11	3,42	-0,41	2,93	0,03	- 0,38	1,34	0,07	1,56	2,05	2,33	14,51	2,28	2,28	14,20
F1A14	87	ISCF	0,12	1,50	0,24	1,11	2,19	-0,36	1,57	0,00	- 0,46	0,97	0,02	0,67	2,35	2,45	10,34	2,42	2,42	10,13
F1A15	93	ISCF	0,20	2,14	0,41	2,94	4,74	-0,16	4,61	0,34	- 0,34	1,04	0,13	0,90	3,05	3,10	11,93	3,07	3,07	11,68
F1A16	104,85	ISCF	-0,28	1,71	-0,16	2,99	2,29	-0,28	-0,09	0,13	- 0,60	- 0,50	4,74	5,59	0,49	0,52	0,50	0,52	0,52	0,46
F1A17	116,65	ISCF	-0,47	0,52	-0,45	2,03	4,05	-0,62	1,29	0,03	- 0,38	0,20	-0,12	9,11	1,10	1,09	1,42	1,09	1,09	1,34

F1A18	125,5	ISCF	0,83	4,82	0,64	1,80	4,33	0,99	5,66	1,65	- 0,17	- 0,63	2,05	-0,19	- 0,13	-0,11	1,58	- 0,12	-0,12	1,53
F1A19	131,35	ISCF	-0,22	0,99	0,21	32,06	5,54	-0,22	1,52	-0,01	- 0,37	1,30	-0,05	4,46	2,12	2,19	3,62	2,19	2,19	3,50
F1A20(1)	137,2	ISSC	0,49	4,11	3,53	90,15	16,86	0,64	2,99	1,23	0,02	2,84	0,28	5,66	2,72	2,81	9,54	2,79	2,79	9,45
F1A20(2)	137,2	ISSC	0,51	3,77	3,90	90,88	16,50	0,55	1,83	1,41	0,01	2,81	0,27	5,62	2,69	2,78	9,46	2,76	2,76	9,38
F1A21	141	ISSC	0,13	7,16	1,34	32,03	24,68	-0,10	2,64	0,80	- 0,15	4,47	0,13	4,26	4,47	4,50	8,72	4,49	4,49	8,60
F1A22	143,35	ISSC	0,26	3,65	2,84	76,98	18,75	0,29	1,99	1,29	- 0,17	3,34	1,19	4,18	3,46	3,56	18,26	3,51	3,51	18,04
F1A23	146,55	ISC	-0,28	0,04	-0,01	27,37	15,53	-0,43	0,60	0,24	- 0,24	1,99	-0,02	-0,11	2,11	2,17	7,25	2,16	2,16	7,07
F1A24	148,95	ISC	1,02	4,87	1,02	25,69	35,41	0,04	5,31	1,82	0,07	9,59	-0,67	10,84	7,53	7,69	16,51	7,66	7,66	16,14
F1A25	149,75	ISC	-0,85	-0,25	-0,69	3,50	6,09	-0,89	0,08	-0,55	- 0,62	0,16	-0,71	0,68	0,61	0,64	1,05	0,64	0,64	0,98
F1A26	151,3	ISSC	0,00	1,25	-0,07	45,12	15,59	-0,12	1,36	0,26	- 0,14	1,61	-0,33	1,23	2,14	2,23	4,37	2,22	2,22	4,26
F1A27	157	ISSC	-0,65	-0,25	-0,09	15,31	11,89	-0,62	0,58	-0,28	- 0,34	1,00	-0,66	0,43	1,19	1,21	2,15	1,21	1,21	2,13
F1A28	159	ISSC	0,65	7,51	0,28	74,85	29,94	0,36	2,55	1,46	0,73	5,36	0,69	0,15	4,67	4,76	8,77	4,75	4,75	8,51
F1A29	169	ISSC	0,09	4,95	0,45	57,17	18,62	0,09	2,02	1,19	0,22	3,11	1,82	5,54	3,83	3,80	6,71	3,79	3,79	6,69
F1A30(1)	172,86	ISSC	0,06	6,13	3,48	90,62	34,50	0,19	1,66	1,76	0,28	5,12	1,48	1,31	4,83	4,95	9,64	4,94	4,94	9,51
F1A30(2)	172,86	ISSC	-0,04	8,42	0,74	78,69	30,22	-0,03	1,01	1,46	0,14	4,54	1,24	1,09	4,28	4,39	8,63	4,37	4,37	8,51
F1A31	176,65	ISSC	-0,02	7,52	0,09	52,41	23,18	-0,16	5,41	1,25	- 0,23	4,50	0,47	0,96	4,01	4,10	6,54	4,09	4,09	6,50
F1A32	178,15	ISSC	-0,20	3,76	0,14	64,07	10,83	-0,19	1,11	0,23	- 0,33	2,42	1,37	0,71	2,62	2,60	4,53	2,60	2,60	4,44
F1A33	184,2	ISSC	-0,03	1,43	-0,10	6,50	4,31	-0,08	0,09	0,24	- 0,62	1,02	0,56	2,05	1,12	1,17	3,07	1,16	1,16	2,95
F1A34	190,8	ISSC	0,18	2,62	0,38	52,20	28,68	-0,03	2,34	0,74	0,13	6,78	-0,78	2,72	4,51	4,77	19,97	4,72	4,72	19,77
F1A35(1)	208,25	ISSC	1,90	4,19	1,40	186,11	4,33	2,21	2,51	3,40	0,30	1,28	2,18	0,92	1,60	1,60	6,39	1,58	1,58	6,34
F1A35(2)	208,25	ISSC	1,73	3,53	1,38	188,73	4,21	2,20	3,04	3,36	0,30	1,26	2,16	0,91	1,58	1,58	6,34	1,57	1,57	6,30
F1A36	214,45	ISSC	0,18	0,88	0,07	79,12	4,07	0,21	0,06	0,93	- 0,41	0,18	0,62	-0,59	0,51	0,56	2,28	0,55	0,55	2,23
F1A37	220	ISSC	0,40	0,79	0,64	11,53	4,80	0,05	0,89	0,51	- 0,22	1,71	0,30	-0,51	1,37	1,44	2,97	1,44	1,44	2,90

F1A38	228,1	ISSC	0,13	1,36	-0,07	12,57	7,08	-0,16	0,50	0,16	- 0,11	1,87	0,20	0,12	2,99	1,91	2,22	1,91	1,91	2,12
F1A39	239,4	ISCF	0,39	1,27	1,13	0,98	1,69	0,38	1,17	0,93	0,03	0,36	1,01	0,46	- 0,04	-0,01	0,91	- 0,02	-0,02	0,86
F1A40	244	ISCF	-0,82	-0,51	-0,57	4,05	5,47	-0,85	-0,26	-0,82	- 0,33	0,64	-0,68	0,16	1,25	1,30	1,22	1,30	1,30	1,15
F1A41	259,3	ISCF	-0,15	0,52	-0,03	2,85	2,55	-0,28	0,61	0,44	- 0,38	0,73	-0,03	0,92	0,71	0,85	1,42	0,84	0,84	1,36
F1A42	277	ISSC	-0,61	-0,47	-0,28	-0,19	0,31	-0,67	0,90	-0,45	- 0,10	0,20	-0,10	0,18	- 0,01	0,01	0,49	0,01	0,01	0,45
F1A43	294,15	ISCF	0,27	3,15	1,84	1,50	0,94	0,17	0,59	0,77	0,26	- 0,05	0,47	0,15	- 0,26	-0,25	0,08	- 0,26	-0,26	0,07

ANEXO 1

Tabela FDMQ – Valores das análises dos elementos dosados em FDMQ 0177 por Alkmim (2014)

Amostra	Prof.(m)	Litologia	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Y	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	Sc	Cr	Ni	Cu	Ga	Rb	Sr
F1A1	3,5	CG	6.277	11.091	1.375	5.487	1.032	0,26	0,97	0,17	1.193	7.120	0,28	0,98	0,16	1.159	0,2	4.966	123.125	7.095	11.875	22.276	0,356	9.183
F1A2	15	IGF	5.823	8.389	1.244	5.128	1.071	0,32	1.256	0,21	1.397	9.658	0,34	1.154	0,18	1.301	0,23	10.085	12.436	10.940	7.500	2.074	0,792	2.820
F1A3	19,25	IGF	3.349	4.513	0,62	2.448	0,56	0,2	0,73	0,13	0,91	6.644	0,22	0,76	0,12	0,93	0,16	5.437	10.285	6.480	6.778	1.810	0,999	2.073
F1A4	30,45	ISCF	5.902	8.060	1.406	6.396	1.618	0,53	2.006	0,35	2.396	15.993	0,56	1.763	0,27	1.825	0,3	1.301	5.870	9.809	5.678	0,864	0,693	1.692
F1A5	35	ISCF	5.586	10.970	1.394	6.693	1.769	0,65	2.754	0,48	3.413	21.144	0,82	2.649	0,41	2.708	0,46	1.149	5.073	10.618	6.857	0,668	0,706	1.864
F1A6	37,4	ISCF	4.305	7.728	1.206	5.479	1.335	0,43	1.595	0,28	1.936	15.578	0,47	1.553	0,23	1.550	0,26	2.061	10.020	11.041	7.498	1.704	0,279	2.020
F1A7	41,85	ISCF	6.463	10.606	1.587	7.017	1.552	0,48	1.916	0,32	2.099	14.181	0,51	1.631	0,24	1.656	0,28	2.121	11.246	7.570	6.113	2.156	0,343	2.669
F1A8	49,4	ISCF	3.043	4.220	0,72	3.083	0,71	0,23	0,82	0,15	1.045	7.696	0,26	0,92	0,15	1.090	0,19	1.982	9.889	6.007	3.632	2.039	0,425	2.507
F1A9	56,8	ISCF	3.152	3.425	0,9	4.138	1.076	0,36	1.274	0,23	1.633	9.333	0,39	1.320	0,21	1.549	0,27	0,896	3.141	4.907	3.675	0,539	0,34	1.583
F1A10 (1)	64,15	ISCF	5.481	4.725	1.320	5.825	1.329	0,44	1.556	0,28	2.030	11.760	0,49	1.620	0,27	1.843	0,31	1.220	3.770	7.476	6.211	0,538	0,429	1.726
F1A10(2)	64,15	ISCF	5.438	4.669	1.317	5.810	1.328	0,43	1.560	0,28	1.999	11.636	0,48	1.606	0,25	1.819	0,3	1.191	3.883	7.256	5.972	0,544	0,405	1.694
F1A11	71,9	ISCF	1.976	1.756	0,7	3.159	0,82	0,28	1.014	0,19	1.306	9.063	0,31	1.045	0,17	1.203	0,21	0,805	3.321	6.265	7.914	0,488	1.173	1.325
F1A12	75,2	ISCF	0,758	1.151	0,24	1.117	0,3	0,12	0,41	0,07	0,51	4.785	0,13	0,45	0,07	0,56	0,1	0,355	2.260	4.833	2.896	0,266	0,281	1.144
F1A13	83,8	ISCF	0,937	1.217	0,26	1.204	0,3	0,12	0,41	0,07	0,49	4.527	0,13	0,41	0,07	0,48	0,09	0,462	2.276	4.655	2.893	0,269	0,497	0,91
F1A14	87	ISCF	1.376	1.957	0,32	1.361	0,31	0,13	0,43	0,07	0,51	4.882	0,13	0,42	0,07	0,47	0,09	0,316	2.792	3.779	3.620	0,297	0,526	1.112
F1A15	93	ISCF	0,817	1.070	0,22	1.027	0,27	0,11	0,37	0,06	0,46	4.521	0,11	0,38	0,06	0,45	0,08	0,34	2.409	3.670	3.264	0,296	0,485	0,77
F1A16	104,85	ISCF	3.259	4.926	0,7	3.159	0,68	0,24	1.029	0,18	1.275	12.285	0,34	1.147	0,18	1.171	0,21	0,642	4.055	5.498	5.078	0,636	2.856	1.751
F1A17	116,65	ISCF	1.506	2.371	0,36	1.781	0,42	0,17	0,66	0,11	0,84	8.665	0,22	0,75	0,12	0,78	0,14	0,477	2.718	5.341	4.284	0,517	0,554	1.132
F1A18	125,5	ISCF	24.910	41.112	4.286	14.583	2.452	0,76	2.437	0,38	2.403	16.153	0,55	1.783	0,28	1.940	0,33	2.549	10.030	7.707	12.954	1.988	2.250	7.054
F1A19	131,35	ISCF	1.224	2.013	0,28	1.259	0,26	0,11	0,37	0,07	0,48	5.418	0,13	0,45	0,07	0,48	0,09	0,325	2.212	3.053	3.418	0,338	12.110	1.053
F1A20(1)	137,2	ISSC	0,773	1.210	0,18	0,855	0,19	0,08	0,29	0,05	0,36	4.051	0,1	0,33	0,05	0,38	0,07	0,483	3.009	3.179	4.692	0,365	24.191	0,88
F1A20(2)	137,2	ISSC	0,762	1.198	0,18	0,843	0,2	0,08	0,28	0,05	0,36	4.051	0,1	0,38	0,05	0,36	0,07	0,491	2.886	5.269	22.746	0,385	24.354	0,97

F1A21	141	ISSC	1.241	2.045	0,29	1.166	0,24	0,08	0,26	0,04	0,28	2.857	0,07	0,24	0,04	0,26	0,05	0,306	2.066	2.809	3.162	0,23	5.524	1.156
F1A22	143,35	ISSC	1.342	1.756	0,27	1.063	0,21	0,09	0,27	0,04	0,32	3.196	0,08	0,29	0,05	0,32	0,06	0,468	3.425	4.282	3.252	0,32	14.588	1.053
F1A23	146,55	ISC	1.735	2.730	0,4	1.753	0,36	0,14	0,47	0,07	0,5	5.056	0,13	0,41	0,06	0,4	0,07	0,471	1.927	3.341	3.074	0,309	7.031	1.239
F1A24	148,95	ISC	1.064	1.454	0,2	0,84	0,14	0,05	0,16	0,03	0,15	2.031	0,04	0,13	0,02	0,16	0,03	0,179	1.843	2.597	2.325	0,189	0,783	1.040
F1A25	149,75	ISC	1.620	2.246	0,39	1.911	0,48	0,22	0,79	0,13	0,97	11.101	0,26	0,88	0,14	0,96	0,17	0,249	2.290	5.090	2.876	0,207	0,447	1.300
F1A26	151,3	ISSC	1.002	1.411	0,24	1.171	0,27	0,12	0,44	0,07	0,51	6.031	0,13	0,46	0,07	0,43	0,08	0,522	2.311	3.682	2.184	0,313	11.256	0,97
F1A27	157	ISSC	1.105	1.457	0,26	1.279	0,31	0,13	0,48	0,08	0,56	6.528	0,15	0,52	0,08	0,52	0,09	0,641	2.408	5.049	2.314	0,254	5.217	1.088
F1A28	159	ISSC	0,577	0,959	0,13	0,568	0,13	0,06	0,18	0,03	0,22	2.610	0,06	0,24	0,03	0,26	0,05	0,396	2.446	2.874	1.966	0,224	11.144	1.033
F1A29	169	ISSC	0,657	1.160	0,16	0,735	0,19	0,08	0,27	0,04	0,32	3.836	0,08	0,28	0,04	0,4	0,06	0,679	2.270	2.633	3.020	0,285	10.165	1.040
F1A30(1)	172,86	ISSC	0,824	1.383	0,18	0,733	0,16	0,08	0,19	0,03	0,23	2.474	0,06	0,19	0,03	0,24	0,04	0,415	2.332	2.464	2.250	0,242	12.269	1.050
F1A30(2)	172,86	ISSC	0,734	1.233	0,16	0,656	0,16	0,07	0,19	0,03	0,22	2.324	0,06	0,19	0,06	0,23	0,04	0,439	2.654	2.734	2.656	0,225	12.188	1.145
F1A31	176,65	ISSC	1.364	2.159	0,31	1.207	0,26	0,1	0,28	0,05	0,3	2.820	0,07	0,26	0,04	0,29	0,05	0,408	2.035	2.289	2.322	0,229	6.157	1.279
F1A32	178,15	ISSC	1.297	2.388	0,29	1.320	0,28	0,11	0,35	0,06	0,4	4.130	0,1	0,35	0,06	0,41	0,07	0,453	2.218	2.475	2.130	0,241	16.098	1.039
F1A33	184,2	ISSC	3.932	6.190	0,76	2.964	0,56	0,21	0,65	0,11	0,72	6.290	0,18	0,6	0,09	0,67	0,12	0,545	3.103	2.637	2.072	0,355	2.027	2.541
F1A34	190,8	ISSC	1.249	1.960	0,25	1.155	0,23	0,09	0,25	0,04	0,25	2.352	0,06	0,19	0,03	0,22	0,04	0,215	1.895	2.099	1.676	0,156	4.519	1.081
F1A35(1)	208,25	ISSC	0,942	3.214	0,27	1.295	0,32	0,13	0,44	0,08	0,59	5.091	0,15	0,5	0,08	0,59	0,1	0,703	6.243	3.665	5.400	0,68	70.616	0,87
F1A35(2)	208,25	ISSC	0,968	3.216	0,28	1.309	0,34	0,13	0,45	0,08	0,6	5.136	0,15	0,51	0,08	0,58	0,1	0,722	6.252	3.531	5.701	0,681	71.425	0,88
F1A36	214,45	ISSC	2.483	5.408	0,53	2.405	0,53	0,24	0,74	0,13	0,98	7.858	0,26	0,88	0,15	1.029	0,18	0,754	4.942	3.639	4.953	0,674	62.027	0,99
F1A37	220	ISSC	1.460	2.604	0,33	1.570	0,38	0,17	0,5	0,09	0,61	4.972	0,15	0,5	0,08	0,53	0,09	0,402	2.887	2.645	2.908	0,324	2.688	0,92
F1A38	228,1	ISSC	1.516	2.701	0,36	1.679	0,38	0,16	0,45	0,08	0,54	4.384	0,13	0,45	0,07	0,5	0,08	0,302	2.236	2.746	2.280	0,252	1.373	0,95
F1A39	239,4	ISCF	3.354	6.813	0,78	3.522	0,81	0,36	1.012	0,18	9.869	1.274	0,31	1.076	0,18	1.302	0,22	0,942	7.793	6.611	7.567	0,858	0,944	1.035
F1A40	244	ISCF	1.495	2.518	0,39	2.017	0,51	0,23	0,68	0,11	0,79	6.710	0,19	0,63	0,1	0,7	0,12	0,32	1.550	4.561	2.723	0,3	0,402	1.106
F1A41	259,3	ISCF	2.245	3.631	0,52	2.420	0,59	0,23	0,75	0,13	0,88	6.251	0,21	0,7	0,11	0,77	0,13	0,302	3.019	4.081	2.888	0,338	0,527	0,69
F1A42	277	ISSC	2.297	3.941	0,71	3.593	0,95	0,44	1.213	0,22	1.478	10.471	0,35	1.134	0,18	1.184	0,19	0,487	3.647	6.629	8.097	0,433	0,49	1.019
F1A43	294,15	ISCF	7.209	13.010	1.384	5.724	1.244	0,49	1.514	0,26	1.785	13.447	0,44	1.473	0,24	1.611	0,27	1.778	7.379	7.696	8.368	0,971	1.457	1.619
F1A44	309	ISCF	2.752	5.440	0,81	4.166	1.043	0,44	1.468	0,22	1.505	16.458	0,39	1.277	0,18	1.050	0,19	0,664	6.897	10.321	15.188	0,727	0,611	0,88
F1A45	314,15	QTZ	1.013	2.221	0,22	0,925	0,21	0,08	0,24	0,04	0,28	1.769	0,06	0,2	0,03	0,21	0,03	0,447	7.027	2.386	56.079	0,852	0,351	0,58

Amostra	Prof.(m)	Litologia	Zr	Nb	In	Cs	Ba	Hf	Bi	Th	U	SiO ₂	Al ₂ O ₃	MnO	Fe	Fe Total	Fe II	Fe III	Fe ₂ O ₃	FeO	TiO ₂
F1A1	3,5	CG	105.687	14.837	0,13	0,02	42.464	3,43	1.418	9.096	1.903	2,01	3.182	0,04	59,1	58,7	0,4	58,3	83,39	0,5	1.118
F1A2	15	IGF	17.037	1.390	0,02	0,04	20.877	0,51	0,09	1.622	1	1,4	4.524	0,04	62,1	59,68	0,1	59,6	85,14	0,2	0,1
F1A3	19,25	IGF	13.685	1.170	0,02	0,03	28.280	0,43	0,09	1.907	0,71	1,83	4.544	0,06	61,4	59,43	0,2	59,3	84,74	0,2	0,07
F1A4	30,45	ISCF	6.952	0,61	0,01	0,05	14.934	0,19	0,05	0,82	0,38	14,9	0,657	0,01	58,6	57,06	0,5	56,5	80,81	0,7	0,03
F1A5	35	ISCF	4.381	0,398	0,01	0,04	16.759	0,15	0,03	0,44	0,45	14,8	0,931	0,02	58,6	55,27	0,8	54,5	77,9	1	0,03
F1A6	37,4	ISCF	12.217	0,929	0,02	0,03	23.906	0,4	0,08	1.585	0,6	4,09	1.064	0,04	63,5	61,55	0,4	61,2	87,46	0,5	0,07
F1A7	41,85	ISCF	14.741	1.270	0,02	0,02	22.695	0,49	0,1	2.160	0,69	6,98	0,966	0,03	62,1	60,01	0,4	59,6	85,26	0,5	0,08
F1A8	49,4	ISCF	14.369	1.207	0,02	0,05	10.471	0,47	0,1	2.087	0,47	1,6	0,699	0,02	67,7	64,55	0,4	64,1	91,69	0,5	0,07
F1A9	56,8	ISCF	3.747	0,358	0,01	0,04	10.960	0,1	0,03	0,4	0,27	13,6	0,554	0,03	60,1	56,67	0,3	56,4	80,67	0,3	0,02
F1A10 (1)	64,15	ISCF	4.172	0,358	0,01	0,03	34.213	0,11	0,02	0,31	0,32	8,27	1.673	0,05	60,1	58,75	0,6	58,2	83,16	0,8	0,03
F1A10(2)	64,15	ISCF	3.942	0,351	0,01	0,03	34.549	0,12	0,03	0,32	0,31	8,27	1.673	0,05	60,1	58,75	0,6	58,2	83,16	0,8	0,03
F1A11	71,9	ISCF	2.978	0,275	0	0,06	19.103	0,06	0,02	0,23	0,21	7,85	0,304	0,04	63,4	61,25	0,4	60,8	86,96	0,6	0,01
F1A12	75,2	ISCF	1.982	0,194	0	0,02	5.746	0,02	0,01	0,1	0,07	19,4	0,082	0,04	55,2	52,97	0,2	52,8	75,48	0,2	0
F1A13	83,8	ISCF	1.806	0,127	0	0,04	5.005	0,03	0,02	0,11	0,09	32,1	0,145	0,01	44,2	44,83	0,7	44,1	63,08	0,9	0,01
F1A14	87	ISCF	2.147	0,106	0	0,02	3.683	0,03	0,01	0,11	0,08	27,6	0,142	0,01	49,4	47,46	0,5	46,9	67,1	0,7	0,01
F1A15	93	ISCF	2.026	0,117	0	0,04	5.815	0,04	0,02	0,13	0,08	25,1	0,137	0,01	52,5	49,49	0,5	49	70	0,7	0,01
F1A16	104,85	ISCF	3.555	0,296	0,01	0,11	9.779	0,09	0,01	0,32	0,15	18,2	2.050	0,06	56,6	53,76	0,2	53,6	76,61	0,2	0,02
F1A17	116,65	ISCF	1.713	0,108	0	0,05	9.794	0,03	0,02	0,19	0,15	28,2	0,206	0,06	52,1	48,38	0,2	48,2	68,9	0,2	0,01
F1A18	125,5	ISCF	14.528	1.024	0,02	0,12	25.531	0,42	0,13	1.212	0,49	21,7	1.752	0,01	53,3	50,79	0,5	50,3	71,9	0,6	0,08
F1A19	131,35	ISCF	1.518	0,086	0	0,35	7.694	0,04	0,01	0,11	0,09	32,8	0,134	0,02	46,8	44,72	0,2	44,5	63,63	0,3	0,01
F1A20(1)	137,2	ISSC	2.152	0,163	0,01	0,71	15.500	0,06	0,01	0,19	0,11	40,4	0,133	0,02	41,3	39,41	0,4	39	55,82	0,5	0,01
F1A20(2)	137,2	ISSC	2.187	0,153	0,01	0,73	15.306	0,06	0,01	0,2	0,11	40,4	0,133	0,02	41,3	39,41	0,4	39	55,82	0,5	0,01
F1A21	141	ISSC	1.143	0,183	0	0,18	15.679	0,02	0,01	0,11	0,07	40,6	0,083	0,01	42,7	40,01	0,2	39,8	56,86	0,3	0,01
F1A22	143,35	ISSC	1.560	0,127	0,01	0,52	14.709	0,04	0,01	0,16	0,08	39,2	0,196	0,01	42,4	40,46	0,6	39,9	57,02	0,8	0,01
F1A23	146,55	ISC	1.292	0,041	0	0,28	17.825	0,03	0,01	0,13	0,1	39,2	0,127	0	42,9	40,78	0,4	40,4	57,79	0,5	0
F1A24	148,95	ISC	1.183	0,076	0	0,09	12.850	0,02	0,01	0,1	0,05	45,4	0,014	0,01	38,5	36,54	0,3	36,3	51,89	0,3	0

F1A25	149,75	ISC	0,563	0,063	0	0,09	16.243	0,01	0,01	0,1	0,11	32,3	0,08	0,01	47,1	44,81	0,2	44,6	63,8	0,2	0,01
F1A26	151,3	ISSC	1.911	0,095	0	0,48	19.092	0,04	0,01	0,14	0,12	36,5	0,092	0,01	46,2	44,28	0,3	44	62,95	0,3	0,01
F1A27	157	ISSC	0,922	0,043	0	0,23	20.231	0,03	0,01	0,11	0,13	38,1	0,064	0,01	43,9	41,38	0,2	41,2	58,88	0,3	0,01
F1A28	159	ISSC	1.527	0,174	0	0,38	17.224	0,03	0,01	0,13	0,12	43	0,113	0	40,3	38,21	0,2	38	54,32	0,3	0,01
F1A29	169	ISSC	1.340	0,161	0	0,39	14.465	0,04	0,01	0,15	0,11	36,8	0,25	0,02	45,5	42,19	0,2	42	59,99	0,3	0,01
F1A30(1)	172,86	ISSC	0,979	0,146	0,01	0,46	19.796	0,03	0,01	0,15	0,09	41,4	0,166	0	41,6	39,55	0,2	39,3	56,21	0,3	0,01
F1A30(2)	172,86	ISSC	0,98	0,213	0	0,44	19.237	0,03	0,01	0,15	0,09	41,4	0,166	0	41,6	39,55	0,2	39,3	56,21	0,3	0,01
F1A31	176,65	ISSC	1.072	0,205	0	0,32	15.854	0,02	0,02	0,14	0,06	43,8	0,116	0	41,9	39,81	0,2	39,6	56,63	0,3	0,01
F1A32	178,15	ISSC	1.239	0,164	0	0,55	11.101	0,03	0,01	0,11	0,08	39	0,267	0,01	43,4	40,29	0,2	40,1	57,31	0,3	0,01
F1A33	184,2	ISSC	2.550	0,141	0	0,11	8.391	0,06	0,01	0,19	0,08	38,8	0,296	0,02	42,8	40,83	0,3	40,6	58,01	0,3	0,01
F1A34	190,8	ISSC	1.017	0,069	0	0,25	15.397	0,02	0,01	0,09	0,07	49	0,014	0,01	36,5	35,67	0,4	35,2	50,37	0,6	0
F1A35(1)	208,25	ISSC	6.452	0,255	0,01	2.260	7.135	0,19	0,02	0,56	0,22	37	0,511	0,01	44,5	41,47	0,4	41,1	58,72	0,5	0,03
F1A35(2)	208,25	ISSC	6.116	0,224	0,01	2.307	7.016	0,19	0,02	0,56	0,22	37	0,511	0,01	44,5	41,47	0,4	41,1	58,72	0,5	0,03
F1A36	214,45	ISSC	4.563	0,161	0,01	1.690	11.842	0,12	0,01	0,43	0,17	33,6	0,454	0	45	43,34	0,3	43	61,52	0,4	0,02
F1A37	220	ISSC	3.038	0,086	0,01	0,15	7.591	0,06	0,01	0,19	0,13	43,1	0,205	0	39,6	38,08	0,2	37,9	54,15	0,3	0,01
F1A38	228,1	ISSC	2.162	0,1	0	0,14	9.308	0,04	0,01	0,13	0,13	40,2	0,166	0	58,7	40	0,2	39,9	56,98	0,2	0,01
F1A39	239,4	ISCF	6.587	0,238	0,02	0,05	7.669	0,17	0,03	0,53	0,37	47,2	0,69	0,01	34,9	33,55	0,2	33,3	47,66	0,3	0,03
F1A40	244	ISCF	0,508	0,03	0	0,08	10.784	0,01	0,01	0,03	0,14	33,2	0,065	0,01	47,9	45,62	0,2	45,5	65,01	0,2	0
F1A41	259,3	ISCF	2.591	0,103	0,01	0,06	6.530	0,06	0,01	0,25	0,14	38,7	0,215	0,01	40,3	40,52	0,2	40,3	57,68	0,2	0
F1A42	277	ISSC	1.957	0,058	0,01	0,02	3.905	0,04	0,02	0,16	0,34	43,6	0,323	0,01	38	35,93	0,2	35,8	51,12	0,2	0,01
F1A43	294,15	ISCF	8.243	0,594	0,03	0,09	7.567	0,2	0,03	0,66	0,62	45,2	0,69	0,01	36,8	34,6	0,2	34,4	49,23	0,2	0,03
F1A44	309	ISCF	5.335	0,118	0,01	0,03	3.214	0,14	0,01	0,31	0,4	39	0,386	0,01	41,1	38,29	0,1	38,2	54,56	0,2	0,03
F1A45	314,15	QTZ	6.910	0,102	0,03	0,02	3.120	0,19	0,04	0,37	0,57	75,8	0,64	0	16,3	14,87	0,1	14,8	21,09	0,2	0,04