



anp
Agência
Nacional do
Petróleo

**PROVENIÊNCIA E ESTRATIGRAFIA DOS RESERVATÓRIOS SILICICLÁSTICOS
– CARBONÁTICOS DOS CAMPOS DE FAZENDA SANTA LUZIA E SÃO
RAFAEL, BACIA DO ESPÍRITO SANTO**

Porto Alegre, 2011

GUILHERME BOZETTI

**PROVENIÊNCIA E ESTRATIGRAFIA DOS RESERVATÓRIOS SILICICLÁSTICOS
– CARBONÁTICOS DOS CAMPOS DE FAZENDA SANTA LUZIA E SÃO
RAFAEL, BACIA DO ESPÍRITO SANTO**

Trabalho de Conclusão do Curso de Geologia do Instituto de Geociências da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Apresentado na forma de monografia, junto à disciplina Projeto Temático em Geologia III, como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Geologia.

Orientadores: Prof. Dr. Marcus V. D. Remus;
Prof. Dr. Claiton M. S. Scherer

Supervisora: Renata dos Santos Alvarenga

Porto Alegre, 2011

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM GEOLOGIA**

A Comissão Examinadora, abaixo assinada, aprova o Trabalho de Conclusão de Curso **PROVENIÊNCIA E ESTRATIGRAFIA DOS RESERVATÓRIOS SILICICLÁSTICOS – CARBONÁTICOS DOS CAMPOS DE FAZENDA SANTA LUZIA E SÃO RAFAEL, BACIA DO ESPÍRITO SANTO**, elaborado por GUILHERME BOZETTI, como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Geologia.

Comissão Examinadora:

Luiz Fernando De Ros

Norberto Dani

DEDICATÓRIA

Dedico este a todas as pessoas que sempre confiaram e acreditaram no meu esforço. Em especial, dedico todo o trabalho realizado e a ser realizado em minha vida a mulher da minha vida. Mãe, toda e qualquer vitória minha terá sempre grande contribuição de sua parte e sempre será dedicada e agradecida a você.

AGRADECIMENTO

Se fossem ser citados todos os nomes das pessoas que contribuíram para a realização deste trabalho creio que o maior número de páginas estaria neste capítulo. Mas em especial gostaria de agradecer todos os funcionários do projeto Santa Luzia, os funcionários da universidade e principalmente todas as pessoas que compõem o Departamento de Estratigrafia.

No mundo fora da universidade, familiares e amigos que em todas as horas sempre muito compreensivos são pessoas importantes de serem agradecidas.

De uma forma geral, agradeço a todas as pessoas que fazem ou fizeram parte da minha vida, seja ela acadêmica ou particular.

RESUMO

Este trabalho discute a proveniência dos arenitos e sequências híbridas associadas ao Grupo Barra Nova (Formação Regência e São Mateus), nos campos de Fazenda Santa Luzia e Fazenda São Rafael, Bacia do Espírito Santo, utilizando minerais pesados (análise convencional e composição de granadas) na tentativa de detectar mudanças de proveniência e suas possíveis causas. Tenta-se também correlacionar as quebras na proveniência identificadas com as superfícies índice da Estratigrafia de Sequências. A correlação entre essas duas técnicas de pesquisa permite avançar no entendimento das propriedades deposicionais ocorridas nos campos estudados e assim ter melhor objetividade na locação de poços visando encontrar setores potencialmente mais favoráveis para rochas reservatórios e melhor produtividade dos poços. Com esse trabalho rochas reservatório com porosidade secundária podem ser mais bem mapeadas e também os trabalhos de recuperação primária e secundária podem ter uma melhor resposta, já que seu entendimento interno é refinado.

Baseando-se nestas técnicas foram identificados os terrenos potencialmente áreas-fonte dos sedimentos da Bacia, sendo eles o Complexo Kinzigítico (rochas metamórficas de alto grau) e alguns granitóides que ocorrem próximos ao local de deposição do sedimento, já que os mesmos possuem características de pouco transporte e pouca variação na área-fonte. Também foi criado um modelo deposicional onde o sistema siliciclástico seria misturado com material intrabaciais proveniente de um alto localizado a sul que disponibilizaria sedimentos durante tempestades ocorrentes a sul, devido à conhecida deriva sedimentar de sul para norte nas porções sul sudeste do Brasil.

Palavras-Chave: Proveniência, Minerais Pesados, Estratigrafia de Sequências, Granadas.

ABSTRACT

The research discuss the provenance of the sandstone and hybrid sequences of the Barra Nova Group (Regencia and Sao Mateus Formations) of Sao Rafael and Santa Luzia Fields, Espirito Santo, using heavy minerals, conventional analysis and garnet composition, trying to detect changes of the provenance of the sediments and the possible causes. It also tries to correlate the identified changes of the provenance with the sequence stratigraphy surfaces. The correlation of these techniques allows advance of the uptake of the depositional pattern occurred at the studied fields and with it improve the objectivity in well location aiming the places potentially more favourable for reservoir rocks and better productivity of the wells. With this research reservoir rocks with secondary porosity can be better mapped and the primary and secondary recuperations can have a better response, since your inner understanding is refined.

Based on these techniques, potentially terrains were identified to be the source rock of the sediments of the Basin. They are the Kinzigitic Complex (high grade metamorphic rock) and some granites occurring close to the place where the sediments were deposited, since they have short transport characteristics and very sensitive variation of the source-rock. Also, a depositional model was elaborated, where the siliciclastic system is mixed up with intrabasinal material from a high located southern which provides sediments during storms happening in the South, because is known a current in south and southeast that goes northern and is responsible for the sediment drift.

Keywords: Proveniência, Minerais Pesados, Estratigrafia de Sequências, Granadas

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Figura 1 - Localização esquemática dos sítios onde atuam os principais processos que controlam a composição dos sedimentos e rochas sedimentares clássicas (modificado de Morton & Hallsworth, 1994, p. 242, apud Remus et al., 2008).25
- Figura 2 - Diagramas triangulares P-AIS-GAU e AI-PGAU-S discriminando cinco campos composicionais: **(A)** Granadas com elevado teor de Piropo ($P > 20$) e baixo teor de Grossularia+Andradita+Uvarovita ($GAU < 10$), derivadas de rochas metamórficas de alto grau (paragnaisses, granulitos e charnockitos). **(B)** Granadas com teores baixos de Piropo, elevados valores para AIS e teores variáveis de GAU são características de rochas metasedimentares de baixo a médio grau e incluem alguns granitos. **(C)** Granadas com elevados teores de Piropo e GAU, derivadas de metabasitos (anfíbolitos e gnaisses máficos). **(D)** Granadas com elevados teores de GAU ($G > 50$) e baixos teores de P ($P < 10$) são encontradas em metacarbonáticas (rochas metamórficas regionais e de contato; escarnitos). Granadas de rochas alcalinas com elevado teor de Ca (Grossularia e Andradita) podem conter teores de P mais elevados. **(E)** Granadas com baixos teores de PGAU e elevados valores de Espessartita ($S > 20$) são encontradas em pegmatitos e aplitos graníticos e em alguns granitos. Campos **A, B, C** e **D**, conforme definido por Sabeen et al. (2002) e Morton et al. (2002, 2004); campo **E** conforme definido por Remus et al. (2004, 2007).33
- Figura 3 - Diagramas de tipos de proveniência tectônica. Características das areias geradas sumarizadas na tabela 1. Modificado de Dickinson (1985).36
- Figura 4 - Geologia do embasamento adjacente às bacias do Jequitinhonha e Espírito Santo mostrando a distribuição dos principais terrenos-fonte (modificado de Delgado & Pedreira, 1994, Oliveira et al., 1997).38
- Figura 5 - Terminações de estratos que podem ser observados acima ou abaixo de uma superfície estratigráfica em perfis sísmicos e afloramentos de maior escala (Modificado de Mitchum & Vail, 1977).43
- Figura 6 - Tempo das sete superfícies da estratigrafia de sequências relativas aos quatro eventos do ciclo de nível de base (Catuneanu, 2006). A curva de referência da mudança do nível de base reflete flutuações no nível de base ao longo da linha de costa. O tempo dos quatro eventos é único ao no sentido de mergulho, mas pode variar perpendicular a ele segundo variações no aporte sedimentar. (Modificada de Catuneanu et al., 2009)48
- Figura 7 - Conceitos de transgressão, regressão normal, regressão forçada, como definida pela interação de mudanças no nível de base e sedimentação na linha de costa

(Catenuanu, 2006). RF – Regressão forçada; RFNA – Regressão forçada de nível alto; RFNB – Regressão forçada de nível baixo (Modificado de Catuneanu et al., 2009).	49
Figura 8 - Localização geográfica da área de estudos (modificado de Freire & Cordeiro, 2009).	57
Figura 9 - Mapa simplificado dos estados do Rio de Janeiro e Espírito Santo em escala 1:1.000.000 (orógenos Araçuaí e Ribeira). 1 – Arqueano. Paleoproterozóico: 2 – Unidade Paleoproterozóica do terreno Ocidental, 3 – Complexo Região do Lagos. Neoproterozóico: 4 – rochas metaltramáficas, 5 – Grupo Rio Doce, 6 – Complexo Kinzigítico, 7 – Unidades Búzios e Palmital, 8 – Suítes pré-colisionais (G1), principalmente granitos e granodioritos, c – charnoquitos; 9 – Charnoquitos indiferenciados (G1/G2), 10 – Suítes sin-colisionais (G2,G3), principalmente leucogranitos, c – charnoquitos; 11 – Suítes tardi até pós-colisionais (G4,G5) c – charnoquites; 12 – Intrusões alcalinas Cenozóicas, 13 – Neogeno (Grupo Barreiras e depósitos Quaternários), CF: Limite tectônico Cabo Frio; Falha Guaçuí; Zona de cisalhamento Vitória-Colatina. Domínio Tectônico Cabo Frio (3 + 7); terreno Oriental (4 + 5 + 6 + 8 + 9 + 10 + 11); terreno Ocidental (1 + 2 + 4 + 6 + 8 + 10). Modificado de Shobbenhaus et al. (2004) apud Fontanelli, 2009.....	62
Figura 10 – Intervalo de estudo (retângulo vermelho) na Carta Estratigráfica da Bacia do Espírito Santo (França et al., 2007).	65
Figura 11 - Diagramas de proveniência tectônica para todas as amostras do poço 1, segundo Dickinson (1985).	75
Figura 12 - Diagramas triangulares de granadas mostrando populações dos diferentes tipos de granadas.....	75
Figura 13 - Gráficos de índices de minerais pesados (GZi, ATi, RZi, ZTR e Ari) para o poço 1.	76
Figura 14 - Gráfico de composição das granadas para o poço 1.	77
Figura 15 - Diagramas de proveniência tectônica para as amostras do poço 2, segundo Dickinson (1985).....	79
Figura 16 - Diagramas triangulares de granadas mostrando populações dos diferentes tipos de granadas.....	79
Figura 17 - Diagrama de índices de minerais pesados (GZi, ATi, RZi, ZTR e Ari) para as amostras do poço 2.	80
Figura 18 - Gráfico da distribuição química das granadas para as amostras do poço 2.....	81
Figura 19 - Diagramas de proveniência tectônica para as amostras do poço 3, segundo Dickinson (1985).....	83

Figura 20 - Diagramas triangulares de granadas mostrando populações dos diferentes tipos de granadas.....	83
Figura 21 - Diagrama de índices de minerais pesados (GZi, ATi, RZi, ZTR e Ari) para as amostras do poço 3.	84
Figura 22 - Gráfico da distribuição química das granadas para as amostras do poço 3.....	85
Figura 23 - Diagramas de proveniência tectônica para as amostras do poço 4, segundo Dickinson (1985).....	86
Figura 24 - Diagramas triangulares de granadas mostrando populações dos diferentes tipos de granadas.....	87
Figura 25 - Diagrama de índices de minerais pesados (GZi, ATi, RZi, ZTR e Ari) para as amostras do poço 4.	88
Figura 26 - Gráfico da distribuição química das granadas para as amostras do poço 4.....	89
Figura 27 - Diagramas de proveniência tectônica para as amostras do poço 5, segundo Dickinson (1985).....	90
Figura 28 - Diagramas triangulares de granadas mostrando populações dos diferentes tipos de granadas.....	91
Figura 29 - Diagrama de índices de minerais pesados (GZi, ATi, RZi, ZTR e Ari) para as amostras do poço 5.	91
Figura 30 - Gráfico da distribuição química das granadas para as amostras do poço 5.....	92
Figura 31 – Modelo deposicional com shoals contribuindo para a sedimentação. Carbonatos in-situ.....	98
Figura 32 - Mapa geológico das possíveis áreas-fonte da Bacia do Espírito Santo, com uma área onde possivelmente existia um alto externo gerando os sedimentos carbonáticos depositados nos reservatórios estudados. Modificado de Shobbenhaus et al. (2004) apud Fontanelli 2009.	100

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
1.1	JUSTIFICATIVA.....	14
1.2	CARACTERIZAÇÃO DO PROBLEMA	14
1.3	OBJETIVOS E METAS	15
2	REVISÃO CONCEITUAL E ESTADO DA ARTE	16
2.1	MINERAIS PESADOS	16
2.1.1	Características dos minerais pesados	18
2.1.1.1	Granada.....	18
2.1.1.2	Turmalina.....	19
2.1.1.3	Piroxênio.....	19
2.1.1.4	Anfibólios	19
2.1.1.5	Zircão.....	20
2.1.1.6	Monazita	20
2.2	ÍNDICES DE ABUNDÂNCIA RELATIVA DOS MINERAIS PESADOS	22
2.3	PROVENIÊNCIA.....	23
2.3.1	Estudo de Varietais	25
2.3.2	Razões entre Minerais Pesados.....	27
2.3.2.1	Estabilidade química	28
2.3.2.2	Comportamento hidráulico	28
2.3.3	Análise composicional de Granadas.....	31
2.3.4	Proveniência Tectônica	33
2.4	TRABALHOS COM MINERAIS PESADOS NA BACIA DO ESPÍRITO SANTO.....	36
2.5	ANÁLISE PETROGRÁFICA.....	38
2.6	ESTRATIGRAFIA DE SEQUÊNCIAS	39
2.6.1	Conjunto de dados e Objetividade dos dados.....	40
2.6.1.1	Limitações de dados sísmicos	40
2.6.1.2	Limitações de dados de afloramentos, sondagem e perfis de poços.....	40
2.6.1.3	Objetividade do dado e interpretações inerentes	41
2.6.2	Modelo Independente da Plataforma de Estratigrafia de Sequências.....	42
2.6.2.1	Metodologia	42

2.6.2.2 Nível de base e acomodação.....	44
2.6.2.3 Curva de referência de mudanças de nível de base.....	45
2.6.2.4 Tipos genéticos de depósitos: regressão normal, regressão forçada, transgressão.....	51
2.7 <i>EXPLORAÇÃO E PRODUÇÃO NA BACIA DO ESPÍRITO SANTO</i>	52
3 CONTEXTO GEOLÓGICO	55
3.1 <i>GEOLOGIA E ESTRATIGRAFIA DA ÁREA DE ESTUDO</i>	57
3.1.1 Embasamento e áreas adjacentes a Bacia.....	57
3.1.2 Supersequência Rifte	63
3.1.3 Supersequência Pós-Rifte	63
3.1.4 Supersequência Drifte	63
4 METODOLOGIA E ESTRATÉGIAS DE AÇÃO.....	66
4.1 <i>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</i>	66
4.2 <i>TRABALHO DE CAMPO</i>	66
4.3 <i>PREPARAÇÃO DAS AMOSTRAS PARA GRANADAS</i>	66
4.3.1 Peneiramento.....	66
4.3.2 Separação dos minerais pesados.....	67
4.3.3 Quarteamento	67
4.3.4 Secagem	68
4.3.5 Pesagem	68
4.3.6 Separação magnética.....	68
4.3.7 Elaboração das pastilhas com granadas para análise química.....	68
4.3.8 Análise por Microsonda Eletrônica.....	69
4.3.9 Montagem da lamina e quantificação de minerais pesados.....	70
5 RESULTADOS.....	72
5.1 <i>POÇO 1</i>	75
5.2 <i>POÇO 2</i>	79
5.3 <i>POÇO 3</i>	83
5.4 <i>POÇO 4</i>	86
5.5 <i>POÇO 5</i>	90
6 DISCUSSÕES E CONCLUSÕES.....	94
REFERÊNCIAS	101

APÊNDICES 105

1 INTRODUÇÃO

1.1 JUSTIFICATIVA

Os campos de Fazenda Santa Luzia e Fazenda São Rafael constituem-se de sequências sedimentares siliciclásticas, híbridas e carbonáticas. Os arenitos siliciclásticos ocorrem intercalados nos arenitos híbridos e nas sequências carbonáticas de forma complexa em várias escalas. Tal configuração estratigráfica constitui um alvo altamente desafiador para estudos de caracterização geológica avançada e modelagem geológica integrada de reservatórios. Assim, a ampliação das reservas, aumento dos fatores de recuperação primária e melhores respostas de recuperação secundária necessitam de um entendimento pormenorizado da distribuição espacial e da arquitetura dos arenitos reservatório além de estudos de proveniência. Modelos geológicos, desenvolvidos pela combinação de sedimentologia e petrologia detalhadas dentro de um arcabouço estratigráfico sequencial de alta definição, refinado e associado a técnicas de caracterização de minerais pesados, deverão trazer grande impacto positivo para o processo de produção e recuperação desses reservatórios complexos.

1.2 CARACTERIZAÇÃO DO PROBLEMA

A escolha do projeto foi motivada pelo grande interesse no estudo de bacias sedimentares através da estratigrafia de sequências e a possibilidade do uso da ferramenta da análise de proveniência na delimitação de superfícies índices da estratigrafia de sequências. A escolha do tema vem como uma sugestão de implantar uma forma mais arrojada e elaborada de se tentar integrar dados da mineralogia de pesados com o estudo de proveniência, visando um refinamento da estratigrafia de sequências efetuada de forma convencional. A problemática desse método seria, principalmente, a pouca utilização do mesmo em nível mundial e, no caso específico desses campos, por serem sistemas siliciclásticos – carbonáticos

complexos, o que dificulta o trabalho com mineralogia de pesados pela complexidade deposicional.

1.3 OBJETIVOS E METAS

O objetivo principal deste trabalho é testar a aplicabilidade de um estudo elaborado de proveniência, utilizando técnicas integradas do estudo de minerais pesados (análise convencional e varietal), para delimitar com a maior precisão possível as superfícies-índice da estratigrafia de sequências, sabendo da sua vasta utilização no estudo de bacias sedimentares na prospecção de óleo e gás. Também é de grande importância ressaltar que o estudo de proveniência pode indicar fortes tendências de processos diagenéticos na rocha, tais quais podem ser responsáveis pelo aumento ou diminuição da porosidade tornando a rocha tanto um potencial para reservatório, quanto para um selante.

2 REVISÃO CONCEITUAL E ESTADO DA ARTE

2.1 MINERAIS PESADOS

Os minerais pesados apresentam interesse para estudo tanto do ponto de vista econômico (podendo constituir depósitos explotáveis na forma de *placers*) quanto do ponto de vista geológico. Eles podem servir como indicadores da classe das rochas e de depósitos ou ocorrências minerais localizadas a montante do ponto de coleta de um sedimento de drenagem, da área-fonte de um sedimento ou rocha sedimentar produzindo informações diretas sobre a proveniência através das associações mineralógicas contidas nos mais diversos tipos de rochas (Morton, 1985, Addad, 2001, Pereira *et al.*, 2005).

A análise de minerais pesados é uma das técnicas mais sensíveis e empregada atualmente em estudos estratigráficos e na determinação da proveniência de areias e arenitos. Esses minerais fornecem dados cruciais sobre tipos de rochas-fonte, que não podem ser adquiridos por outros meios, pois muitos destes minerais possuem paragêneses específicas e muito restritas (Morton & Hallsworth, 1994, 1999).

Primeiramente, quando falamos de minerais pesados, é importante saber qual conceito utilizar. Mineral pesado é todo aquele mineral que tem densidade $\geq 2.8 \text{ g/cm}^3$ e desta forma deveriam ser denominados mais apropriadamente de minerais densos

O estudo dos minerais pesados tem sido aplicado em varias áreas das ciências desde o inicio do século XX, na determinação da proveniência, incluindo a exploração de petróleo, correlação de fácies e camadas arenosas, na determinação da geometria de reservatórios potenciais (e.g. Mackie, 1923 *apud* Mange & Morton, 2007, Groves, 1931, Milner, 1952, Hubert, 1971, Morton & Hurst, 1995, Morton *et al.*, 2002, *apud* Remus *et al.*, 2008); estudo de paleoambientes (e.g. Ehrmann & Polozek, 1999 *apud* Remus *et al.*, 2008); prospecção de *placers* de diamantes, ouro entre outros minerais (e.g. Fletcher; Loh, 1996, Belousova *et al.*, 1998 *apud* Remus *et al.*, 2008); de depósitos primários de estanho através de grãos de cassiterita ou de tungstênio, por sheelita; na arqueologia para determinar a proveniência dos

sedimentos utilizados na confecção de cerâmicas (e.g. Freestone & Middleton, 1985 *apud* Remus *et al.*, 2008); no estudo de processos erosivos e enchentes episódicas (e.g. Morton & Smale, 1991 *apud* Remus *et al.*, 2008).

A composição de assembléias de minerais pesados em arenitos é muito influenciada por processos operantes durante o transporte, deposição e diagênese. Como consequência, dados convencionais de minerais pesados podem não ser guias determinantes da natureza da área-fonte do material sedimentar. Certas assembléias, no entanto, são indicadores diretos da fonte sem modificações significativas, assim como características varietais de espécies minerais individuais. Razões de apatita e turmalina, minerais de TiO_2 e zircão, monazita e zircão, assim como espinélio de cromo e zircão, indicam as características da rocha-fonte por serem comparativamente imunes a alterações durante o ciclo sedimentar (Morton, 1994). O quadro 1 (Pettijohn *et al.*, 1973) elucida os minerais pesados e suas condições de estabilidade.

Um processo potencialmente mais importante durante o transporte é o efeito de deposição aluvial. Em sistemas fluviais, a abundância de minerais instáveis pode ser reduzida durante períodos de intemperismo e durante deposição aluvial em planícies de inundação, particularmente em climas tropicais úmidos (Morton & Hallsworth, 1994). Johnsson *et al.* (1991) mostrou a importância destes processos em mineralogia de areias, e trabalhos subsequentes têm mostrado que o processo pode também ser efetivo em modificar apenas aspectos específicos de suítes de minerais pesados (Morton & Johnsson, 1993, Machado & Remus, 2011).

Os fatores mais importantes, então, são hidráulicos e diagenéticos. As condições hidrodinâmicas no momento da deposição afetam a abundância relativa de diferentes minerais com propriedades hidráulicas diferentes. Variações no comportamento hidráulico resultam de diferenças de densidade, tamanho e forma dos grãos de minerais pesados (Morton & Hallsworth, 1994). Rubey (1933) foi o primeiro que demonstrou que mudanças em condições hidráulicas introduziriam variações marcadas em suítes de minerais pesados, e isso tem sido muito trabalhado subsequentemente. Contudo, os efeitos da diagênese são incontestavelmente os mais intensos, com processos pós-deposicionais causando

perda parcial ou completa de muitas espécies de minerais pesados. Muitos estudos de caso têm mostrado que suítes de minerais pesados respondem ao aumento do soterramento, associado a fluidos, gerando uma perda da estabilidade mineral levando a sua dissolução (Morton, 1984, Milliken, 1988, Cavazza & Goldoffi, 1992). Por exemplo, sedimentos do Paleoceno superior, do Mar do Norte Central, que possuem apatita, anfibólio, epidoto, granada, cianita, rutilo, estauroлита, titanita, turmalina e zircão, em águas rasas, perdem progressivamente sua estabilidade com o incremento do soterramento gerando assembléias, no centro da bacia, com anfibólio, epidoto, titanita, cianita, estauroлита, apatita, granada corroída, rutilo, turmalina e zircão (Morton, 1984). Suítes de minerais pesados também perdem minerais por dissolução sob influência de água sub-superficial acidificada de baixa temperatura (e.g. Friis, 1976, Morton 1984, 1986).

2.1.1 Características dos minerais pesados

2.1.1.1 Granada

A granada é o mineral mais utilizado para determinar a proveniência de rochas sedimentares de areia/arenitos por que: (a) é frequentemente encontrado nas assembléias de sedimento siliciclásticos; (b) suas variações composicionais fornecem informações detalhadas sobre os tipos litológicos da área-fonte; (c) são relativamente estáveis ao intemperismo e a diagênese; (d) possuem uma variação de densidade relativamente pequena diminuindo o efeito da seleção hidráulica; (e) o estudo isolado de um grupo de minerais, como a granada, minimiza os efeitos da destruição seletiva das diferentes espécies de minerais pesados durante o intemperismo, o transporte e a diagênese (Morton 1985, 1991, Morton & Hallsworth, 1994, 1999 *apud* Remus *et al.*, 2008). Adicionalmente, as granadas registram e preservam muito bem a trajetória do metamorfismo que, em determinadas situações, pode ser diagnóstica dos terrenos-fonte (Remus *et al.*, 2008).

2.1.1.2 Turmalina

A turmalina, pelo fato de ser um mineral pesado ultra-estável e possuir um largo espectro composicional, também é um mineral com excelente potencial para discriminar rochas-fonte (Remus *et al.*, 2008).

2.1.1.3 Piroxênio

Os piroxênios ocorrem em vários tipos de rochas ígneas (intermediárias até rochas ultramáficas) e metamórficas (médio a alto grau predominantemente) cristalizando num largo campo de condições P e T (Deer *et al.*, 1992 *apud* Remus *et al.*, 2008). As variações químicas dos piroxênios estão estreitamente relacionadas com a composição da rocha de origem e ambiente geotectônico. Os processos de intemperismo e diagênese dissolvem considerável parcela de piroxênios em rochas sedimentares, sendo que os piroxênios se preservam em rochas sedimentares mais recentes ou em situações onde eles não são afetados pela dissolução diagenética devido à cimentação precoce (Remus *et al.*, 2008).

2.1.1.4 Anfibólios

Os anfibólios são mais estáveis do que os piroxênios no ciclo sedimentar, constituindo um grupo de minerais quimicamente complexos e que exibe um amplo espectro composicional. As diversas espécies deste grupo cristalizam e recristalizam numa ampla gama de composições P e T e estão relacionadas diretamente com suas propriedades óticas e composição química (Leake, 1978, Mange & Maurer, 1992, Deer *et al.*, 1992, Leake *et al.*, 1997 *apud* Remus *et al.*, 2008). Algumas espécies podem ser identificadas óticamente com relativa precisão, como é o caso dos anfibólios azuis da série do glaucofano-riebeckita que indica derivação dos terrenos de alta P/T. Os diferentes tipos de hornblenda (verde, marrom e azul-verde) além da série tremolita-actinolita, podem ser discriminados óticamente em análises varietais (Remus *et al.*, 2008).

2.1.1.5 Zircão

O zircão é um mineral acessório comum, ultra-estável e frequentemente encontrado em assembléias de minerais pesados de arenitos e conglomerados de bacias sedimentares de todas as idades. Ele é quimicamente resistente e refratário, sobrevivendo aos processos de intemperismo, transporte, diagênese e em grande parte do campo do metamorfismo (Remus *et al.*, 2008).

2.1.1.6 Monazita

A monazita é um fosfato de Ce, La e Th e ocorre primariamente como mineral acessório de rochas metassedimentares, granitos, sienitos, rochas alcalinas, pegmatitos e determinadas rochas hidrotermais (Spear & Pyle, 2002 *apud* Remus *et al.*, 2008). Nas rochas sedimentares, a monazita detrítica ocorre principalmente como grãos equigranulares, subédricos e arredondados, resistentes aos processos de intemperismo e diagênese (Mange & Maurer, 1992, Morton & Hallsworth, 1994). A monazita é um mineral relativamente macio (dureza 5) e não resiste aos processos de reciclagem como o zircão. Em consequência, a monazita registra, em geral, os últimos eventos formadores de rochas do embasamento (Remus *et al.*, 2008).

Quadro 1 - Estabilidade dos minerais pesados (Pettijohn et al., 1973).

ESTABILIDADE	MINERAIS
Muito Instáveis	Olivina
Instáveis	Hornblenda Actinolita Augita Diopsídio Hiperstênio Andaluzita
Moderadamente Estáveis	Epidoto Cianita Granada (rica em ferro) Silimanita Esfeno Zoisita
Estáveis	Apatita Granada (pobre em ferro) Estauroлита Monazita Anatásio
Ultra-Estáveis	Rutilo Zircão Turmalina

2.2 ÍNDICES DE ABUNDÂNCIA RELATIVA DOS MINERAIS PESADOS

Após a quantificação, selecionam-se índices de abundância relativa entre minerais com densidades e hábitos similares e que, por isso, apresentam um comportamento hidráulico similar e são ótimos indicadores de proveniência.

Um dos índices utilizados é o ZTR (soma da percentagem de zircão + turmalina + rutilo / total de pesados translúcidos). Utiliza-se o índice ZTR, que indica a maturidade mineralógica do sedimento, porque estes três minerais têm maior estabilidade que os outros minerais pesados (Hubert, 1962). Como regra geral, arenitos com ZTR elevado possuem áreas-fonte envolvendo terrenos reciclados (sedimentos siliciclásticos ou metassedimentares de muito baixo grau) enquanto que aqueles que possuem ZTR baixos são sedimentos de primeiro ciclo. Este índice permite avaliar o efeito de processos de dissolução intempérica (p.e. Est/ZTR + Est. Morton, 1985).

Outro índice frequentemente utilizado é o da razão apatita e turmalina (ATi), determinado por: $100 \times \text{apatita} / \text{turmalina} + \text{apatita}$. Este parâmetro é escolhido por causa da sensibilidade ao intemperismo (apatita é extremamente instável em condições de intemperismo ácido) (Nickel, 1973, Grimm, 1973, Morton, 1984, 1986), onde a turmalina é muito estável. Assim sendo, em sistemas aluviais com condições de pH ácido, a apatita dissolve com maior facilidade e tende a diminuir suas proporções no concentrado final (Savage et al., 1988, Morton & Johnsson, 1993, Morton & Hallsworth, 1999).

O RZi, outro exemplo de razão a ser trabalhada, é um índice de proveniência definido por meio de razões de minerais com comportamento hidráulico e químico similar: $100 \times \text{rutilo} / \text{zircão} + \text{rutilo}$ (Morton & Hallsworth, 1994). Os pares de minerais escolhidos possuem densidades semelhantes e variações nas suas proporções estão relacionadas a mudanças na proveniência, tendo em vista a premissa de que a rocha-fonte possui valores mais ou menos constantes desta razão.

Outro par de minerais utilizados como razão é o AZi ($100 \times \text{apatita} / \text{apatita} + \text{zircão}$), onde os dois minerais possuem densidades diferentes, podendo mostrar variações nos valores devido ao fracionamento hidráulico. Assim, variações no AZi

podem estar relacionadas a mudanças nas condições hidrodinâmicas da composição.

Existem ainda índices como o GZi (100 X granada / granada + zircão), o MZi (100 X monazita / monazita + zircão) e o CZi (100 X cromo-espinélio / cromo-espinélio + zircão). Estes índices foram introduzidos por Morton e Hallsworth (1994) e suas variações auxiliam na diferenciação de areias/arenitos e na discriminação de área-fonte (Fontanelli, 2007).

2.3 PROVENIÊNCIA

A análise de minerais pesados é uma das mais importantes e largamente utilizadas técnicas na determinação de proveniência de areias e de rochas sedimentares. Mais de 50 minerais pesados detríticos já foram encontrados em arenitos (Mange & Maurer, 1992).

Um dos principais fatores que influenciam as assembléias minerais é que elas não somente refletem as características da rocha-fonte, mas também de processos atuantes. Vários processos têm a habilidade de alterar abundâncias relativas de minerais pesados durante o ciclo sedimentar (Morton, 1985). Rochas em afloramentos nas áreas fonte estão sujeitas ao regime intempérico que pode acarretar mudanças na assembléia de minerais pesados da rocha antes mesmo de esta ser incorporada pelo ciclo sedimentar. Mesmo assim, nos dias de hoje, os rios contem ricas e diversas suítes de minerais pesados (e.g. Russel, 1937, Shukri, 1949, Van Andel, 1950, Morton & Johnsson, 1993, Machado & Remus, 2011), indicando que o intemperismo não afeta significativamente a diversidade de assembléias minerais incorporadas dentro do sistema de transporte. Isto pode ser devido ao fato de que a maioria dos estudos foi efetuada com limite de denudação intempérica estipulado, no qual o processo de remoção de material intemperizado de uma área é potencialmente mais rápido do que o processo intempérico de geração do material (Johnsson *et al.*, 1991).

Estudos de regimes de transporte limitados, nos quais as razões de máximo excedem a habilidade de processos de transporte para a remoção de material, pode revelar um maior controle intempérico nas assembléias, pois nessas circunstâncias

o produto intempérico tem maior tempo de reação com o solo e água superficial. Isso ocorre quando, em um caso hipotético, há o soerguimento do embasamento em taxas relativamente altas e por alguma razão qualquer essas taxas diminuem bruscamente. O potencial hidráulico das águas diminui e ocorre uma maior exposição do mineral ao intemperismo, até que ele seja desfragmentado e transportado para seu local de deposição. Durante esse período o intemperismo age sobre o mineral, causando até seu total desaparecimento.

Durante o transporte, minerais sofrem processos de abrasão que podem afetar as abundâncias relativas dos minerais com diferentes estabilidades mecânicas. Embora trabalhos experimentais permitam a determinação relativa de estabilidade mecânica para minerais detríticos (Friese, 1931, Thiel, 1940, 1945, Dietz, 1973 *apud* Morton & Hallsworth, 1994), existe uma pequena evidência de que processos de abrasão agem significativamente em situações naturais (Morton & Smale, 1990). A figura 1 caracteriza os sítios onde atuam os principais processos do ciclo sedimentar.

O principal obstáculo a ser enfrentado quando se procura identificar as assinaturas composicionais de diferentes rochas-fonte diretamente nos sedimentos clásticos delas produzidos e nas rochas delas evoluídas (rochas sedimentares), deve-se a influência das texturas das rochas-fonte e dos sedimentos sobre a composição (Remus *et al.*, 2008). Sedimentos mais grossos contêm mais fragmentos de rochas (litoclastos) compostos por diversos minerais e/ou cristais ou grãos de minerais. Nos sedimentos mais finos dessas mesmas fontes esses fragmentos ocorrem desagregados em grãos monominerálicos de quartzo,

feldspato, micas, etc. (Zuffa, 1985 *apud* Remus *et al.*, 2008).

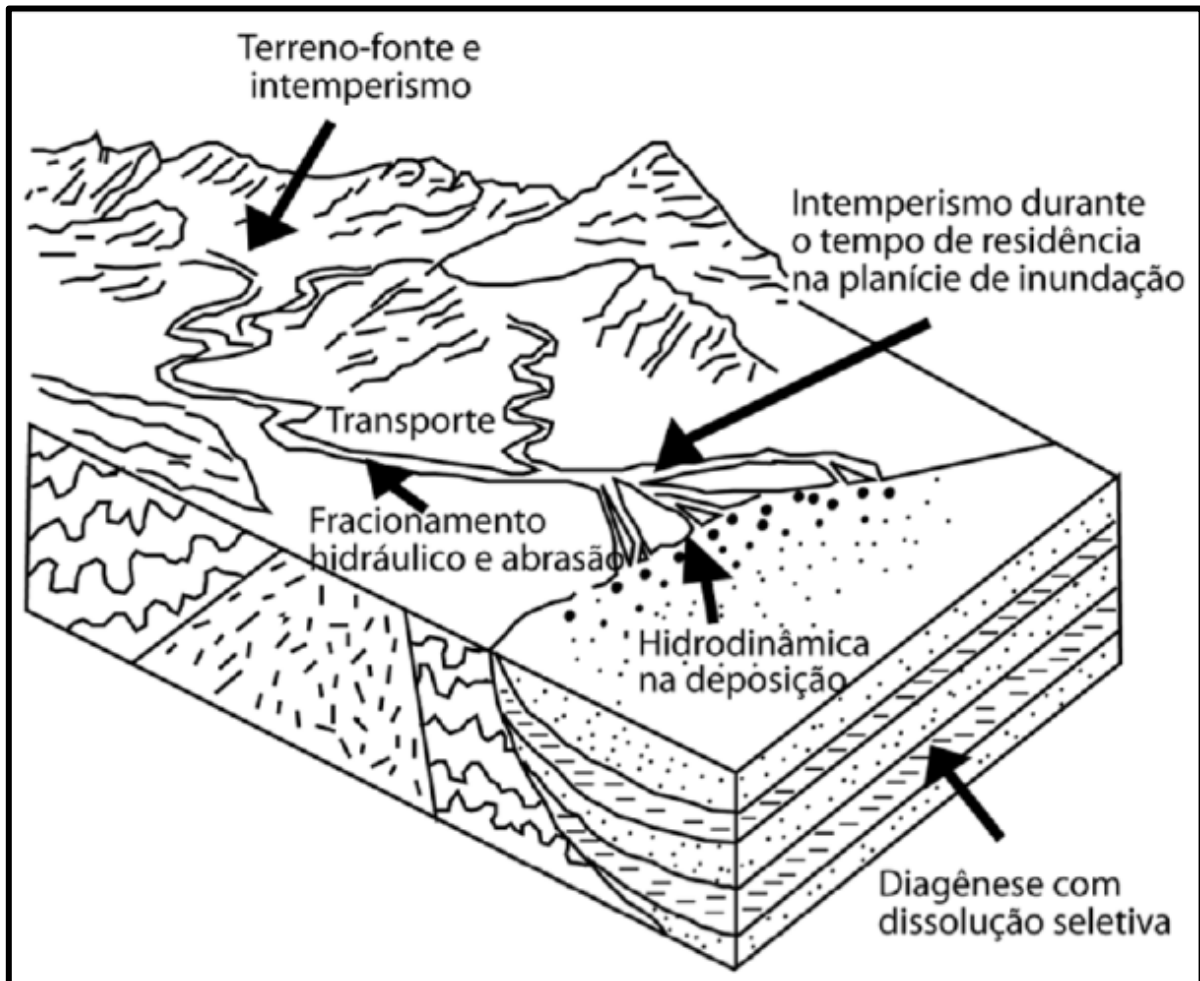


Figura 1 - Localização esquemática dos sítios onde atuam os principais processos que controlam a composição dos sedimentos e rochas sedimentares clássicas (modificado de Morton & Hallsworth, 1994, p. 242, *apud* Remus *et al.*, 2008).

2.3.1 Estudo de Varietais

O estudo de minerais varietais baseia-se na variação individual dos minerais pesados, o que geralmente acontece neste tipo de estudos, ou nas variações de uma população deste mesmo mineral (Morton & Hallsworth, 1994). Isso ocorre devido à variação dos valores de densidade e de estabilidade relativa (condicionantes para a deposição dos minerais: transporte, clima, etc.) sob investigação. Os dados obtidos no estudo de varietais auxiliam na subdivisão dos minerais em populações nas bacias, através de propriedades ópticas, como cor,

forma e hábito. Zircão e turmalina têm sido muito usados nestes estudos (Krynine, 1946, Poldervaart, 1955 *apud* Morton & Hallsworth, 1994). Contudo, subdivisões nas bacias por propriedades ópticas é um exercício subjetivo, e limites entre classes dentro de populações são, por necessidade, geralmente arbitradas. O problema com esses tipos de técnicas subjetivas é que elas dependem dos critérios utilizados para definir os limites de classes, pelos diferentes petrógrafos. Entretanto, tais técnicas tornam-se mais robustas quando comparados com dados de vários parâmetros de um mesmo mineral (cor, hábito, estrutura interna, etc.). Portanto, embora ainda haja um lugar importante para o estudo de variedades, que fazem uso de propriedades ópticas, tirar conclusões somente com base nesses dados deve ser tratado com cuidado.

Mais adiante, a análise de minerais pesados de alta resolução é mais minuciosa, pois qualifica as diferentes variedades de minerais pesados individuais, baseado no conhecimento de que a maioria dos minerais acessórios forma-se numa diversidade de tamanhos e hábitos e são representados por diversas variedades químicas, estruturais, coloração e ótica, controladas, primeiramente, pelas condições físico-químicas durante a sua cristalização e recristalização (Mange & Maurer, 1992 *apud* Remus *et al.*, 2008).

As variáveis mais utilizadas nos trabalhos com esse método consistem de: morfologia, cor e estrutura interna dos grãos. Zircões e apatitas euédricas com terminações pontiagudas são indicadores de uma origem vulcanogênica contemporânea enquanto que os mesmos minerais bem arredondados indicam proveniência de terrenos reciclados, retrabalhados por ondas ou envolvimento num sistema eólico. Trabalhos clássicos e modernos utilizam com frequência a caracterização de espécies minerais individuais com variações de morfologia e cor de turmalina e/ou zircão para estudos de proveniência (Krynine, 1946, Mange & Rajetzky, 1995, Caironi *et al.*, 1996, Lihou & Mange-Rajetzky, 1996, Corfu *et al.*, 2003 *apud* Remus *et al.*, 2008). O grau de arredondamento de minerais pesados pode ser avaliado pelo índice Ari ($100 \times \text{apatita arredondada} / \text{apatita total}$) utilizado para avaliar a história de transporte do sedimento e mudanças de proveniência (Allen & Mange-Rajetzky, 1992, Mange & Wright, 2007 *apud* Remus *et al.*, 2008).

O advento de equipamentos de microanálise com pronta disponibilidade dos dados, tais como microsonda eletrônica, tem permitido que o estudo de minerais varietais seja feito baseado na análise geoquímica de grãos separadamente. Isso tem vantagens consideráveis sobre métodos ópticos porque gera dados numéricos que podem ser tratados com maior confiança, e isso gera uma base para comparação direta da mineralogia de rocha-fonte. Este método pode ser aplicado a uma larga variedade de minerais pesados detríticos assim como a diferentes minerais mostrando algum grau de variação composicional, desde que o mineral seja translúcido. No entanto, isso nem sempre é viável para estudos geoquímicos de grãos isolados. Por exemplo, equipamentos podem não ser facilmente acessáveis. Além disso, devido à concentração em apenas um tipo de grão, estudo com varietais podem fornecer informações sobre a proveniência apenas daquele mineral em particular, causando uma tendenciosa visão da proveniência daquela rocha por inteira. Um exemplo disso seria quando, por alguma razão, ocorre à concentração de um determinado mineral que é confinado a uma rocha específica da vizinhança, e com essa concentração, há o perigo de essa informação, que relata apenas o mineral pesado de uma das rochas fonte, não contar com o fato de que essa não foi à única rocha-fonte da sedimentação (Morton & Hallsworth, 1994).

2.3.2 Razões entre Minerais Pesados

Com o avanço das técnicas de análise de minerais varietais, critérios foram estabelecidos para o uso de dados convencionais de minerais pesados. O trabalho destes dados produzidos por análise de suítes de minerais pesados ao microscópio petrográfico, auxiliam na identificação da proveniência das areias. Esses critérios envolvem feições características de minerais pesados e são diretamente relacionados com a área-fonte e não sofrem nenhum tipo de fracionamento durante o ciclo sedimentar.

2.3.2.1 Estabilidade química

Para evitar a possibilidade de que variações na em abundância relativa de minerais pesados sejam resultado de diferentes condições diagenéticas, somente proporções de minerais que são estáveis no regime diagenético devem ser considerados. Dessa forma, é necessário cuidado e atenção especial no uso de suítes de minerais pesados, pois alguns minerais podem ser instáveis quando soterrados a grandes profundidades e seus equivalentes podem não responder da mesma forma quando em condições mais amenas de soterramento (Morton & Hallsworth, 1994).

Minerais conhecidos por serem estáveis diante de fluidos em altas temperaturas (como visto em soterramentos profundos), são polimorfos do TiO_2 (rutilo, anatasio, e brookita), turmalina e zircão (Morton, 1984, Mange & Maurer, 1992). Além disso, esses minerais são estáveis na presença de águas subterrâneas ácidas, exceto a apatita, que é prontamente dissolvida em tais condições.

Controvérsias sobre o comportamento da monazita espinélio e cloritóide vêm sendo discutidas e publicadas. Isso ocorre porque Morton (1984) diz que ambos os minerais são estáveis em condições de água subterrânea ácida e Mange e Maurer (1992) sugerem que com base em observações, cloritóides e espinélio são menos estáveis do que a granada.

2.3.2.2 Comportamento hidráulico

Mesmo havendo consideráveis debates sobre o comportamento hidráulico dos minerais pesados, não há dúvidas de que grãos minerais com propriedades hidráulicas similares comportam-se de forma similar. Os controladores do comportamento hidráulico de minerais pesados são o tamanho de grão, a densidade e a forma. O formato do grão controla a abundância relativa dos minerais com diferentes hábitos, sendo assim, minerais com hábitos prismáticos comportam-se diferentemente dos placóides, por exemplo. Dessa forma, no trabalho com proveniência, os melhores resultados sempre serão esperados quando comparadas proporções de minerais de hábitos cristalinos similares. Nessas circunstâncias, a

abundância relativa de grãos de minerais pesados de tamanhos e densidades similares não será afetada pelas mudanças de condições hidráulicas e irá, com isso, refletir de forma significativa as características da área-fonte.

Examinando o intervalo e o significado das densidades dos minerais pesados na tabela 1, observamos inúmeros pares de ocorrência mineral comum que preencheriam os critérios de comportamento hidráulico similar. Estes seriam apatita-turmalina, minerais de TiO_2 -zircão, monazita-zircão e espinélio de cromo-zircão. Polimorfos de TiO_2 possuem o mesmo comportamento hidráulico. Muito importante ressaltar que quando for utilizado o cloritóide na caracterização de proveniência, suas abundâncias têm que ser em comparação a abundância de turmalina ou de apatita.

Isso ocorre porque ele possui característica de não se posicionar, por densidade, nem no grupo dos minerais pesados ditos leves nem dos minerais pesados ditos pesados. Todavia, por seu hábito placóide ele se enquadra nos minerais pesados leves. Mesmo assim, utilizar cloritóides na caracterização de proveniências merece um cuidado especial.

Quadro 2 - Densidade e hábito típico do grão detrítico dos minerais estáveis mais pesados (Deer et al., 1982, Mange & Maurer, 1992 apud Morton & Hallsworth, 1994).

Mineral	Hábito	Intervalo de densidade	Valor médio
Turmalina	Granular/Prismático	3,03 – 3,25	3,14
Apatita	Granular/Prismático	3,10 – 3,35	3,23
Cloritóide	Placóide	3,51 – 3,80	3,66
Anatasio	Granular	3,82 – 3,97	3,90
Granada	Granular	3,58 – 4,32	4,10
Brookita	Granular/Prismático	4,08 – 4,18	4,13
Rutilo	Granular/Prismático	4,23 – 5,50	4,23
Espinélio	Granular	4,62	4,62
Zircão	Granular/Prismático	4,60 – 4,70	4,65
Espinélio Cromífero	Granular	4,43 – 5,09	4,76
Monazita	Granular	5,00 – 5,30	5,15

* Observar que: a maioria dos minerais de sistema cúbico possui hábito granular, mas nem todos minerais de hábito granular pertencem ao sistema cúbico (ex: quartzo é do sistema hexagonal e possui hábito granular, entre outros).

Algumas das razões das densidades de vários pares de minerais são dados no quadro 3.

Quadro 3 - Densidades diferenciais de pares de minerais. Dados calculados usando a média dos valores de densidade (Morton & Hallsworth, 1994).

Razão mineral	Razão da densidade	Densidades diferenciais (%)
Zircão/Espinélio cromífero	0,98	2
Turmalina/Apatita	0,97	3
Anatasio/Rutilo	0,92	8
Rutilo/Zircão	0,91	9
Zircão/Monazita	0,90	10
Granada/Zircão	0,88	12
Turmalina/Monazita	0,61	39
Turmalina/Zircão	0,67	33

2.3.3 Análise composicional de Granadas

O trabalho com minerais pesados do grupo da granada é adequado para estudos de proveniência, sendo uma importante ferramenta na delimitação de áreas-fonte nos processos sedimentares. Algumas características favoráveis são destacadas a seguir:

- Ampla variação composicional, ou seja, há sete membros finais principais no grupo que fornecem informações detalhadas sobre tipos litológicos das áreas-fonte.
- Extremamente estáveis ao intemperismo e relativamente estáveis na diagênese.
- Variação relativamente pequena de densidade (3,6 – 4,3 g/cm³), diminuindo o efeito da seleção hidráulica.
- A utilização da fração 65-125 µm minimiza os efeitos hidráulicos e as variações nas propriedades óticas para seu reconhecimento.
- Estudando um único grupo mineral, como a granada, por exemplo, minimiza possíveis efeitos de instabilidade mecânica, dessa forma minimiza os efeitos da

destruição seletiva durante o intemperismo, o transporte e a diagênese.

Granadas são minerais tipicamente encontrados em rochas metamórficas, mas podem ocorrer em rochas ígneas alcalinas, kimberlitos, aplitos e pegmatitos graníticos, entre outras.

O grupo das granadas forma uma série isomórfica subdividida em 07 espécies, representadas pelos seguintes membros extremos:

- Piropo $Mg_3 Al_2 Si_3 O_{12}$
- Almandina $Fe_3 Al_2 Si_3 O_{12}$
- Espessartita $Mn_3 Al_2 Si_3 O_{12}$
- Grossulária $Ca_3 Al_2 Si_3 O_{12}$
- Andradita $Ca_3 (Fe^{3+}Ti)_2 Si_3 O_{12}$
- Uvarovita $Ca_3 Cr_2 Si_3 O_{12}$
- Hidrogrossulária $Ca_3 Al_2 Si_2 O_8 (SiO_4)_{1-m}(OH)_{4-m}$

As granadas são nomeadas de acordo com a predominância da espécie em sua composição, sendo rara a ocorrência de composição correspondendo a um membro extremo.

Dois diagramas triangulares (Fig. 2) distintos podem auxiliar na identificação das rochas-fonte das granadas. Os mesmo possuem em seus vértices: P (piropo); AIS (Al = almandina + S = espessartita); GAU (G = grossularia + A = andradita + U = uvarovita) e PGAU (P = piropo + G = grossularia + A = andradita + U = uvarovita). Os diagramas triangulares P-AIS-GAU e Al-S-PGAU discriminam cinco campos composicionais, (a), (b), (c), (d) e (e) correspondentes a 8 grupos distintos de rochas portadoras de granadas conforme legenda da figura abaixo.

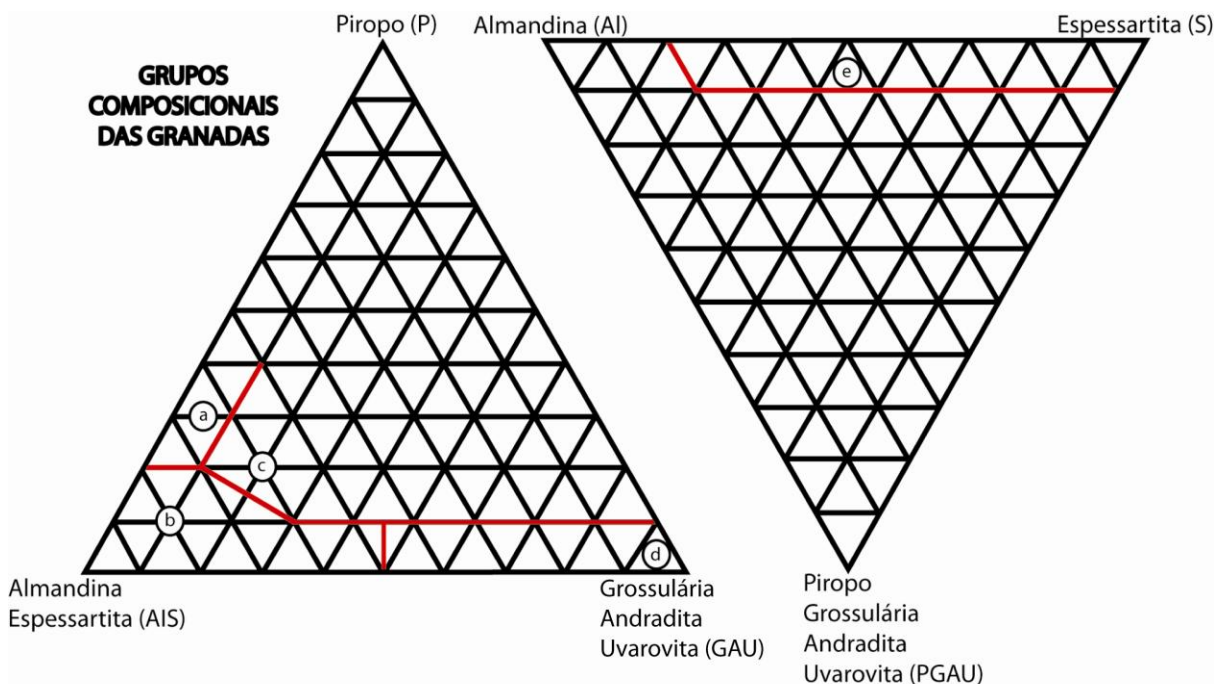


Figura 2 - Diagramas triangulares P-AIS-GAU e Al-PGAU-S discriminando cinco campos composicionais: **(A)** Granadas com elevado teor de Piropo ($P > 20$) e baixo teor de Grossulária+Andradita+Uvarovita ($GAU < 10$), derivadas de rochas metamórficas de alto grau (paragneisses, granulitos e charnockitos). **(B)** Granadas com teores baixos de Piropo, elevados valores para AIS e teores variáveis de GAU são características de rochas metasedimentares de baixo a médio grau e incluem alguns granitos. **(C)** Granadas com elevados teores de Piropo e GAU, derivadas de metabasitos (anfíbolitos e gnaisses máficos). **(D)** Granadas com elevados teores de GAU ($G > 50$) e baixos teores de P (< 10) são encontradas em metacarbonáticas (rochas metamórficas regionais e de contato; escarnitos). Granadas de rochas alcalinas com elevado teor de Ca (Grossulária e Andradita) podem conter teores de P mais elevados. **(E)** Granadas com baixos teores de PGAU e elevados valores de Espessartita ($S > 20$) são encontradas em pegmatitos e aplitos graníticos e em alguns granitos. Campos **A**, **B**, **C** e **D**, conforme definido por Sabeen et al. (2002) e Morton et al. (2002, 2004); campo **E** conforme definido por Remus et al. (2004, 2007).

2.3.4 Proveniência Tectônica

O principal obstáculo a ser enfrentado quando se procura identificar as assinaturas composicionais de diferentes rochas-fonte diretamente nos sedimentos clásticos delas produzidos e nas rochas deles evoluídas, deve-se à influência das texturas das rochas-fonte e dos sedimentos sobre a composição. Sedimentos mais grossos contêm forçosamente mais fragmentos de rochas (litoclastos) compostos por diversos minerais e/ou cristais ou grãos de minerais. Nos sedimentos mais finos

das mesmas fontes esses fragmentos ocorrem desagregados em grãos monominerálicos de quartzo, feldspatos, micas, etc (Allen 1962, Gazzi 1966, in: Zuffa 1985 *apud* Remus *et al.*, 2008).

A solução para permitir o reconhecimento das rochas fonte sem um “ruído textural” causado pelo conteúdo de fragmentos de rocha consiste na técnica de Gazzi-Dickinson (Zuffa, 1985): cristais maiores que o tamanho silte (0,0625 mm) nos fragmentos de rochas são contados separadamente como quartzo, feldspatos, etc, devidamente identificados com respeito ao tipo de litoclastos onde estão. São contados diretamente como litoclastos apenas fragmentos com textura fina (vulcânicas afaníticas, ardósias e filitos, chert, rochas carbonáticas, lutitos, etc.), considerados como matriz. O resultado desta metodologia é de salientar a composição mineralógica-litológica das rochas-fonte, independentemente da granulometria (Remus *et al.*, 2008).

A contagem discriminada Gazzi-Dickinson permite a identificação das “assinaturas” composicionais dos principais ambientes tectônicos das áreas-fonte (Tab. 1), crátons estáveis, rifts alimentados pelo soerguimento de blocos do embasamento, arcos magmáticos, e cinturões orogênicos com reciclagem de rochas sedimentares e metassedimentares), através de diagramas ternários combinados que permitem caracterizar cada caso, suas gradações e sua evolução (Fig. 3, Dickinson & Suczek, 1979, Dickinson *et al.*, 1983, Dickinson, 1985). A técnica consiste de que cristais maiores que o tamanho silte (0,0625 mm) nos fragmentos de rochas são contados separadamente como quartzo, feldspatos, etc, devidamente identificados com respeito ao tipo de litoclastos onde estão. São contados diretamente como litoclastos apenas fragmentos com textura fina (vulcânicas afaníticas, ardósias e filitos, chert, rochas carbonáticas, lutitos, etc), considerados como matriz. O resultado desta metodologia é de salientar a composição mineralógica-litológica das rochas-fonte, independentemente da granulometria.

Embora os diagramas ternários permitam boa discriminação para sedimentos ricos em fragmentos líticos, característicos de ambientes tectonicamente ativos, a sua resolução é limitada na determinação da proveniência de arenitos derivados de blocos continentais de margem passiva, freqüentemente de composição feldspática.

Além disso, diversos fatores modificam a composição original dos sedimentos durante o intemperismo, transporte, deposição e diagênese.

Por outro lado, a petrografia detalhada dos arenitos associada à discriminação temporal dos componentes (contemporâneos x não-contemporâneos; primeiro ciclo x reciclado) e espacial (intrabacia x extrabacia) utilizando as recomendações de Zuffa (1980, 1985, 1987, 1991) permitiu avanços importantes nos estudos de proveniência e na compreensão da dinâmica deposicional nas bacias e dos controles estratigráficos e tectônicos atuantes sobre a sedimentação (ver coletânea de artigos em Morton *et al.* 1991).

Tabela 1 - Tipos de proveniência tectônica, ambientes geotectônicos correspondentes e composição das areias geradas, segundo Dickinson et al. (1983) e Dickinson (1985).

Tipos de proveniência	Ambiente tectônico	Composição das areias geradas
Cráton estável	Intracontinental ou plataforma passiva	Areias quartzosas (ricas em Qt) com altas razões Qm/Qp e K/P
Soerguimento do embasamento	Rift ou ruptura transformante	Areias Quartzo-Feldspáticas (Qm-F) pobres em Lt e Qp, similares à area fonte
Arco magmático	Arco de ilhas ou arco continental	Areias feldspato-líticas (F-L) vulcanoclásticas com altas razões P/K e Lv/Ls, gradando para areias quartzo-feldspáticas derivadas de batólitos
Reciclagem orogênica	Cinturão orogênico ou complexo de subducção	Areias quartzo-líticas (Qt-Lt) ricas em Ls (sedimentares e meta-sedimentares), pobres em F e Lv, com razões variáveis de Qm/Qp e Qp/L

Classificação e símbolos dos tipos de grãos (Dickinson, 1985)

A. Grãos QUARTZOSO
(Qt = Qm + Qp)

B. Grãos FELDSPÁTICOS
(F = P + K)

C. FRAGMENTOS LÍTICOS
INSTÁVEIS

Qt = total de quartzosos

F = total de grãos de feldspatos

L = total de fragmentos líticos instáveis

Qm = quartzo monocristalino (> 0,0625mm)

P = grãos de plagioclásio

Lv = fragmentos líticos vulcânicos/ metavulcânicos

Qp = quartzo policristalino (ou calcedônia)

K = grãos de K – feldspato

Ls = fragmentos líticos sedimentares/metassedimentares

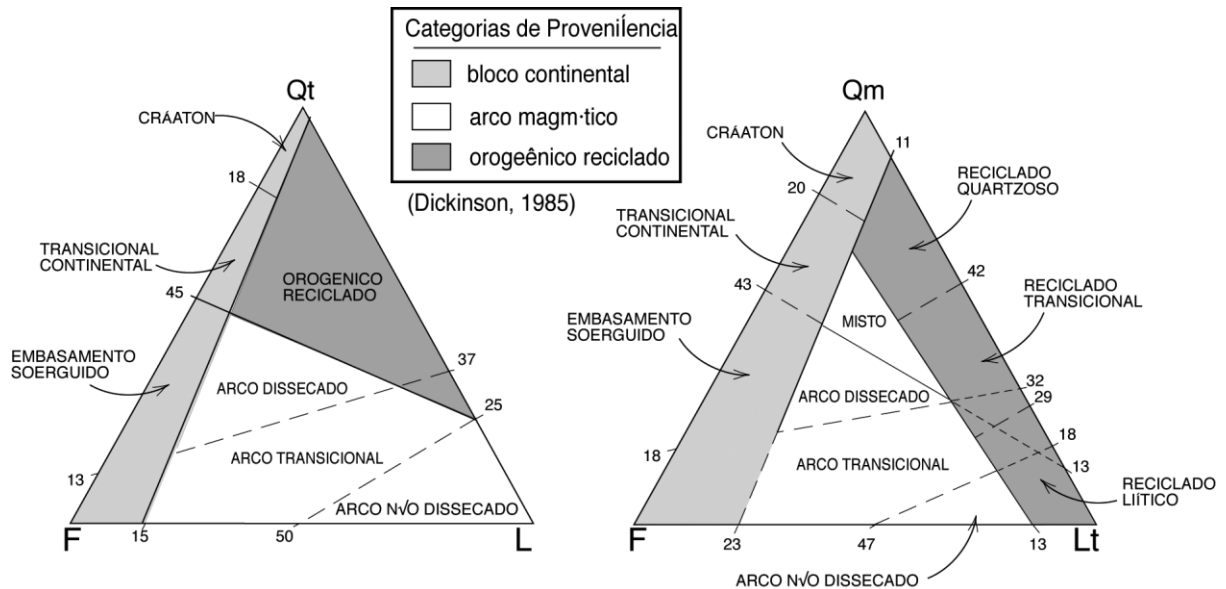


Figura 3 - Diagramas de tipos de proveniência tectônica. Características das areias geradas sumarizadas na tabela 1. Modificado de Dickinson (1985).

2.4 TRABALHOS COM MINERAIS PESADOS NA BACIA DO ESPÍRITO SANTO

A aplicação de técnicas integradas de petrografia, análise de minerais pesados, incluindo geocronologia de zircão e monazita – via SHRIMP e *laser ablation* ICP-MS, respectivamente, em diversos poços selecionados da Bacia de Espírito Santo, permitiram a identificação das principais áreas-fonte e a distribuição dos sedimentos arenosos na bacia desde o Cretáceo inferior até o Mioceno. Os arenitos da Bacia do Espírito Santo, estudados pelos autores, possuem composição feldspática e são provenientes de terrenos soerguidos de embasamento na classificação de Dickinson (1985), com algumas amostras de sequências mais jovens mostrando composição mais quartzosa. A persistência da composição feldspática do Cretáceo inferior até o Terciário indica atividade tectônica repetida,

com soerguimento recorrente dos terrenos do embasamento na área-fonte (De Ros *et al.*, inédito).

As assembléias de minerais pesados são dominadas por granadas derivadas, principalmente de terrenos metassedimentares de alto grau metamórfico, e minoritariamente de granitos do tipo S. A presença relativamente frequente de cianita em diversas amostras, além da ocorrência de silimanita, andaluzita e estauroлита, indica derivação de metapelitos ricos em Al de alto a médio grau metamórfico encontrados em terrenos metassedimentares do embasamento da costa leste (Complexo Paraíba do Sul e Terreno Cabo Frio conforme definidos por Pedrosa Soares *et al.*, 2001, Heilbron *et al.*, 2004, Schmitt & Trouw, 2004 *apud* Remus *et al.*, 2008).

Minerais máficos (hornblena, tremolita-actinolita, epidoto e clorita) que são minoritários na assembléia, indicam pequena contribuição de rochas máficas. Os padrões de distribuição dos minerais pesados, com aparecimento de estauroлита nas sequências mais jovens, sugerem que os processos de erosão no Cretáceo Inferior denudaram inicialmente as associações de rochas mais próximas da linha de costa da época, notadamente o Complexo Paraíba do Sul do terreno Oriental e foram gradativamente interiorizando, de modo a alcançar rochas do Grupo Rio Doce (Remus, inédito).

Adicionalmente, estudos de termocronologia por traços de fissão em apatitas na Bacia do Espírito Santo permitiram identificar as diferentes idades de soerguimento e erosão da área-fonte. A comparação dos resultados da bacia com aqueles do embasamento, mostraram-se consistentes entre si, e os eventos marcados na bacia também foram observados no embasamento, com idades de 18-19 Ma, 45-55 Ma, interpretados como grandes pulsos de soerguimento no embasamento adjacente (Vignol-Lelarge, inédito).

Idades U-Pb em zircões detríticos dos arenitos mostram valores dominantes do final do Ciclo Brasileiro (400-600 Ma). Zircões paleoproterozóicos e arqueanos são subordinados e indicam origem de grãos reciclados, incorporados no interior de rochas metassedimentares brasileiras com idades herdadas de rochas-fonte primárias. A ausência de monazitas detríticas mais antigas que ~ 630 Ma indica que

as áreas-fonte dos arenitos estudados eram exclusivamente do cinturão Brasileiro e que os zircões Arqueanos e Paleoproterozóicos são reciclados e herdados dos metassedimentos. Em consequência, a área-fonte dos arenitos estudados está limitada aos terrenos Oriental e Cabo Frio e não alcançou o Terreno Ocidental (Remus, inédito).

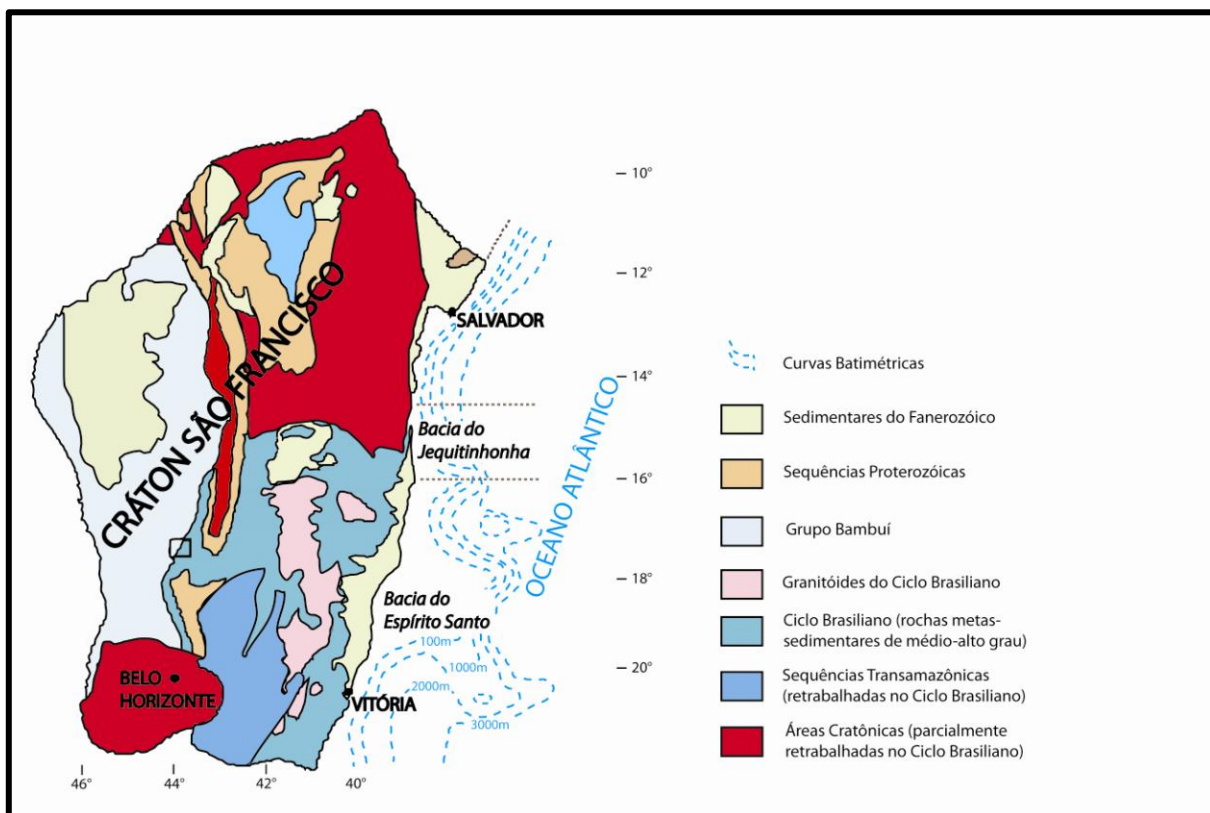


Figura 4 - Geologia do embasamento adjacente às bacias do Jequitinhonha e Espírito Santo mostrando a distribuição dos principais terrenos-fonte (modificado de Delgado & Pedreira, 1994, Oliveira et al., 1997).

2.5 ANÁLISE PETROGRÁFICA

Os dados petrográficos apresentados neste trabalho foram desenvolvidos dentro do projeto (Caracterização e Modelagem Estratigráfica-Petrológica Integrada dos Sistemas Mistos Siliciclásticos-Carbonáticos dos Campos de Fazenda Santa Luzia e Fazenda São Rafael, Bacia do Espírito Santo). A integração da petrografia e amostras de minerais pesados corroboram com um melhor refino para a integração com a estratigrafia.

2.6 ESTRATIGRAFIA DE SEQUÊNCIAS

O estudo da estratigrafia de sequências teve seu primórdio em 1932, quando Grabau reconheceu, pela primeira vez, ciclos regressivos e transgressivos. Posteriormente, Sloss *et al.* (1949, 1963), propuseram o primeiro conceito de sequência. Posteriormente, na década de 80, Van Wagoner e Posamentier definiram o que conhecemos hoje por estratigrafia de sequências. Na década de 90, começou o refino das técnicas e a estratigrafia de sequências foi relacionada à bioestratigrafia.

Estratigrafia de sequências é considerada por muitos como um das últimas revoluções conceituais no largo campo da geologia sedimentar (Miall, 1995 *apud* Catuneanu *et al.*, 2009), remendando a metodologia de análise estratigráfica.

A aplicação da estratigrafia de sequências está relacionada a uma grande gama de estudos como, por exemplo, na análise de registros geológicos locais e regionais, estudos paleogeográficos, observação de controles governantes de processos sedimentares e também é bastante aplicada na indústria do petróleo (Catuneanu *et al.*, 2009).

Estratigrafia de sequências é focada na análise das mudanças de fácies e caracteres geométricos dos estratos e identificação das superfícies chave para determinar a ordem cronológica de preenchimento da bacia e eventos erosionais. Padrões de empilhamento dos estratos respondem as interações de mudanças nas razões de sedimentação e nível de base, e reflete combinações de tendências deposicionais que incluem progradação, retrogradação, agradação e erosão vertical. Cada padrão de empilhamento de estratos define um tipo genético de depósito, com uma geometria distinta e estilo de preservação de fácies (Hunt & Tucker, 1992, Posamentier & Morris, 2000 *apud* Catuneanu *et al.*, 2009).

A estratigrafia de sequências pode ser uma ferramenta efetiva para a correlação em ambas as escalas, local e regional. O método comumente utilizado como uma aproximação moderna de análise estratigráfica integrada, combinando com outras ferramentas adicionais (Catuneanu *et al.*, 2009).

2.6.1 Conjunto de dados e Objetividade dos dados

De acordo com Catuneanu *et al.* (2009), o conjunto de dados e sua objetividade podem ser trabalhados desde a sua aquisição e integração, seja ele sísmico, afloramento, sondagem ou poços; suas dificuldades, limitações na aquisição, trabalho; e objetividade na utilização do dado (Catuneanu *et al.*, 2009).

2.6.1.1 Limitações de dados sísmicos

Dados sísmicos permitem a observação de terminações de estratos, padrões de empilhamentos de estratos em perfis 2D, e visualização 3D de superfícies estratigráficas e elementos deposicionais em subsuperfície (Posamentier, 2000 *apud* Catuneanu *et al.*, 2009). No entanto, as informações fornecidas por dados de exploração convencional (20 – 40 Hz) são limitadas pela resolução sísmica vertical, a qual filtra os “detalhes” (ciclos de alta frequência) que podem estar presentes em subsuperfície. A habilidade para determinar ciclos que podem estar amalgamados em uma reflexão simples é melhorando continuamente as técnicas de aquisição e processamento de dados sísmicos. O fato de que a arquitetura da reflexão sísmica aumenta em complexidade com o aumento da resolução tem sempre sido admitido (Cartwright *et al.*, 1993 *apud* Catuneanu *et al.*, 2009).

2.6.1.2 Limitações de dados de afloramentos, sondagem e perfis de poços

A interpretação de afloramentos, sondagem e perfis de poços em termos da posição de várias superfícies de sequências estratigráficas pode ser afetada pela incerteza da resolução vertical dos dados sísmicos (Catuneanu *et al.*, 2009). Por exemplo, identificar uma superfície que interpretada marca o tempo de máxima transgressão da linha de costa ao longo de uma seção deposicional de mergulho (superfície de inundação máxima) com uma seção condensada de metros ou dezenas de metros de folhelho, pode compreender uma margem de erro equivalente a espessura da seção condensada. Similarmente, a identificação de uma superfície que marque o tempo de máxima regressão da linha de costa em uma seção

deposicional (superfície de máxima regressão) incluindo espesso e maciço (“blocoso” em perfis de poços) arenito de águas rasas é igualmente desafiador e potencialmente sujeito a incertezas significantes (Catuneanu *et al.*, 2009)

À exceção de sucessões litológicas monótonas que apresentam mínimas mudanças no tamanho de grão, afloramentos, sondagem e perfis de poços apresentam a oportunidade de uma observação das tendências de variações verticais texturais (Catuneanu *et al.*, 2009).

O mapeamento de conformidades correlativas não é baseado na mudança de engrossamento ou afinamento de grão e sim na mudança do padrão de empilhamento dos estratos, que é mais bem observado em linhas sísmicas (Catuneanu *et al.*, 2009).

Sedimento entregue a linha de costa é mais grosseiro durante regressão forçada do que durante regressão normal (Posamentier & Morris, 2000, Catuneanu, 2006 *apud* Catuneanu *et al.*, 2009). Portanto, a conformidade correlativa no topo dos depósitos da regressão forçada pode corresponder a uma diminuição da media dos tamanhos de grãos durante a progradação continua (Morris *et al.*, 1995, Posamentier *et al.* 1995, Posamentier & Morris, 2000, Catenuanu, 2006 *apud* Catuneanu *et al.*, 2009). Tal mudança textural pode fornecer critérios para inferir a posição de dois tipos de conformidades correlatas em estudos de afloramentos e sondagem. A distinção entre regressão normal e forçada é importante porque eles são fundamentalmente diferentes em termos de ação de processos durante a sedimentação, assim como em *plays* de petróleo associados (Posamentier & Morris, 2000, Catuneanu, 2006 *apud* Catuneanu *et al.*, 2009).

2.6.1.3 Objetividade do dado e interpretações inerentes

Interpretações são inerentes a observação e processamento de qualquer tipo de dado. De fato, existe uma íntima relação entre observações proporcionadas por dados e interpretações. Um fato consumado é que, em geologia, nada pode ser assegurado por pura observação (Rudwick, 1996, Miall & Miall, 2001). Praticamente todas as observações levam consigo uma forma de interpretação, do contrario falta

um contexto e tornam-se sem significado. Isso é fato para qualquer observação de qualquer tipo de dado, desde afloramento até sísmica (Catuneanu *et al.*, 2009).

2.6.2 Modelo Independente da Plataforma de Estratigrafia de Sequências

2.6.2.1 Metodologia

Um dos aspectos mais importante e menos descrito na estratigrafia de sequências é relacionado ao método. Após os anos 70, quando Robert Mitchum e seus colegas descreveram as metodologias e definições da estratigrafia de sequências (Mitchum, 1977, Mitchum & Vail, 1977, Mitchum *et al.*, 1977, Ramasayer, 1979 *apud* Catuneanu *et al.*, 2009), a maioria dos artigos científicos relacionados a evolução dos conceitos de estratigrafia de sequências foram focados nos modelos (Jervey, 1988, Posamentier & Vail, 1988, Hunt & Tucker, 1992, Embry, 1995, Paola, 2000, Plint & Nummedal, 2000, Catuneanu, 2002 *apud* Catuneanu *et al.*, 2009).

A força da metodologia da estratigrafia de sequências é a ênfase em observações básicas, que incluem: o tipo de fácies (lito-, bio-, quimio-); a natureza dos contatos estratigráficos (concordantes, discordantes); o padrão de empilhamento vertical das fácies (tendências deposicionais); a variabilidade *strike* dos cinturões de fácies; terminações de estratos; e geometria dos estratos. Cada um dessas observações básicas pode fornecer informações críticas para a localização das superfícies estratigráficas e definições de tratos de sistemas. A oportunidade de coletar todas essas informações pode depender do tipo de dado disponível e da escala de observação (Catuneanu *et al.*, 2009).

Empilhamento vertical de conjuntos de parasequências pode ser classificado como progradacional, retrogradacional ou agradacional (Van Wagoner *et al.*, 1990 *apud* Catuneanu *et al.*, 2009) e é definido com base na observação das relações verticais de fácies (Catuneanu *et al.*, 2009).

Terminações de estratos foram originalmente definido por Mitchum *et al.* (1977) *apud* Catuneanu *et al.*, 2009 quando interpretando perfis de refletores

sísmicos, embora eles podem também serem observados em grandes afloramentos de escala sísmica. Quatro terminações de estratos podem ser usadas para identificar superfícies de sequências estratigráficas, duas ocorrendo sobre a superfície (*on lap* e *downlap*) e duas sob a superfície (*top lap* e truncamento) (Catuneanu *et al.*, 2009).

Geometria de estratos junto com terminações estratais pode ser utilizada para definir superfícies e tratos de sistemas, e ainda para inferir condições de acomodação durante o tempo de deposição. O elemento geométrico chave para ser observado é a paleo-quebra da plataforma e sua trajetória em um pacote progradacional. A trajetória da paleo-quebra da plataforma (Steel & Olsen, 2002 *apud* Catuneanu *et al.*, 2009) é usada para interpretar mudanças na acomodação na plataforma (área locada mais continental da quebra da plataforma) (Johannessen & Steel, 2005; Carvajal & Steel, 2006 *apud* Catuneanu *et al.*, 2009).

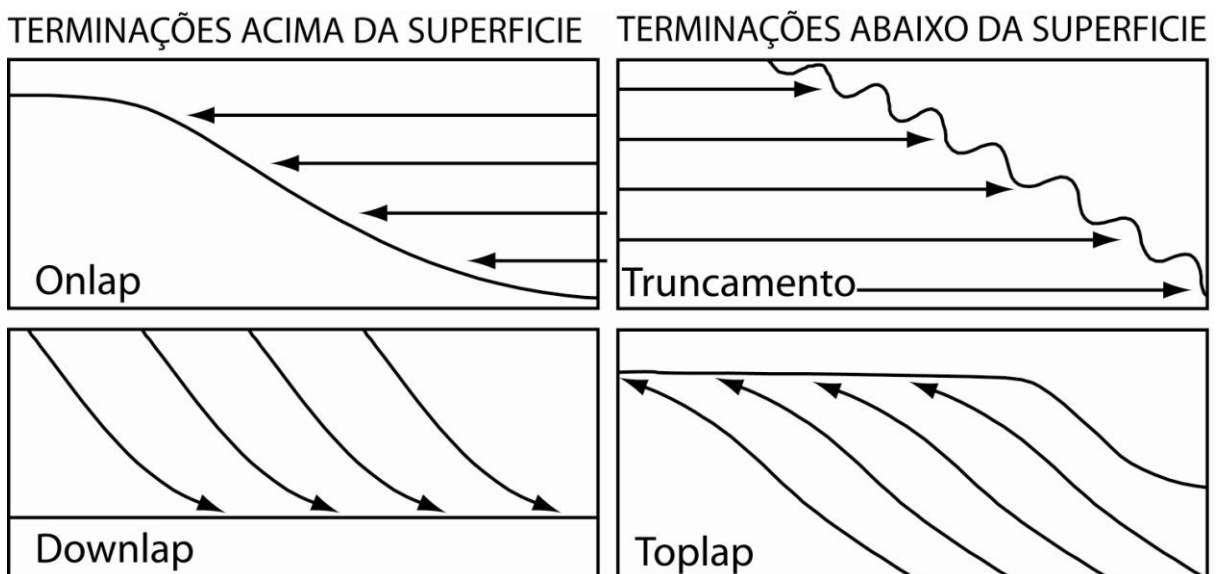


Figura 5 - Terminações de estratos que podem ser observados acima ou abaixo de uma superfície estratigráfica em perfis sísmicos e afloramentos de maior escala (Modificado de Mitchum & Vail, 1977).

2.6.2.2 Nível de base e acomodação

A relação entre padrão de empilhamento de estratos e mudanças cíclicas no nível de base é um tema fundamental na estratigrafia de sequências. Essa relação foi enfatizada mesmo antes da definição de estratigrafia de sequências como um método, nos anos 70 e 80 (Barrel, 1917, Wheeler & Murray, 1957, Wheeler, 1958, 1959, Sloss, 1962, Wheeler, 1964 *apud* Catuneanu *et al.*, 2009). O conceito de nível de base delinea uma superfície dinâmica de balanço entre erosão e deposição. Definições equivalentes colocam essa superfície de equilíbrio no mais baixo nível de erosão continental, na base do perfil fluvial ou no topo que uma sucessão sedimentar pode ser construída (Twenhofel, 1939, Sloss, 1962 *apud* Catuneanu *et al.*, 2009). A quantidade de espaço disponível para o preenchimento por sedimentos desde o nível de base define o conceito de “acomodação” (Jervey, 1988 *apud* Catuneanu *et al.*, 2009). Uma subida do nível de base cria acomodação, no entanto, a queda do mesmo, destrói acomodação. O nível de base é comumente aproximado ao nível do mar (Jervey, 1988, Schumm, 1993, Posamentier & Allen, 1999 *apud* Catuneanu *et al.*, 2009), embora isso possa estar abaixo do nível do mar dependendo da ação erosiva das ondas e outras correntes sub aquosas. Quando o nível de base se aproxima do nível do mar, o conceito de mudança do nível de base se torna equivalente ao conceito de mudança relativa do nível do mar (Posamentier *et al.*, 1988 *apud* Catuneanu *et al.*, 2009).

A associação entre nível de base e nível do mar não implica na aplicabilidade do método de sequência estratigráfica ser limitado para depósitos marinhos. De fato, a metodologia se aplica a todas as configurações deposicionais.

O conceito de nível de base é geralmente usado no contexto de configurações marinhas ou lacustrinas. O equivalente no domínio aluvial é classificado como perfil fluvial. O nível de base marinho e a porção a jusante do classificado perfil fluvial geralmente tem uma resposta do processo relacionada na qual o perfil fluvial é ancorado e responde a flutuações do nível de base marinho (Posamentier & Allenm 1999, Catuneanu, 2006 *apud* Catuneanu *et al.*, 2009). Tem sido sugerido que estes dois conceitos podem ser amalgamados dentro do conceito de “nível de base estratigráfico” que marca a superfície de equilíbrio entre

sedimentação e erosão em todas as configurações deposicionais (Cross & Lessenger, 1998 *apud* Catuneanu *et al.*, 2009). Um nível de base estratigráfico posicionado abaixo do perfil topográfico ou batimétrico é referido como uma “acomodação negativa”. Um nível de base estratigráfico acima destes perfis marca uma acomodação “positiva” e pode ser acompanhada por um acúmulo de sedimentos (Catuneanu *et al.*, 2009).

Nível de base pode flutuar em uma larga escala temporal. Curtas mudanças no nível de base, sobre escala temporal sub-geológica, depende principalmente da mudança de balanço entre aporte sedimentar e fluxo de energia do ambiente (Catuneanu, 2006 *apud* Catuneanu *et al.*, 2009). Em áreas de alto aporte sedimentar, nível de base pode subir até o nível do mar e ocorrer uma progradação. Durante tempos (ou em áreas) de alta energia, nível de base pode se posicionar abaixo do fundo oceânico e originar uma erosão subaquosa (Catuneanu *et al.*, 2009).

Nível de base pode, em alguns casos, ser representado por base de ondas, o qual pode controlar a acreção de sedimentos carbonáticos em configurações de águas rasas (Calvet & Tucker, 1988, Osleger, 1991 *apud* Catuneanu *et al.*, 2009). Flutuações na energia de fluxo como entre condições de tempo calmo e tempestades, vão causar mudanças no nível de base em uma frequência muito maior do que aquelas tipicamente atribuídas a controles alogênicos (Catuneanu *et al.*, 2009).

2.6.2.3 Curva de referência de mudanças de nível de base

A interpretação das superfícies de sequências estratigráficas e tratos de sistemas não são baseados em correlações inferidas com gráficos de ciclos globais, mas sim em observações no padrão de empilhamento dos estratos e relações de fácies com afloramentos, testemunhos, perfilagem de poços, e dados sísmicos (Van Wagoner *et al.*, 1987, 1990, Van Wagoner, 1995, Posamentier & Allen, 1999, Catuneanu, 2006 *apud* Catuneanu *et al.*, 2009). Uma vez identificada com base nesses dados, o tempo relativo de formação das superfícies da sequência estratigráfica e dos tratos de sistemas podem ser interpretadas em termos de

eventos específicos ou estágios de ciclos de nível de base. Por exemplo, o *onset* de um evento de queda do nível de base, leva previsivelmente a uma mudança da trajetória da linha de costa de uma progradação com agradação, atribuída a subida do nível de base, para uma subsequente progradação com *downstepping* (rebaixamento gerando patamares, ocasionado pelo recuo da linha de costa, em um evento de regressão forçada) atribuída a uma queda do nível de base. O posterior tipo de arquitetura define um depósito de “regressão forçada” (Posamentier *et al.*, 1992, Posamentier & Morris, 2000 *apud* Catuneanu *et al.*, 2009), e a superfície que limita eles na base é identificada na base do padrão de empilhamento e inferida correlata em tempo com o evento de *onset* de queda do nível de base. Inferências similares entre o tempo e as variações dos padrões de empilhamento e os eventos de uma curva de referência de mudanças do nível de base são feitas para todas as superfícies estratigráficas (Catuneanu *et al.*, 2009).

Razões de subsidência variam ambas entre sedimentação interna da bacia, afetando o padrão de empilhamento e no tempo de mudanças do nível de base de um local para outro. Como resultado, as curvas descrevendo flutuações no nível de base X tempo, são localmente específicas, assim como a quantidade de acomodação que é disponibilizada para acúmulo de sedimentos. Portanto, nenhuma curva de mudança do nível de base pode descrever quantitativamente as variações em acomodação através de uma bacia sedimentar. Contudo com essa variabilidade, a flutuação no nível de base que é relevante para a formação dos tratos de sistemas e superfícies das sequências estratigráficas que separam eles são os gravados nas áreas costais de qualquer bacia, incluindo configurações marinhas (ou lacustrinas). Isto é porque o tempo de geração da superfície da sequência estratigráfica é amarrado na mudança da trajetória da linha de costa que reflete a mudança correspondente na tendência deposicional. Por exemplo, uma superfície de máxima inundação se forma quando a trajetória da linha de costa muda de transgressiva (retrogradação) para regressiva (progradação). Ao longo do mergulho, a linha litorânea é interceptada somente uma vez e conseqüentemente superfícies de sequências estratigráficas são próximas as linhas de tempo. Perpendicular ao mergulho, contudo, variações das taxas de subsidência e aporte sedimentar podem

afetar o tempo e as mudanças nas tendências deposicionais ao longo da linha litorânea (Martinsen & Helland-Hansen, 1995, Catuneanu *et al.*, 1998, Posamentier & Allen, 1999, Catuneanu, 2006 *apud* Catuneanu *et al.*, 2009). Isso faz com que as superfícies das sequências estratigráficas sejam mais diacronias perpendicularmente ao mergulho da bacia, e particularmente aqueles aos quais tempo não depende somente das mudanças do nível de base (Catuneanu *et al.*, 2009).

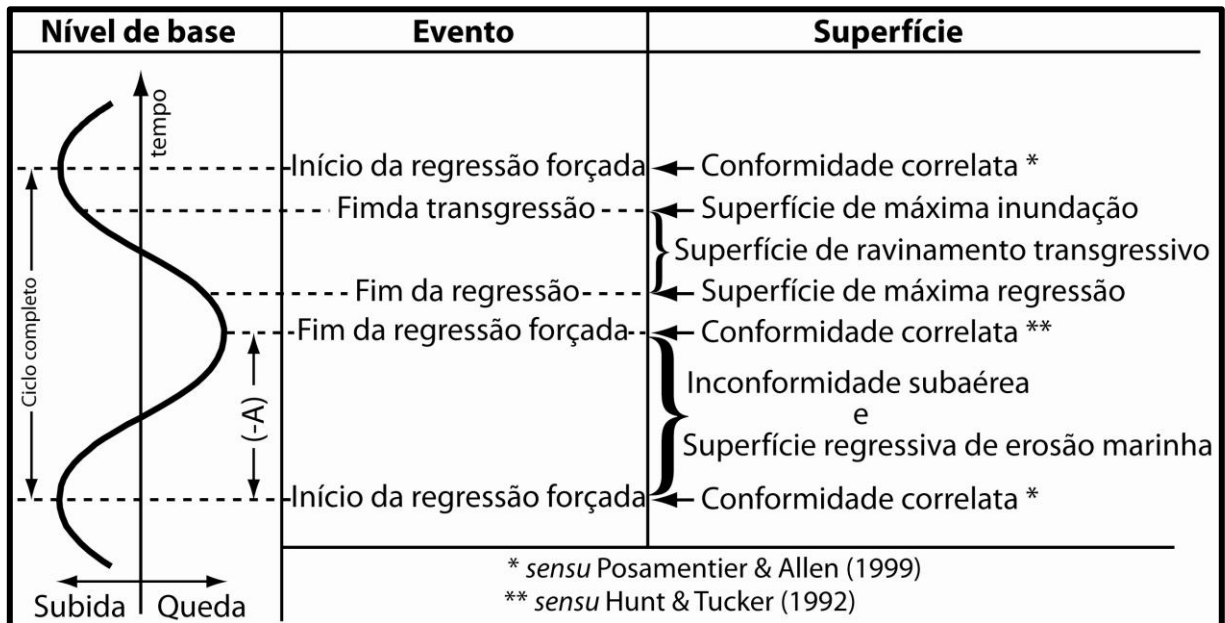


Figura 6 - Tempo das sete superfícies da estratigrafia de seqüências relativas aos quatro eventos do ciclo de nível de base (Catuneanu, 2006). A curva de referência da mudança do nível de base reflete flutuações no nível de base ao longo da linha de costa. O tempo dos quatro eventos é único ao no sentido de mergulho, mas pode variar perpendicular a ele segundo variações no aporte sedimentar. (Modificada de Catuneanu et al., 2009)

Mudanças nas tendências deposicionais em qualquer local ao longo da linha litorânea marcam eventos que são importantes para a cronologia de um arcabouço de uma seqüência estratigráfica. Quatro eventos, nível máximo, mínimo, maior continentalidade e mais longe no sentido do mar da posição da linha de costa (Helland-Hansen & Martinsen, 1996 *apud* Catuneanu et al., 2009) podem ser gravadas durante um ciclo completo de mudança do nível de base, como resultado de uma interação entre acúmulo sedimentar e espaço de acomodação na linha de costa. O tempo destes eventos é único ao longo de cada linha de mergulho, mas isso pode variar ao longo das seções perpendiculares ao mergulho por variação no aporte sedimentar e ou razões de subsidência como discutidos acima (Catuneanu et al., 2009):

- (1) Início de uma regressão forçada (início de uma queda do nível de base na linha de costa)
- (2) Final de uma regressão forçada (final da queda do nível de base na linha de costa)

(3) Final de uma regressão (durante subida do nível de base, quando a razão do nível de base aumenta criando acomodação que supera a razão de sedimentação na linha de costa)

(4) Final de uma transgressão (durante subida do nível do mar, quando a razão de sedimentação na linha de costa novamente excede a acomodação criada pelo aumento do nível de base naquele local).

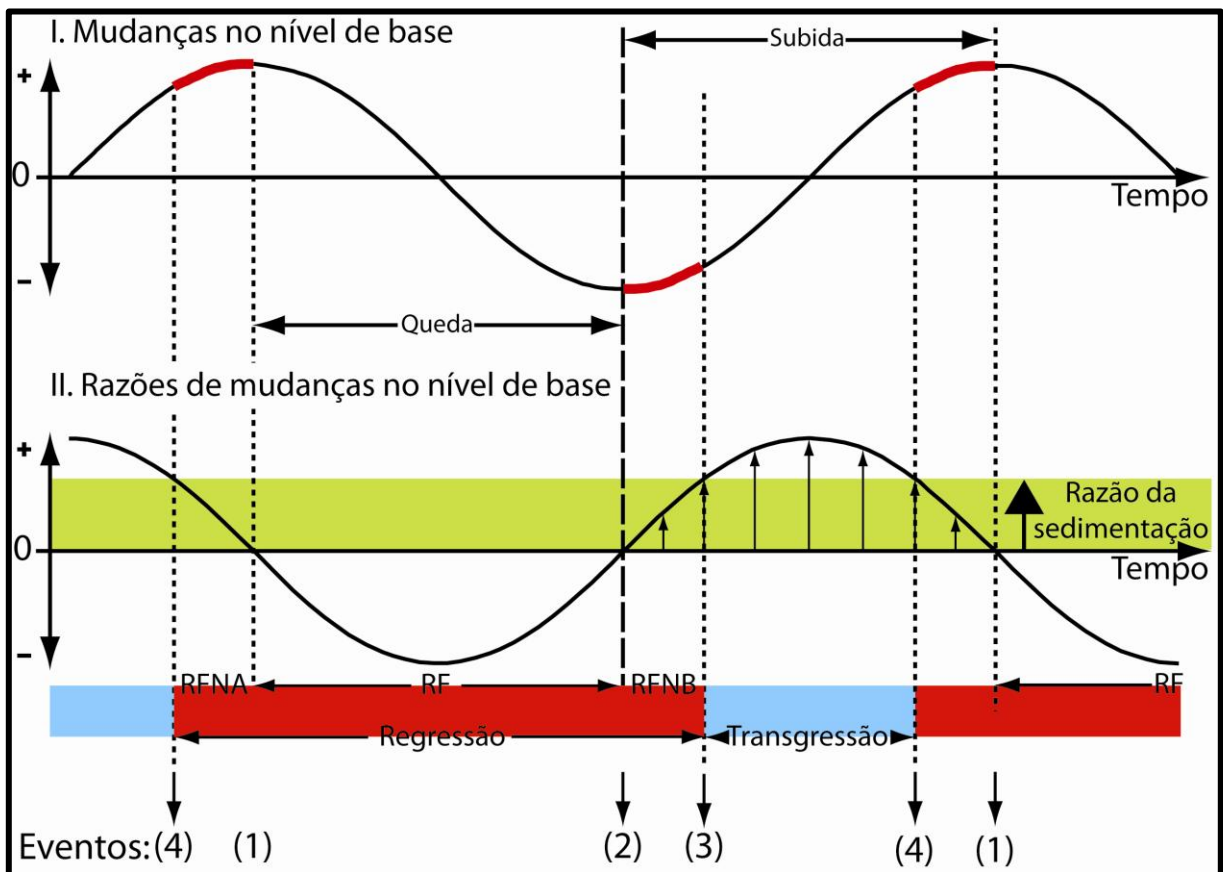


Figura 7 - Conceitos de transgressão, regressão normal, regressão forçada, como definida pela interação de mudanças no nível de base e sedimentação na linha de costa (Catuneanu, 2006). RF – Regressão forçada; RFNA – Regressão forçada de nível alto; RFNB – Regressão forçada de nível baixo (Modificado de Catuneanu et al., 2009).

Na figura 7 acima, a senóide superior mostra a magnitude da mudança no nível de base pelo tempo. As porções mais grossas desta curva indicam estágios iniciais e finais da subida do nível de base (regressões normais de nível baixo e nível alto respectivamente), quando as razões do nível de base aumentam

(aumentando de zero e decrescendo para zero, respectivamente) são ultrapassadas pelas razões da sedimentação (Catuneanu *et al.*, 2009).

A senóide inferior mostra razões de variações no nível de base. Note que as razões das variações do nível de base são zero nos estágios finais da subida do nível de base e queda do nível de base (mudança de subida para queda e de queda para subida requer que o movimento cesse). As razões de variações do nível de base são maiores nos pontos de inflexão da curva da curva de cima. Transgressões ocorrem quando as razões de subida do nível de base ultrapassam as razões de sedimentação. Por simplificação, as razões de sedimentação são mantidas constantes durante o ciclo de variação do nível de base. A curva do nível de base referida apresenta uma curva senóide simétrica por motivos de simplificação, mas não indica que isso deve ser o caso do registro geológico. De fato, formas assimétricas são mais comuns (Catuneanu *et al.*, 2009).

Independentemente da terminologia aplicada para a superfície da estratigrafia de sequências e os pacotes de estratos entre eles, os quatro principais eventos do ciclo de nível de base marcam mudanças no tipo de trajetória da linha de costa, e implicitamente, mudanças no padrão de empilhamento estratal no registro da rocha. O início do evento de regressão forçada marca a mudança de agradação para *downstepping* com contínuo caminhamento no sentido do mar. O final do evento de regressão forçada significa a mudança de *downstepping* para agradação com progradação contínua. O final do evento de regressão marca a mudança de uma progradação para uma retrogradação. Finalmente, o final do evento de transgressão marca uma mudança no padrão de empilhamento de *backstepping* / recuo da linha de costa, com retrogradação, para um *forestepping* / avanço da linha de costa, com progradação (Catuneanu *et al.*, 2009).

Estes quatro eventos controlam o momento de formação de todas as superfícies de sequência estratigráfica e tratos de sistemas, e são reconhecidos pelo grau de variação por todas as “escolas” estratigráficas (Catuneanu *et al.*, 2009).

2.6.2.4 Tipos genéticos de depósitos: regressão normal, regressão forçada, transgressão.

Em um cenário completo, um ciclo de variação no nível de base inclui regressão (nível baixo e alto), um estágio intermediário, transgressão da linha de costa, e uma regressão “forçada”, originada pela queda do nível de base. Cada um destes estágios resulta na formação de um tipo genético particular de depósito, com padrão de empilhamento estratal característico e distribuição de sedimentos dentro da bacia (Catuneanu *et al.*, 2009).

A sucessão de estágios e eventos durante um ciclo completo de variação do nível de base na figura 6 representa um cenário completo, onde razões de sedimentação estão dentro do intervalo de flutuação das razões de subida do nível de base. Versões incompletas de ciclicidade estratigráfica podem ser encontradas dependendo do caso estudado, onde alguns estágios podem ser representados no registro litológico, porque condições favoráveis não têm sido encontradas para a formação ou preservação de unidades genéticas particulares. A completude da seção estratigráfica em termos de componentes de tratos de sistemas pode também ser função da escala de observação. Por exemplo, um alto aporte sedimentar consistente que ultrapassa a quantidade de espaço de acomodação criado pela subida do nível de base pode impedir a manifestação de uma transgressão de longo prazo. Sob curtos períodos de tempo, contudo, distributários com altas taxas de sedimentação em sistemas deltaicos individualizam muito mais frequentemente, produzindo numerosas superfícies de inundação. Tal transgressão em alta frequência irá somente pontuar a parassequência denominada sucessão progradacional. Neste caso, a sequência de maior escala pode excluir um trato de sistema transgressivo, mas os ciclos de mais alta frequência que são abrigados nesta sequência incluirão depósitos transgressivos (Catuneanu *et al.*, 2009).

Erosão pode obliterar o registro de vários tratos de sistemas. Marés e ou ondas de correntes durante transgressão podem afetar a preservação de conjuntos de nível baixo de regressões normais, e ainda, potencialmente, de regressão forçada sobreposta e de estratos de nível alto de regressão normal. Degradação fluvial ou por vento durante queda do nível de base pode truncar depósitos de nível

alto de regressão normal e forçada. Falta de sedimentação durante a rápida subida do nível de base pode impedir a acumulação ou preservação de fácies transgressivos de *offshore*. Existem múltiplas combinações de que uma sequência é preservada em termos de componentes de unidades genéticas, os quais são o porquê nenhum modelo padrão pode dar a solução para todas as situações. O elemento em comum entre todos os estudos de caso, contudo, é o fato de que toda a sequência a qual o arcabouço é ligado a mudanças na trajetória da linha de costa consiste em um ou mais do mesmo tipo genético de depósito, nomeadamente regressão normal (nível baixo e alto), regressão forçada, e transgressão. Esse é o porquê o núcleo do fluxo de trabalho de análise de sequência estratigráfica, independente do modelo, requer a identificação de todos os tipos genéticos de depósitos e superfícies de sequências estratigráficas que estão presentes na sucessão (Catuneanu *et al.*, 2009).

Os tipos genéticos de depósitos de regressão normal, regressão forçada e a transgressão e suas superfícies limites (sequência estratigráfica), são conceitos primordiais e que são independentes da escolha do modelo de sequência estratigráfica. Estes conceitos são conhecidos por todas as “escolas”, mesmo que tenham diferentes graus de significância, eles são mais importantes do que a nomenclatura dos tratos de sistemas e até mesmo da posição da superfície limite, o qual é dependente do modelo (Catuneanu *et al.*, 2009).

2.7 EXPLORAÇÃO E PRODUÇÃO NA BACIA DO ESPÍRITO SANTO

Os trabalhos de exploração de petróleo nas porções *onshore* da Bacia do Espírito Santo tiveram seu começo em torno de 1960 ao passo que as porções *offshore* foram inicialmente exploradas no ano de 1968 (Estrella *et al.*, 1984).

Em terra (*onshore*), no ano de 1958, iniciaram-se os primeiros levantamentos sísmicos e a perfuração do primeiro poço estratigráfico, o 2-CB-1-ES, próximo a cidade de Conceição da Barra, ocorreu no ano de 1959. Na plataforma continental, as atividades exploratórias também tiveram início na década de 50, envolvendo inicialmente mapeamento sísmico e gravimétrico, com a perfuração, em 1969, do

pioneiro 1-ESS-1, que foi o primeiro poço perfurado na plataforma continental brasileira. (Biassusi *et al.*, 1990).

O trabalho exploratório na porção *onshore* da bacia pode ser dividida em três etapas principais:

- **De 1959 a 1971:** Ritmo pouco intenso e irregular de atividades de perfuração de poços exploratórios. Em 1969 ocorreu a descoberta do campo de São Mateus, a primeira acumulação comercial de hidrocarbonetos da bacia.
- **De 1972 a 1979:** Iniciado pela descoberta do Campo de Fazenda Cedro, sendo que as atividades de perfuração assumiram um caráter mais intensivo, iniciando-se também o processo de exploração.
- **Após 1979:** Iniciado com a descoberta do Campo de Lagoa Parda; verificou-se uma notável intensificação do processo de avaliação da bacia, com grande ênfase nas atividades de desenvolvimento (Biassusi *et al.*, 1990).

No que diz respeito aos *plays* exploratórios da bacia, podemos dividir os 13 principais *plays* existentes, para efeito de simplificação, em 3 *plays* exploratórios principais.

- **Play Alagoas:** Engloba os prospectos que visam aos reservatórios siliciclásticos da Formação Mariricu, capeados pelos depósitos da fase evaporítica. O controle das acumulações é predominantemente estrutural, configurando feições dômicas ao nível capeador. São também admitidos trapeamentos estratigráficos dados pelo acunhamento da seção contra o embasamento na borda oeste da bacia. Substituições locais de anidrita por calcários secundários propiciam a formação de reservatórios também produtores neste *play*. Os principais campos desse relacionados a esse *play* são os campos da Plataforma de São Mateus e a oeste da Plataforma de Regência. Na plataforma continental são verificadas acumulações subcomerciais na área adjacente à Plataforma de São Mateus, correspondendo aos mesmos reservatórios produtores da parte terrestre da bacia.
- **Play Albo-Canomanianno:** Agrupa os prospectos que objetivam os reservatórios da Formação Barra Nova, capeados pelos folhelhos da seção marinha sobreposta ou por níveis internos de folhelhos e calcilutitos. As acumulações têm controle estrutural dado por falhas lítricas e arqueamentos

provocados pelo fluxo de sal. Apresentam também, forte componente estratigráfico, devido às variações de fácies dentro da Formação Barra Nova e à presença de truncamentos erosionais nas áreas próximas. Os principais campos terrestres produtores neste *play* situam-se na Plataforma de Regência. Na plataforma continental, o único campo de óleo descoberto produz em reservatórios deste *play*.

- **Play Cretáceo Superior e Terciário:** Agrupam-se os prospectos que visam aos arenitos turbidíticos da Formação Urucutuca. O condicionamento das acumulações é fortemente estratigráfico, na parte emersa da bacia, e preferencialmente estrutural, associado ao fluxo salino, na plataforma continental. Os maiores campos e melhores reservatórios pertencem a este *play* (Biassusi *et al.*, 1990).

3 CONTEXTO GEOLÓGICO

Os campos de Fazenda Santa Luzia e Fazenda São Rafael estão contidos na porção *onshore* (porção continental) da Bacia do Espírito Santo, mostrada na figura 3. A Bacia está limitada a oeste pelo embasamento pré-cristalino porção sul do Cráton São Francisco; o limite leste é delimitado pelas águas internacionais (200 milhas náuticas); a norte está delimitado pelo “Paleocanyon” de Mucuri e também pela divisão política com o estado da Bahia e o limite sul da bacia do Espírito Santo, no domínio de águas profundas, está conectado à bacia de Campos, mas está separada desta nas regiões *onshore* e plataformal por um alto estrutural do embasamento Pré-Cambriano, conhecido como o Alto de Vitória. A bacia do Espírito Santo possui a plataforma mais extensa de toda as bacias da Margem Leste e isso se deve a instalação do Complexo Vulcânico de Abrolhos durante o período do Terciário, provocando o alargamento da plataforma nesta região, atingindo cerca de 250 Km de largura.

O trabalho foi desenvolvido em amostras coletadas de 5 poços. Quatro dos poços foram perfurados no campo de Fazenda Santa Luzia (Poços 1, 2, 3 e 4) e o outro poço foi perfurado no campo de Fazenda São Rafael. A figura 8 nos dá uma idéia geográfica da distribuição destes campos

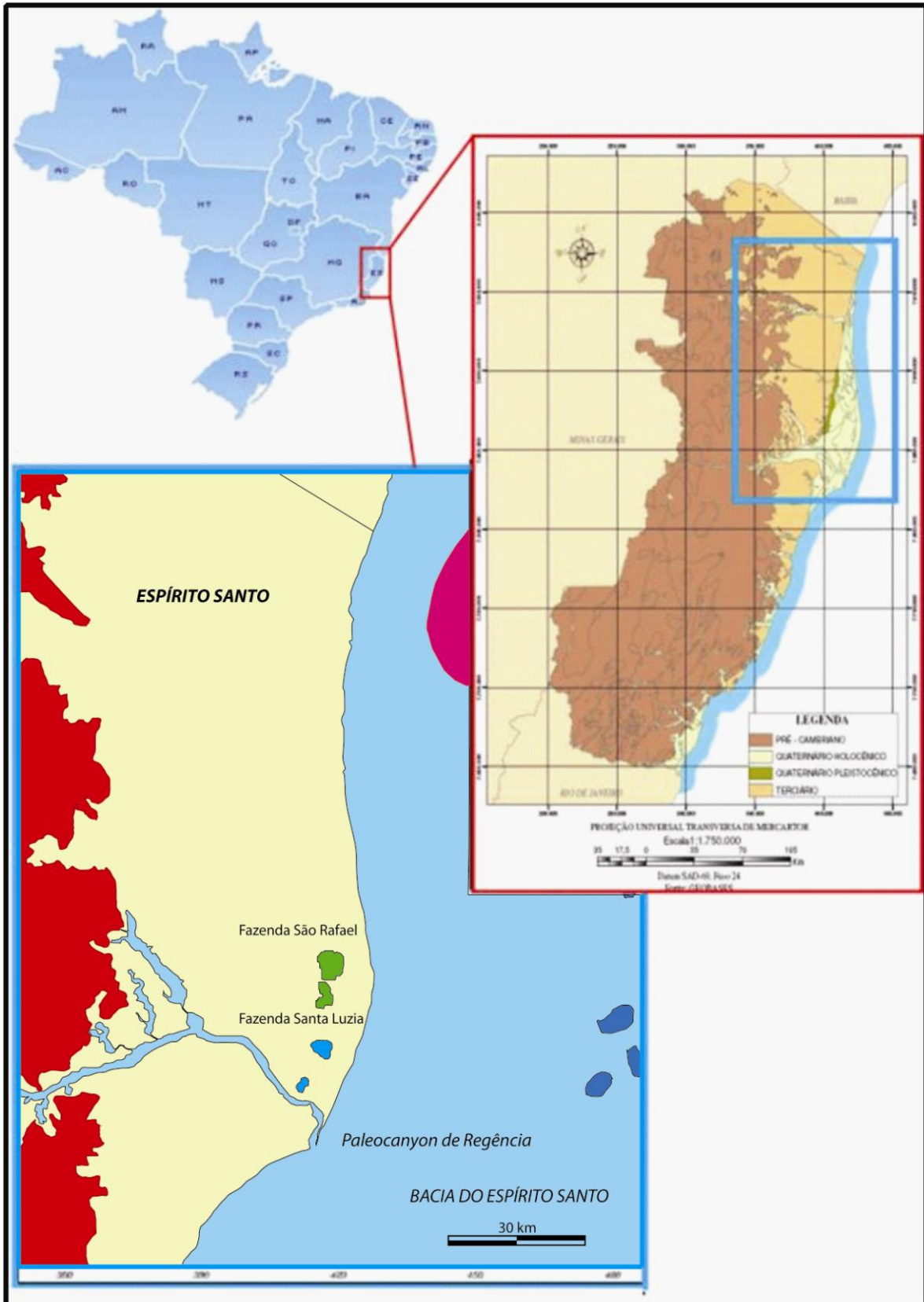


Figura 8 - Localização geográfica da área de estudos (modificado de Freire & Cordeiro, 2009).

3.1 GEOLOGIA E ESTRATIGRAFIA DA ÁREA DE ESTUDO

3.1.1 Embasamento e áreas adjacentes a Bacia

O embasamento está localizado a sudeste do Cráton do São Francisco e faz parte da Faixa Araçuaí, integrando o setor norte da Província da Mantiqueira. É constituído de rochas infracrustais, representadas por migmatitos, granulitos, gnaisses granatíferos e granitóides, pertencentes ao Cráton do São Francisco, cujas rochas de idade arqueana, foram retrabalhadas parcialmente nos ciclos Transamazônico e Brasileiro. Vários poços, principalmente terrestres, amostraram o embasamento, inclusive alguns deles com testemunhagens. No entanto, este não foi atingido na porção média e distal da bacia submersa, por encontrar-se a grandes profundidades (França *et al.*, 2007).

Servindo tanto de embasamento quanto de área fonte dos sedimentos que vem preenchendo a bacia do Espírito Santo, ocorrem terrenos principalmente compostos por paragnaisses e rochas gnaisses graníticas de alto grau pertencentes à Província Tectônica Mantiqueira, que representa um sistema orogênico Neoproterozóico desenvolvido na borda do Cráton São Francisco (CSF) durante a orogenia Brasileira-Pan Africana. Isso inclui parte do orógeno Ribeira e sua extensão para o norte, o orógeno Araçuaí, separados por uma mudança nas direções estruturais, grosseiramente correspondendo ao paralelo 21° S. Nesta latitude, a tendência estrutural NNE até N-S do orógeno Araçuaí inflete para NE, marcando o início do cinturão Ribeira. Nenhuma mudança na estratigrafia nem no grau metamórfico é observada. Os orógenos Araçuaí e Ribeira são cavalgados de SE para NW contra a margem do CSF. A Província Mantiqueira ainda registra um evento colisional mais jovem, conhecido como Orogenia Búzios, que é bem documentado no Domínio Tectônico de Cabo Frio, localizado na extremidade sudeste do Rio de Janeiro (Pedrosa-Soares *et al.*, 2001, Schmitt, 2001, Heilbron *et al.*, 2004, Schmitt *et al.*, 2004 *apud* Fontanelli *et al.*, 2009).

Os orógenos Ribeira e Araçuaí são estruturados como domínios internos e externos. O domínio externo (ou terreno ocidental no cinturão Ribeira) é localizado mais para o oeste. Este é composto por embasamento antigo (<1.8 Ga) recoberta por uma cobertura metassedimentar, e por plutons sin até pós colisionais. O metamorfismo varia de xisto-verde próximo a borda do CSF para anfibolito superior ou fácies granulito de média pressão próximo do limite com o domínio interno (Heilbron *et al.*, 2000, 2004, Pedrosa-Soares *et al.*, 2001, Heilbron & Machado, 2003 *apud* Fontanelli *et al.*, 2009).

O domínio interno (também nomeado terreno Oriental no cinturão Ribeira) é localizado mais para o leste, na área adjacente à Bacia. Nenhum embasamento Arqueano ou Neoproterozóico tem sido reconhecido. Este domínio é constituído por uma imensa unidade conhecida como “Complexo Kinzigítico”, composto por Paragnaisses aluminosos e variações, incluindo cordierita-granada-biotita gnaiss, granada-biotita gnaiss ou biotita gnaiss com lentes de mármore, grafita, quartzito, rochas calcisilicáticas para-derivadas e anfibolitos. Próximo à costa, os paragnaisses se tornam mais aluminosos, com grafita-silimanita-cordierita-granada-biotita-gnaisses. Granulitos charno-enderbiticos estão ainda presentes. A unidade foi metamorfisada em pressões baixas, fácies anfibolito superior até granulito, com fusão parcial e diferentes graus de anatexia. Dados de U-Pb convencional, Pb/Pb e microsonda sensível de íons alta resolução (SHRIMP) de zircões detríticos indicam que os paragnaisses são derivados de embasamentos Arqueanos (2.7 Ga) e Paleoproterozóico (2.10 Ga; 2.06 Ga; 2.0 Ga e 1.97 Ga) e de magmatismo pré-colisional calcico-alcálico de arcos magmáticos Neoproterozóicos (774, 659 e 631 Ma) (Féboli *et al.*, 1993a, Heilbron & Machado, 2003, Heilbron *et al.*, 2004, Noce *et al.*, 2004, Schmitt *et al.*, 2004 *apud* Fontanelli *et al.*, 2009).

O domínio interno ainda compreende o Grupo Rio Doce, composto por meta-grauvacas, estaurolita-granada-mica xisto, quartzitos e gnaisses bandados, metamorfizados desde fácies xisto-verde até anfibolito inferior (Vieira *et al.*, 1993 *apud* Fontanelli *et al.*, 2009) com idades pobremente estipuladas.

O domínio interno é intrudido por arcos magmáticos pré e sin-colisionais, e por vários pluton tardios até pós colisionais (Fontanelli *et al.*, 2009).

Os arcos magmáticos pré colisionais (suítes G1). Dados isotópicos limitam a evolução do arco inicial para 792 Ma e 635-620 Ma, e arco final para 595-570 Ma. O arco sin-colisional constitui uma imensa zona de descontinuidade expondo granitóides do tipo S e charnoquitos (suíte G2). Este peraluminoso granada-biotita-gnaiss folheado tem restos de paragneisses bandados e migmatitos, normalmente com minerais acessórios aluminosos. A idade é limitada para 585-560 Ma (Söllner *et al.*, 1989, Tupinanbá *et al.*, 2000, Pedrosa-Soares *et al.*, 2001, Heilbron & Machado, 2003, Silva *et al.*, 2003, 2005 *apud* Fontanelli *et al.*, 2009). Fusão parcial da suíte G2 gera leucogranitos peraluminosos (suíte tipo G3). Alguns pulsos intrudiram ao longo de zonas de cisalhamento *strike-slip* criando corpos lenticulares (Suíte G3-I), composta de granitos e granodioritos com enclaves intermediárias até máficas. Alguns deles estão também presentes no domínio Ocidental do orógeno Ribeira. Estas duas suítes formaram-se entre 560-550 e 545-530 Ma (Heilbron *et al.*, 2000, Pedros-Soares *et al.*, 2001, 2005 *apud* Fontanelli *et al.*, 2009).

O magmatismo pós-colisional compreende suítes G4 tipo-S e G5 tipo-I. Plutons G4 ocorrem na porção norte do orógeno Araçuaí. G5 intrude ao longo de falhas direcionais *strike-slip* e consiste de plutons zonados com gabro no núcleo e granito na borda; secundariamente fácies charnoquitos estão presentes. Este episódia durou 545-530 até 500-490 Ma (Söllner *et al.*, 1987, Heilbron *et al.*, 2000, Noce *et al.*, 2000, Pedrosa-Soares *et al.*, 2001, 2005 *apud* Fontanelli *et al.*, 2009).

Metamorfismo progressivamente aumenta de fácies xisto-verde até granulito, de externo, domínio oeste até o interno, domínio leste. A fase metamórfica principal ocorreu em estagio sin-colisional, durante colagem contra o CSF, de 590 até 560/550 Ma, associada à deformação principal que gerou a foliação dos cinturões. Um segundo evento metamórfico é registrado por monazitas e zircões neo-formados com idades entre 530 e 500 Ma (Almeida & Litwinski, 1984, Söllner *et al.*, 1987, 1989, Heilborn *et al.*, 1995, Pedrosa-Soares *et al.*, 2001, Heilbron *et al.*, 2000, Heilbron & Machado, 2003, Noce *et al.*, 2004 *apud* Fontanelli *et al.*, 2009).

O último terreno a ser acrescido à margem do CSF foi o Domínio Tectônico Cabo Frio (DMCF), o qual é limitado a oeste com o terreno Oriental por uma falha de cavalgamento. Este episódio durou de 530 até 490 Ma, sendo contemporâneo com

o último evento no orógeno Ribeira. O DTCF apresenta algumas características particulares, discernindo do terreno Oriental adjacente do cinturão Ribeira: Uma tendência estrutural NW que contrasta com a tendência NE do cinturão Ribeira, a presença de veios leucossomos ao invés de grandes corpos granitóides, a ocorrência de embasamento Paleoproterozóico e paragênese de alta temperatura e média a alta pressão (cianita + K-feldspato em metapelitos e clinopiroxênio + granada + quartzo em anfibolitos), o que não ocorre no terreno Oriental adjacente (Silva & Cunha, 2001, Heilbron & Machado, 2003, Heilbron *et al.*, 2004, Schmitt *et al.*, 2004 *apud* Fontanelli *et al.*, 2009).

O DMCF é composto de embasamento Paleoproterozóico tectonicamente interdigitado com rochas supracrustais Neoproterozóicas. O embasamento é constituído de uma unidade dominante félsica (Região dos Lagos) constituída por metagranitóides de composição monzogranítica com diorito meta-quartzo e metatonalito subordinados. Uma unidade máfica secundária (Forte São Mateus) é constituída por imensos granada-anfibolitos e anfibólio-granada-diopsídio gnaisses bandados com lentes de calcissilicáticos e anfibolíticos. Dados de U-Pb em grãos de zircão fornecem idades de cristalização de 1.96/1.97 Ga e idades metamórficas de $525 \pm 37 / 465 \pm 52$ Ma (Schmitt *et al.*, 2004 *apud* Fontanelli *et al.*, 2009).

As rochas supracrustais são subdivididas em duas sucessões: Búzios (silimanita-cianita-granada-biotita gnaisse com intercalações de calcissilicáticas e anfibolíticas) e Palmital (гнаisse quartzo-feldspático com intercalações aluminosas secundárias, rochas calcissilicáticas e lentes quartzítico-feldspáticas). U-Pb SHRIMP em zircões detríticos da sucessão Palmital revelaram diferentes idades para os protólitos sedimentares (Ca 2.5 Ga, Ca 2.0 Ga, Ca 1.0 Ga), com dados mais abundantes girando em torno de 800 até 629 Ma (Schmitt *et al.*, 2004 *apud* Fontanelli *et al.*, 2009). O evento metamórfico Cabo Frio teve o pico em 525-520 Ma, como mostrado em análises U-Pb em zircões dos leucossomos, mas durando até Ca 465 Ma. U-Pb em monazitas rendeu idades de 511-513 Ma. O metamorfismo afetou tanto o embasamento quanto unidades supracrustais desde fácies anfibolito superior até granulito, em média a altas pressões, com fusão parcial. Pegmatitos tardi-colisionais, não deformados cortam todas as unidades do terreno Cano Frio.

Zircões de um destes pegmatitos deu uma idade de 447 Ma (Schmitt *et al.*, 2004 *apud* Fontanelli *et al.*, 2009). Rochas alcalinas do Cretáceo até Terciário intrudem o embasamento, aflorando principalmente nas áreas da costa do estado do Rio de Janeiro. Coberturas sedimentares Terciárias cobrem extensões ao longo de regiões da costa do Rio de Janeiro, no sul, até o Espírito Santo, no norte (Fontanelli *et al.*, 2009).

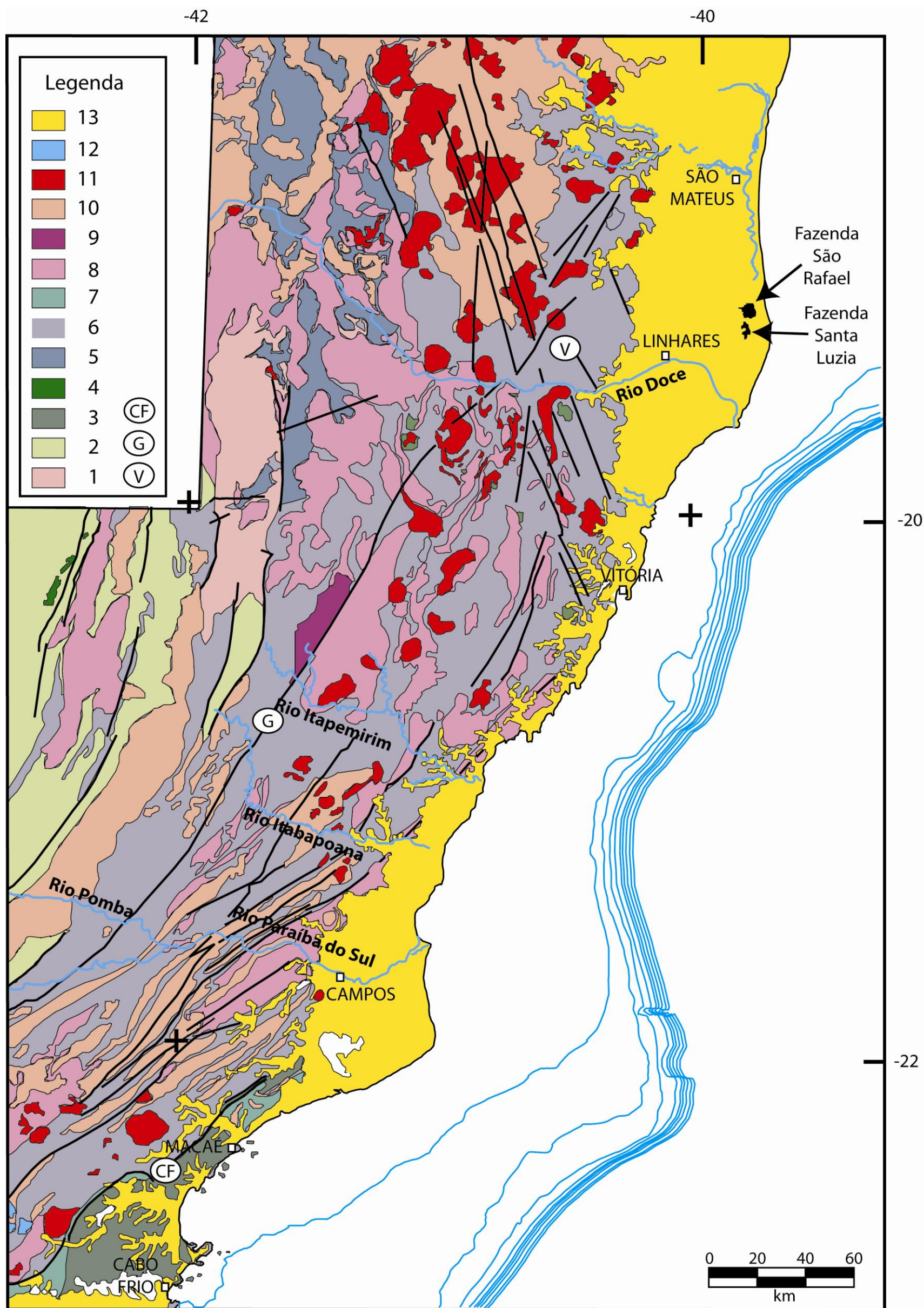


Figura 9 - Mapa simplificado dos estados do Rio de Janeiro e Espírito Santo em escala 1:1.000.000 (orógenos Araçuaí e Ribeira). 1 – Arqueano. Paleoproterozóico: 2 – Unidade Paleoproterozóica do terreno Ocidental, 3 – Complexo Região do Lagos. Neoproterozóico: 4 – rochas metaultramáficas, 5 – Grupo Rio Doce, 6 – Complexo Kinzigítico, 7 – Unidades Búzios e Palmital, 8 – Suítes pré-colisionais (G1), principalmente granitos e granodioritos, c – charnoquitos; 9 – Charnoquitos indiferenciados (G1/G2), 10 – Suítes sin-colisionais (G2,G3), principalmente leucogranitos, c – charnoquitos; 11 – Suítes tardi até pós-colisionais (G4,G5) c – charnoquites; 12 – Intrusões alcalinas Cenozóicas, 13 – Neogeno (Grupo Barreiras e depósitos Quaternários), CF: Limite tectônico Cabo Frio; Falha Guaçuí; Zona de cisalhamento Vitória-Colatina. Domínio Tectônico Cabo Frio (3 + 7); terreno Oriental (4 + 5 + 6 + 8 + 9 + 10 + 11); terreno Ocidental (1 + 2 + 4 + 6 + 8 + 10). Modificado de Shobbenhaus et al. (2004) apud Fontanelli, 2009.

3.1.2 Supersequência Rifte

A Supersequência Rifte representa a época (Valanginiano ao Aptiano Inferior) na qual predominava um ambiente lacustre com contribuição fluvial e aluvial nas bordas dos falhamentos, enquanto que nos altos estruturais internos depositaram-se coquinas e outros carbonatos. Os diversos pulsos tectônicos estão registrados por conglomerados sintectônicos de bordas de falhas, bem como vulcânicas da Formação Cabiúnas (França *et al.*, 2007).

3.1.3 Supersequência Pós-Rifte

Limita-se na base pela Discordância Alagoas e no topo pela discordância antes do grupo Barra Nova, e é composto pela formação Mariricu (membros Mucuri e Itaunas). A deposição continental predominou nas porções mais proximais da bacia terrestre e na água rasa, manifestando-se através de sistemas deposicionais dominados por leques aluviais e canais fluviais. Por outro lado, a parte distal é marcada pela passagem gradativa de sistemas deposicionais continentais para transicionais, depositados em ambiente raso, sob relativa quiescência tectônica que se traduz em intercalações plano-paralelas de folhelhos esverdeados, calcilutitos e arenitos finos. Observa-se um espessamento do membro Mucuri para leste, em direção ao depocentro da bacia. Sua espessura foi estimada através de seções sísmicas, podendo chegar a 2.000 m. Sua ocorrência é ampla em toda a bacia, estando ausente na parte oeste, próximo ao limite exploratório, onde os sedimentos do membro Mucuri acunham-se contra o embasamento. No topo disso são encontrados os sedimentos evaporíticos do membro Itaúnas (França *et al.*, 2007).

3.1.4 Supersequência Drifte

Corresponde ao Grupo Barra Nova, composto pelas formações São Mateus (predominância de arenitos) e Regência (calcários de alta a baixa energia). A deposição dos sedimentos do Grupo Barra Nova iniciou-se com a sedimentação em

um ambiente ainda com características de mar epicontinental, herdada da fase evaporítica. Nesse estágio, as variações relativas do nível do mar condicionavam a deposição dos estratos por grandes extensões. As litologias alternavam-se em depósitos de arenitos, siltitos, folhelhos, calcarenitos oolíticos e bioclásticos, calcilutitos e calcissiltitos com ostracodes, miliolídeos, pelecípodes e gastrópodes. Esta sucessão de fácies, que principia com folhelhos, siltitos e carbonatos variando para arenitos em direção a parte superior, é bem caracterizada na porção proximal da bacia (Tagliari, 1993).

Após esta fase inicial, de mar com características epicontinentais, a bacia grada paulatinamente para uma morfologia de rampa com gradiente suave, com a disputa entre terrígenos e carbonatos com predomínio dos primeiros. Existe uma tendência à concentração de siliciclásticos nas porções mais proximais e carbonatos nas áreas distais. Esta fase culmina com uma discordância erosiva, que marca o fim da palinozona P280B, reconhecida tanto sismicamente quanto na análise de rocha e paleontologia na bacia terrestre e, provavelmente, na parte marinha rasa (Tagliari, 1993).

Nesta sequência, encontram-se as rochas areníticas da formação São Mateus, conhecidas por serem os reservatórios da Bacia do Espírito Santo, formando com a formação Regência os reservatórios complexos, alvos de estudo.

Como um complemento das informações acima sobre a Bacia do Espírito Santo, a figura 10 mostra todas suas idades, formações e informações sobre as fases tectônicas para um melhor entendimento do preenchimento dessa bacia.

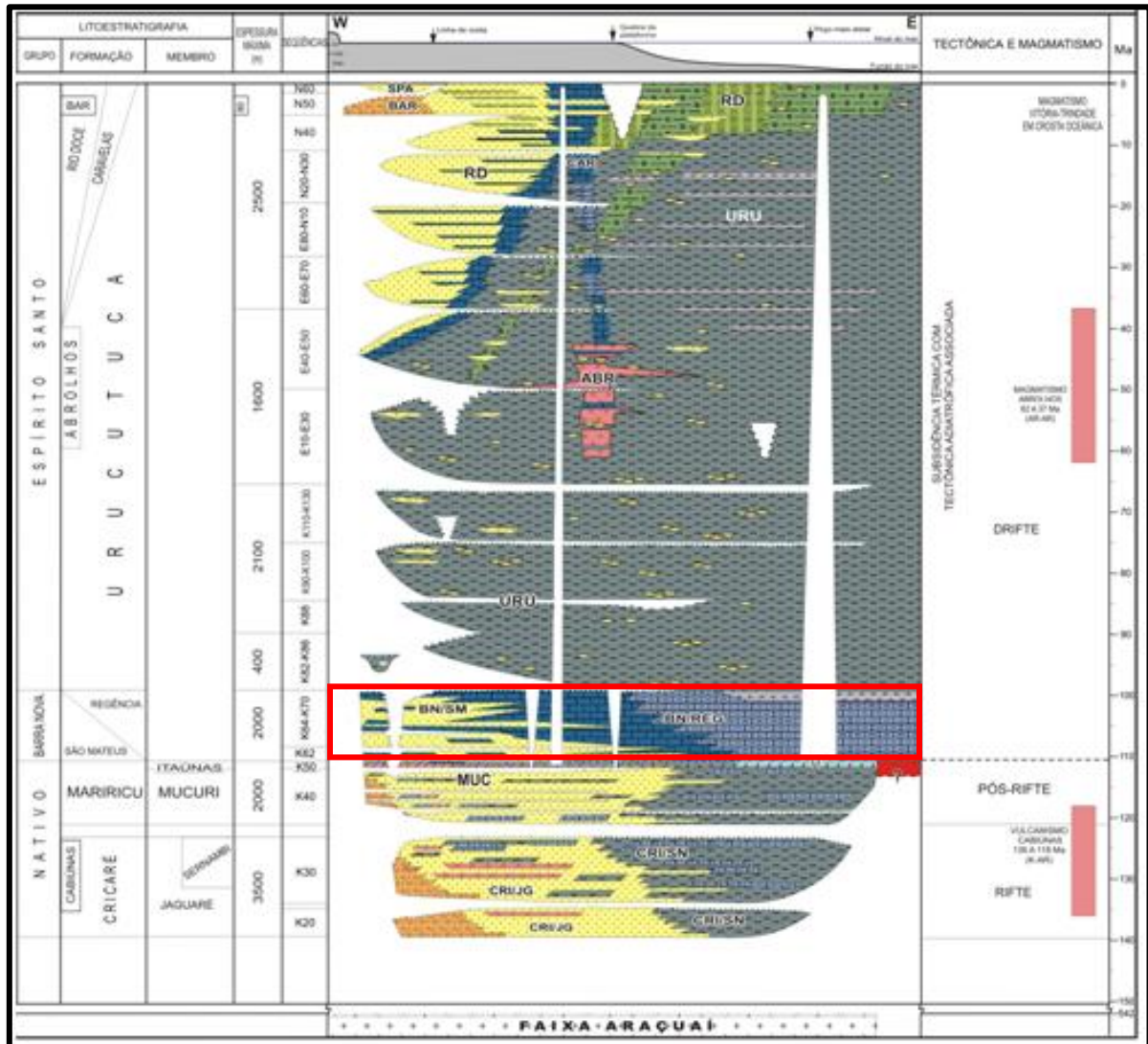


Figura 10 – Intervalo de estudo (retângulo vermelho) na Carta Estratigráfica da Bacia do Espírito Santo (França et al., 2007).

4 METODOLOGIA E ESTRATÉGIAS DE AÇÃO

4.1 REVISÃO BIBLIOGRAFICA

Foram realizadas revisões bibliográficas para um embasamento teórico nos assuntos de maior interesse no trabalho. As maiores ênfases foram: conceitos e definições clássicas, tanto no que se trata de estratigrafia de sequências como no que diz respeito a minerais pesados e estudos de proveniência; metodologia de trabalho com minerais pesados; geologia e trabalhos realizados na área de estudo.

4.2 TRABALHO DE CAMPO

O trabalho de campo foi realizado por parte da equipe do projeto (Caracterização e Modelagem Estratigráfica-Petrológica Integrada dos Sistemas Mistos Siliciclásticos-Carbonáticos dos Campos de Fazenda Santa Luzia e Fazenda São Rafael, Bacia do Espírito Santo; Vinculado ao programa de caracterização e modelagem de reservatórios). Foram descritos cinco testemunhos de sondagens e definidos os pontos de amostragem das lâminas petrográficas e coletas de amostras para minerais pesados e MEV, posteriormente realizado pela PETROBRAS.

4.3 PREPARAÇÃO DAS AMOSTRAS PARA GRANADAS

A preparação das amostras para minerais pesados seguiu uma série de passos descritos abaixo:

4.3.1 Peneiramento

O primeiro peneiramento deve ser feito a seco, utilizando-se o jogo de peneiras com malhas de 4 mm (seixos e cascalhos), 2 mm (grânulos), 1 mm (areia muito grossa), 0,5 mm (areia grossa), para separar todo o sedimento mais grosso e o eliminar, já que o mesmo não responde ao estudo de proveniência. A segunda etapa do peneiramento é feita em presença de água corrente utilizando-se um jogo

de peneiras de malha 0, 250 mm (areia media) e 0, 062 (areia muito fina), para a retirada da fração silte e argila. Sendo a fração de interesse o material que passa pela peneira de 0, 250 e fica retido na peneira de 0, 062, ou seja, areia fina a muito fina. É recomendado o uso de uma fração granulométrica restrita para minimizar os efeitos do fracionamento hidráulico durante o transporte e/ou deposição (Morton, 1985; Mange & Maurer, 1992) e foi escolhida por que os minerais pesados tendem a estar concentrados em maior quantidade nesta porção granulométrica.

4.3.2 Separação dos minerais pesados

A separação de minerais pesados pode ser realizada através de várias técnicas (centrifugação, funil, separador magnético isodinâmico Frantz, etc.) seguindo-se a metodologia descrita na literatura especializada (Hutchinson, 1974; Mange & Maurer, 1992). O Tribromethane (bromofórmio) e tetrabromoethane são líquidos densos utilizados porque as suas gravidades específicas (2,89 e 2,97 respectivamente) permitem a separação completa de quartzo e feldspato, assegurando a maior variedade possível de minerais densos no resíduo. Todos os líquidos pesados utilizados no laboratório são tóxicos e devem ser tratados com cuidado. Ambas as técnicas de separação (líquidos densos ou centrifugação) têm seus méritos individuais, porém o método da centrifuga é ligeiramente mais complexo, necessitando o uso do congelamento parcial para recuperar os minerais pesados (Morton, 1985). O processo gravitacional é mais longo e a perda de líquidos pesados pela evaporação é maior. Porém não há nenhuma diferença significativa no produto final de cada amostra.

4.3.3 Quarteamento

O próximo passo no trabalho com minerais pesados é o quarteamento das amostras e se necessário a sua secagem. Nesse trabalho, um dos quartos da amostra é preservado, outro é utilizado para a separação de granadas para análise química por microsonda e o restante utilizado na composição das lâminas.

4.3.4 Secagem

A fração de interesse deve ser seca em estufa a uma temperatura da ordem de 60° C por 24 horas.

4.3.5 Pesagem

O processo de pesagem do material é feito em balanças de precisão para obtermos a porcentagem de minerais pesados com o menor erro possível.

4.3.6 Separação magnética

A porção quarteada utilizada para análise das granadas passa por um separador magnético (FRANTZ *isodynamic separator*) para a concentração do mineral de interesse. Esse processo inicia-se com o espelhamento da amostra sobre um papel e a retirada de minerais mais magnéticos (magnetita e ilmenita) utilizando um ímã. Posteriormente a amostra é processada no aparelho com uma amperagem de 0,2 para a retirada de alguns minerais magnéticos que ainda podem insistir e ficar nessa unidade. Em seguida se processa a amostra com uma amperagem de 0,4, para a concentração de granadas, o que se mostrou extremamente eficiente. No trabalho com o separador magnético FRANTZ, além da amperagem, duas angulações são possíveis no aparelho, uma vertical e uma horizontal. Para este trabalho a angulação vertical foi de 25° e a horizontal de 20°.

4.3.7 Elaboração das pastilhas com granadas para análise química

Com a porção concentrada de granadas, resultados do processamento magnético da amostra são preparadas as pastilhas de epóxi com as populações de granadas.

Esse trabalho ocorre em laboratório com a utilização de uma lupa (*Wild Heerbrugg*) onde é utilizado um molde dessa pastilha para montar as populações de granadas. Estas consistem em uma seção de aproximadamente 2,5 cm de diâmetro

(1 polegada) onde se cola uma fita adesiva dupla face com uma marcação de uma cruz no centro para dividir as 4 populações a serem montadas sobre a fita. Nessa pastilha, cada uma das 4 populações deve ter em torno de 100 minerais de granada dos mais diversos tamanhos, formas e cores, e é relativo a uma amostra. Ou seja, cada pastilha possui cerca de 400 minerais e 4 diferentes amostras.

Após essa montagem no molde, é realizada a confecção da pastilha. Para a mesma, utiliza-se uma mistura de em torno de 10 ml de um polietileno líquido para 5 gotas de um produto que serve para dar consistência. Após misturar esses dois líquidos, se despeja o líquido produto no molde da pastilha e leva ao forno em 60° por aproximadamente 2 horas. Quando a pastilha estiver pronta, a mesma deve ser lixada e polida muito cuidadosamente, em um processo iniciado com lixa 1200, passando pelo polimento com alumina de 1 micra e sendo terminado com polimento com pasta de diamante de 0,25 micra. Todo esse processamento é feito com água e entre um polimento e outro a amostra deve ser lavado em ultra-som por 3 minutos. O objetivo do polimento é expor os grãos de granada e tornar a superfície o mais retilínea possível. Essas pastilhas devem ter em torno de 1 cm de espessura.

4.3.8 Análise por Microsonda Eletrônica

A análise por microsonda eletrônica é uma das principais técnicas na análise química de amostras sólidas. Esta técnica consiste na emissão de feixes de Raios-X. O espectro de raios X contém linhas características dos elementos presentes; portanto uma análise qualitativa é fácil de ser obtida pela identificação de linhas pelos seus comprimentos de onda (ou foto energia). Por comparação das intensidades com as emitidas por elementos padrões (elementos puros ou compostos de composições conhecidas) também pode ser feita a análise da composição dos elementos quantitativamente. A acuracidade de aproximadamente de 1% (relativa) pode ser obtida e limites de detecção abaixo das dezenas de partes por milhão (ppm) pode ser atingidos. Sob condições normais, resoluções espaciais são da ordem de 1 µm pelo espalhamento do feixe contendo a amostra. A distribuição espacial de elementos específicos pode ser salva na forma de perfis lineares ou “mapas” bidimensionais, os quais são comumente mostrados contendo

uma “falsa” escala de cor para representar concentrações de elementos (Reed, 1996).

4.3.9 Montagem da lamina e quantificação de minerais pesados

A montagem da lâmina para a petrografia de minerais pesados deve ser efetuada da seguinte forma:

- Seleciona-se uma das porções anteriormente quarteadas no processo de preparação das amostras para a análise das granadas, mas em um estágio de concentrado de minerais pesados, anteriormente a separação magnética.

- Espalha-se goma arábica dissolvida em água na proporção de 1:4 e deixa-se secar naturalmente em recipiente parcialmente fechado para evitar contaminações;

- Despejam-se os minerais pesados sobre a goma com a utilização de um papel especial. A quantidade de grãos separados para a observação microscópica deve ser suficiente para preencher a área útil da lâmina que vai ser observada ao microscópio petrográfico, sem haver sobreposição de grãos. O excesso é retirado com o auxílio de um pincel;

- Umedece-se levemente a goma na lâmina (com a própria boca) ao colocar os grãos e deixa-se secar para que se fixem na mesma e não haja deslocamento quando adicionado o líquido com índice de refração conhecido;

- Coloca-se a lamínula e adiciona-se o líquido com índice de refração conhecido. Nesse caso, o líquido utilizado foi o alpha-monobromo naftaleno ($n=1,658$);

- Identifica-se a lâmina com o número da amostra.

A contagem de grãos é um processo realizado para estimar as proporções dos diferentes minerais. A quantificação é realizada em microscópio petrográfico binocular Leitz labourlux 12 POL S de luz transmitida com *charriot* acoplado sobre a platina. Este dispositivo auxilia no deslocamento da lâmina, seguindo linhas transversais onde cada grão identificado é contado; para a utilização dos minerais opacos é utilizado um equipamento de luz de fibra ótica que incide obliquamente

sobre a lâmina e permite diferenciar a pirita e os minerais de titânio dos demais minerais opacos.

O número total de grãos contados em lâmina é de 300 transparentes, e se neste local não se somou 100 pontos para o somatório de apatitas mais turmalinas mais zircão, então seguimos a contagem destes três minerais até que este número seja atingido, para a confecção dos gráficos AZi e ATi.

A realização do trabalho de identificação exige muito treino especial em mineralogia ótica. Para a identificação de cada mineral é necessário proceder à observação com luz transmitida, não polarizada e polarizada, estimar a birrefringência, ter atenção ao pleocroísmo, analisar as figuras de interferência, o sinal de alongação, o relevo e o valor do índice de refração entre outras propriedades não menos importantes dos minerais a ser identificados.

5 RESULTADOS

Foram analisadas, via microsonda eletrônica, 20 populações de granadas separadas de 20 amostras selecionadas dos 5 poços trabalhados conforme observado na tabela 2. A composição química das granadas foi plotada inicialmente em gráficos triangulares discriminantes de modo a identificar as proporções das sub-populações indicativas de diferentes áreas-fonte.

Tabela 2 – Tabela com número da amostra, o poço ao qual se refere, sua profundidade e indicação das amostras analisadas por química das granadas.

POÇO	AMOSTRA	PROFUNDIDADE (M)	ANÁLISE DE GRANADAS
1	1	1898.45	Feita
1	2	1895.75	Feita
1	3	1888.95	Não analisada
1	4	1885.1	Feita
1	5	1880.6	Não analisada
1	6	1878.1	Não analisada
1	7	1873.85	Não analisada
1	8	1870.8	Não analisada
1	9	1865.9	Não analisada
1	10	1858	Feita
1	11	1843.34	Não analisada
1	12	1840	Não analisada
2	13	1823.3	Feita
2	14	1811.1	Não analisada
2	15	1781.45	Não analisada
2	16	1775.85	Não analisada
2	17	1706.5	Feita
2	18	1678.3	Feita
3	19	1846.25	Feita
3	20	1771.82	Não analisada
3	21	1767.68	Não analisada
3	22	1765.8	Feita
3	23	1764.45	Não analisada

3	24	1762.98	Não analisada
3	25	1761.98	Feita
3	26	1759.57	Não analisada
3	27	1757.22	Não analisada
4	28	1945.7	Não analisada
4	29	1941.2	Feita
4	30	1936.6	Não analisada
4	31	1932.6	Não analisada
4	32	1929.25	Não analisada
4	33	1915.05	Não analisada
4	34	1911.75	Não analisada
4	35	1910	Feita
4	36	1901.7	Feita
4	37	1883.85	Feita
4	38	1886.5	Não analisada
4	39	1879.1	Feita
4	40	1876.45	Não analisada
4	41	1873.7	Feita
5	42	1982.1	Não analisada
5	43	1980.1	Não analisada
5	44	1977.3	Feita
5	45	1974.45	Não analisada
5	46	1969.67	Não analisada
5	47	1966.76	Não analisada
5	48	1964.95	Feita
5	49	1960.1	Feita
5	50	1958.42	Não analisada
5	51	1955.76	Feita

Estes resultados foram então representados na forma de gráficos binários, por poço, onde podem ser vistas variações nos padrões de proveniência identificados pela presença de diferentes grupos composicionais. Estes gráficos são

relacionados aos 5 poços trabalhados, com profundidades das mais variadas, e são discutidos individualmente e posteriormente integrados ao longo deste capítulo.

Na confecção dos mesmos, foram consideradas análises de 60 grãos de granadas por amostra, sendo que em algumas amostras esse número não foi obtido, que são elas: amostra 18 (55 grãos), amostra 25 (54 grãos), amostra 36 (55 grãos) e a mais problemática delas, a amostra 49 (37 grãos). Esses dados foram normalizados para 100% e plotados em diagramas ternários para estipular o campo químico ao qual a granada pertence e assim o tipo de rocha fonte da mesma.

5.1 POÇO 1

- Diagramas de Dickinson (proveniência tectônica) para as quatro amostras selecionadas do poço 1. Notavelmente todas elas possuem conteúdos variáveis de quartzo total e de feldspato, com predominância dos feldspatos, e nenhum lítico.

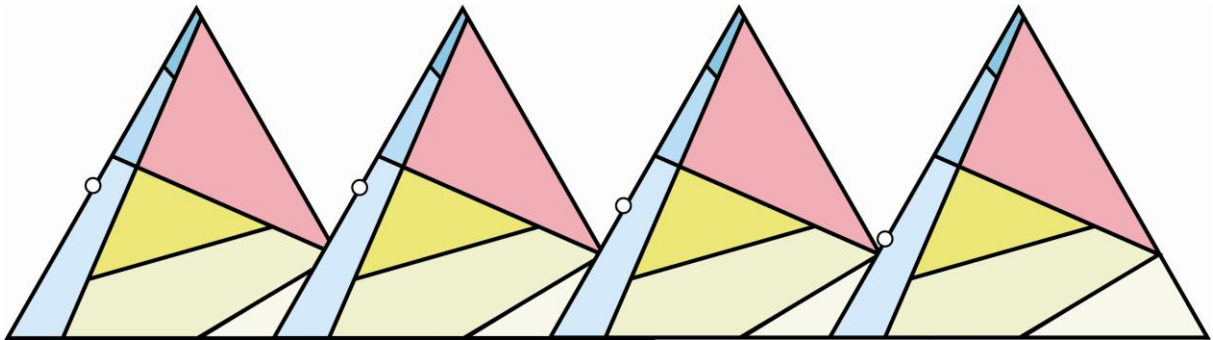


Figura 11 - Diagramas de proveniência tectônica para todas as amostras do poço 1, segundo Dickinson (1985).

Nos diagramas referentes às amostras 1, 2, 5 e 10 respectivamente observamos que todas elas quando caem no campo interpretado como de embasamento soerguido.

- Diagramas triangulares das granadas de quatro amostras do poço 1 (1, 2, 5 e 10)

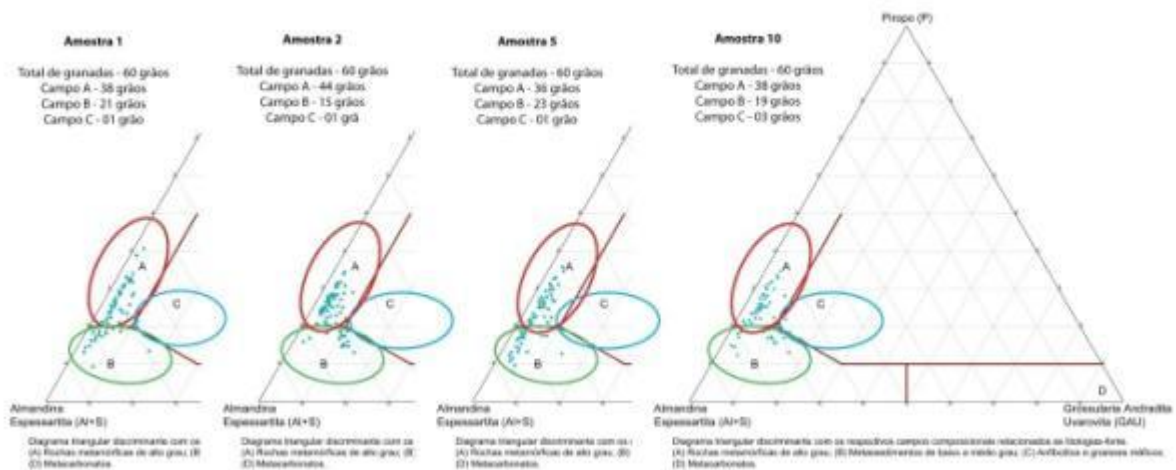


Figura 12 - Diagramas triangulares de granadas mostrando populações dos diferentes tipos de granadas.

- Gráficos dos índices de minerais pesados para o poço 1.(9 amostras analisadas)

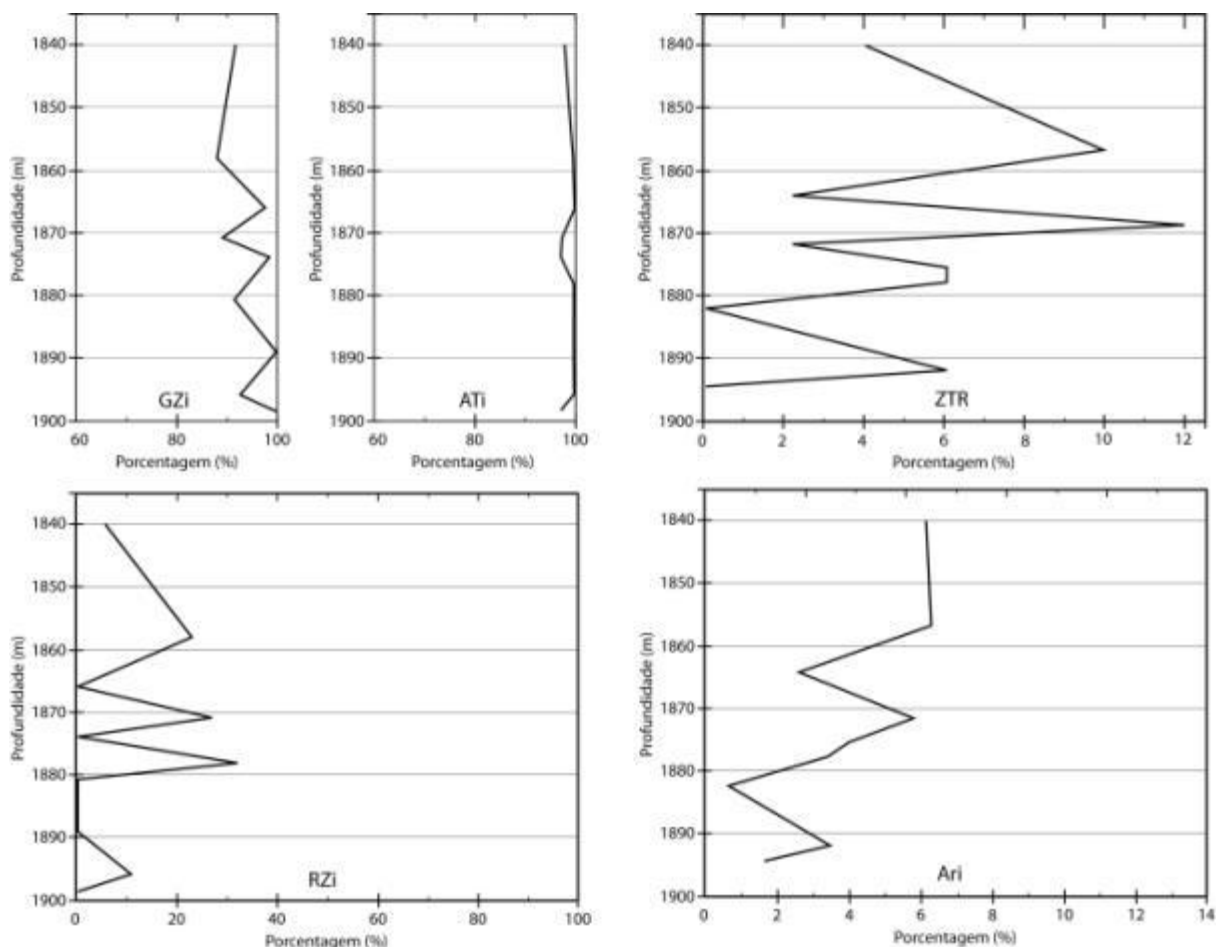


Figura 13 - Gráficos de índices de minerais pesados (GZi, ATi, RZi, ZTR e Ari) para o poço 1.

Variações significativas nos índices de minerais pesados para as amostras do poço 1 são bem vistas quando plotadas nos gráficos.

Quando pensados separadamente, os índices podem indicar coisas interessantes, como a possível mudança de área fonte representada pela variação desde zero até 30% nos valores de RZi. Já o índice ZTR sendo baixo, é uma indicação de que estes sedimentos sofreram somente o primeiro ciclo sedimentar.

Outro dado importante é a quase não variação no gráfico que indica a exposição ao intemperismo químico, o gráfico ATi. Quando a apatita é soterrada rapidamente, sem sofrer muito intemperismo, sem permanecer por muito tempo em planícies de inundação nem sofrer grandes transportes, ela consegue ser bem

preservada, e seus índices ATi permanecem altos. Quando do contrario, significa que a mesma ou passou por esses processos ou sofreu muito intemperismo até ser desagregada da rua rocha fonte.

O grau de arredondamento das apatitas corrobora com o gráfico ATi, indicando que quando a apatita possui alto grau de arredondamento, o que não é o caso destas amostras, ela sofreu transporte em meios aluviais por um período mais extenso. Este gráfico indica uma área fonte próxima ao ambiente onde os sedimentos forma depositados.

O caso do gráfico GZi indica que as areias com índices muito diferentes possuem características bem diferentes. Este índice pode servir na diferenciação das areias trabalhadas, mas não é um índice dos mais importantes, principalmente neste caso onde permanece pouco variável.

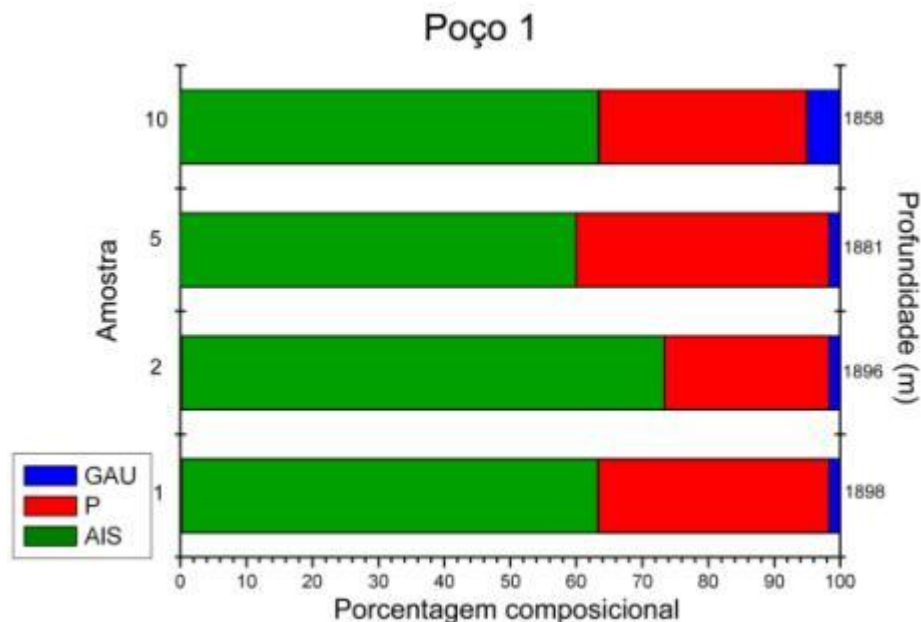


Figura 14 - Gráfico de composição das granadas para o poço 1.

O poço 1, situado na Fazenda Santa Luzia, este poço esta representado no gráfico da figura 14, onde o padrão químico das granadas mantém-se praticamente constante ao longo dos 40 metros de rocha analisados entre as amostras 1 e 10, referente a 4 amostras (1, 2, 5 e 10). Entre os intervalos de 1881 e 1898 metros,

nota-se uma diminuição na população de granadas que caem no campo do Piropo, granadas de alto grau metamórfico. Isso foi notado na amostra 2, na profundidade de 1896 metros. Outro dado observado neste gráfico é que o conteúdo de granadas derivadas de anfibolitos e gnaisses máficos aumenta em profundidades mais rasas que 1881 metros, e isso é identificado na amostra 10, na profundidade de 1858 metros.

5.2 POÇO 2

- Diagramas de Dickinson (proveniência tectônica) para as três amostras analisadas do poço 2. Novamente é vista totalidade de sedimentos quartzo-feldpáticos com apenas variações nas suas quantidades e nenhum conteúdo de lítico. Plotadas nos gráficos as amostras caem no campo de embasamento soerguido. São os gráficos referentes às amostras 13 e 18 respectivamente. A amostra 17 não possui um diagrama destes por não ser um arenito.

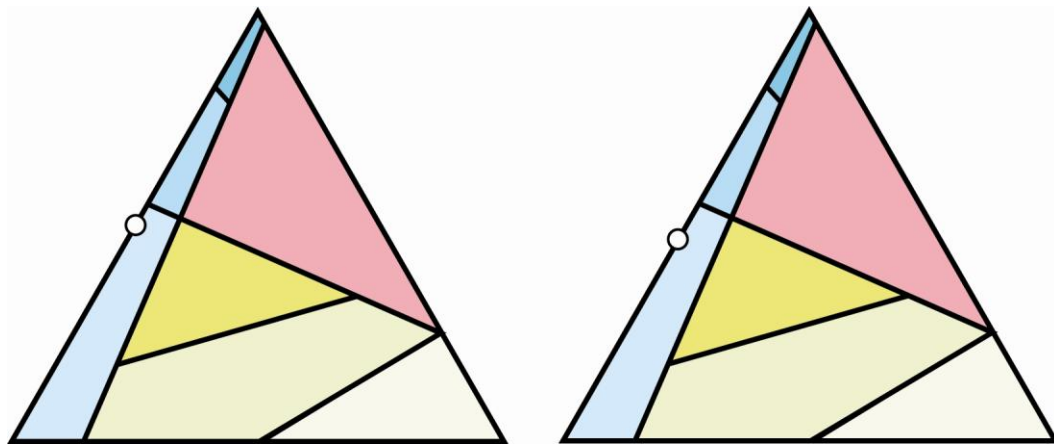


Figura 15 - Diagramas de proveniência tectônica para as amostras do poço 2, segundo Dickinson (1985).

- Diagramas triangulares referentes às três amostras do poço 2 (13, 17 e 18):

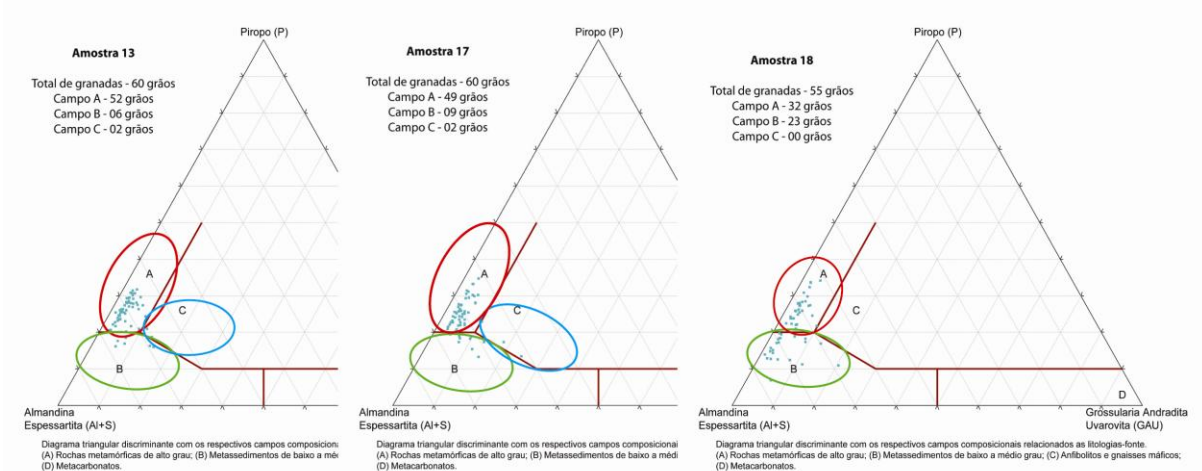


Figura 16 - Diagramas triangulares de granadas mostrando populações dos diferentes tipos de granadas.

- Gráficos dos índices de minerais pesados para o poço2 (5 amostras analisadas)

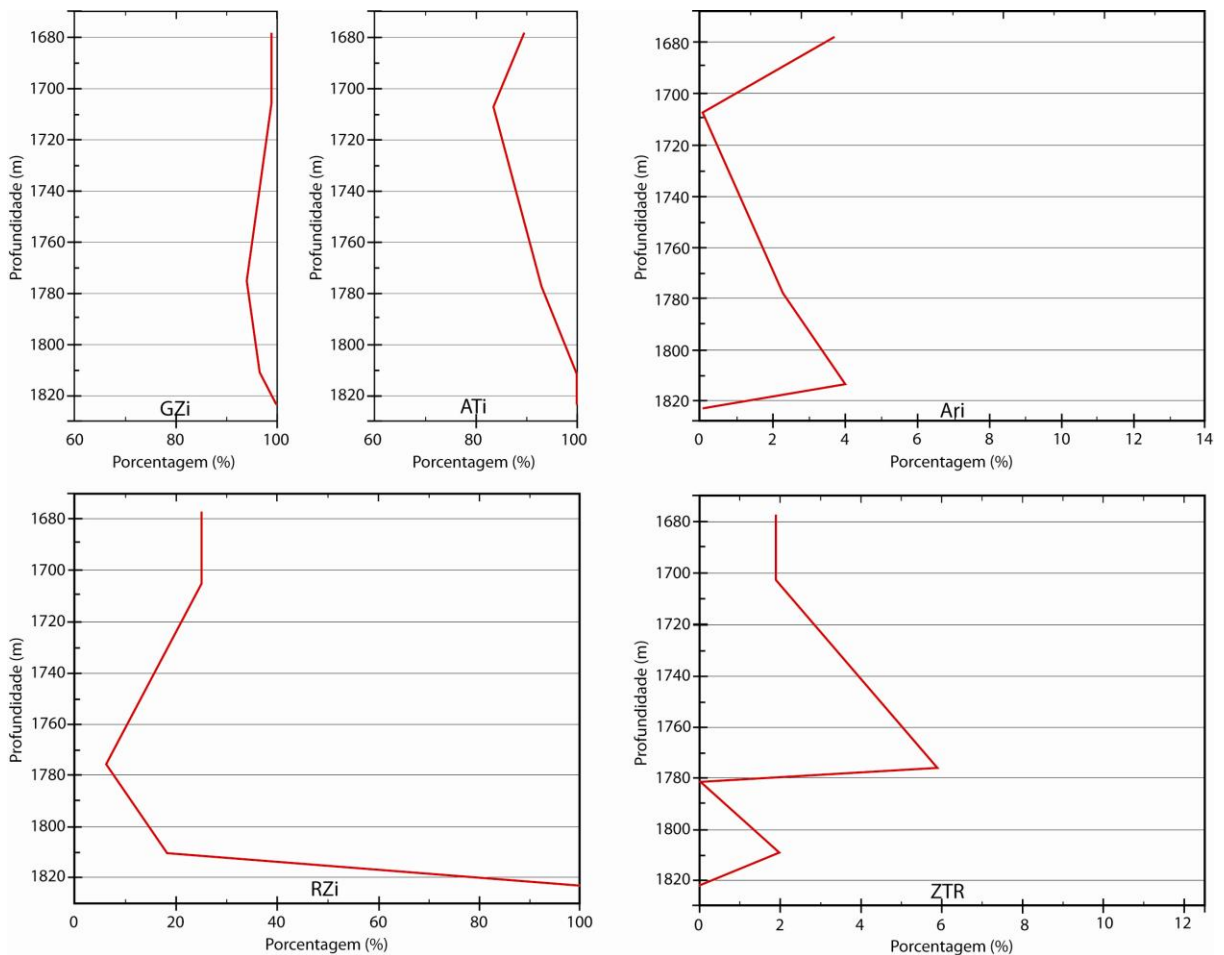


Figura 17 - Diagrama de índices de minerais pesados (GZi, ATi, RZi, ZTR e Ari) para as amostras do poço 2.

As amostras analisadas no poço dois não mostram nenhuma variação importante no que diz respeito ao índice ZTR. Isso indica que os sedimentos são oriundos de um primeiro ciclo sedimentar.

O gráfico RZi, indicador de mudança de proveniência, indica uma brusca mudança da área fonte entre 1810 e 1825 metros.

O gráfico ATi nos indica uma variação considerável na profundidade de 1710m. Neste ponto, ocorre uma rápida diminuição do índice em 10% e em profundidades superiores estes valores voltam a subir até chegar em 100 %. Esta indicação pode ser interpretada como uma queda na quantidade de minerais de apatita, evidenciando uma exposição da mesma ao intemperismo químico ou

transportes mais lentos deste sedimento. O gráfico GZi não possui variações bruscas que acompanhem nenhum outro índice.

Relacionado ao arredondamento da apatita, os valores mudam, mas são extremamente baixos, indicando que não houve transporte significativo entre a área fonte e o local de deposição destes sedimentos. Assim, conclui-se que o soerguimento do embasamento no período registrado na profundidade de 1710 m foi de forma mais lenta do que no restante do tempo de exposição e erosão do mesmo.

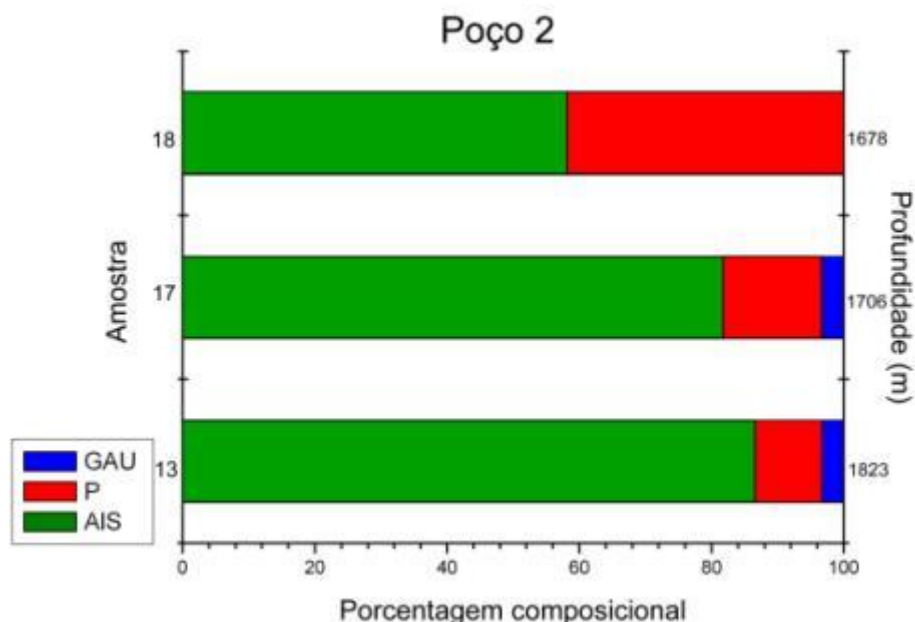


Figura 18 - Gráfico da distribuição química das granadas para as amostras do poço 2.

O poço 2, pertencente ao campo de Fazenda Santa Luzia, possui o gráfico referente as amostras 13, 17, e 18 compreende uma espessura de 145 metros, e apresenta uma intensa variação no padrão de proveniência das granadas analisadas. Acima da profundidade de 1708 metros, mais especificadamente na profundidade de 1678 (amostra 18), o padrão de proveniência muda de uma total superioridade de granadas provenientes de metassedimentos de baixo a médio grau e algumas de rochas anfibolíticas e gnaisses máficos, para um aumento drástico no conteúdo de granadas provenientes de rochas metamórficas de alto grau,

diminuição intensa do número de granadas provenientes de baixo a médio grau e desaparecimento das granadas de anfíbolitos e gnaisses máficos. Nota-se também, que o conteúdo de granadas provenientes de metassedimentos de baixo a médio grau aumenta com a profundidade.

5.3 POÇO 3

- Diagramas de proveniência tectônica (Dickinson, 1985) para as três amostras analisadas do poço 3. É bem notável, assim como nos outros poços trabalhados, que quando plotadas neste tipo de gráfico, as amostras comportam-se de forma muito similar. No caso da amostra 19, o conteúdo de líticos se manteve zero, assim como em todas as outras amostras trabalhadas para estes poços, mas a variação nos conteúdos de quartzo total e feldspato fez com que essa amostra fosse plotada em um ambiente Continental transicional, ao passo que as amostras 22 e 25 se mantiveram como soerguimento do embasamento.

Respectivamente plotadas as amostras 19, 22 e 25.

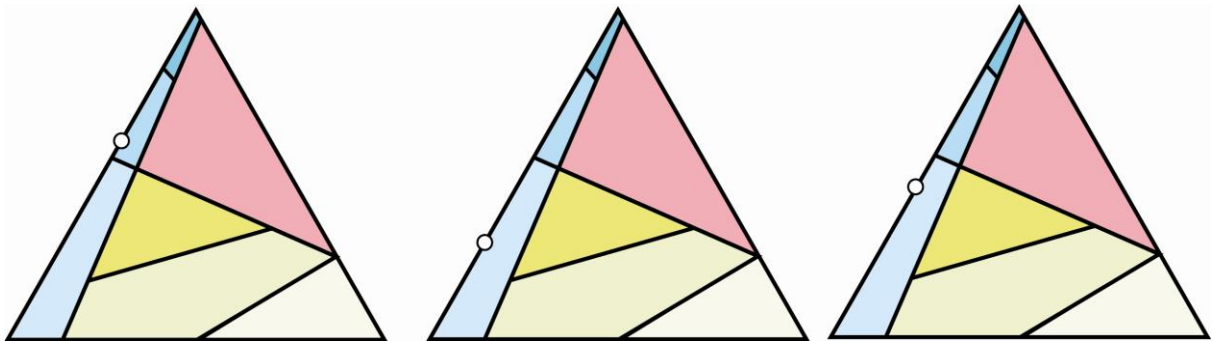


Figura 19 - Diagramas de proveniência tectônica para as amostras do poço 3, segundo Dickinson (1985).

- Diagramas de granadas referentes às três amostras do poço 3 (19, 22 e 25):

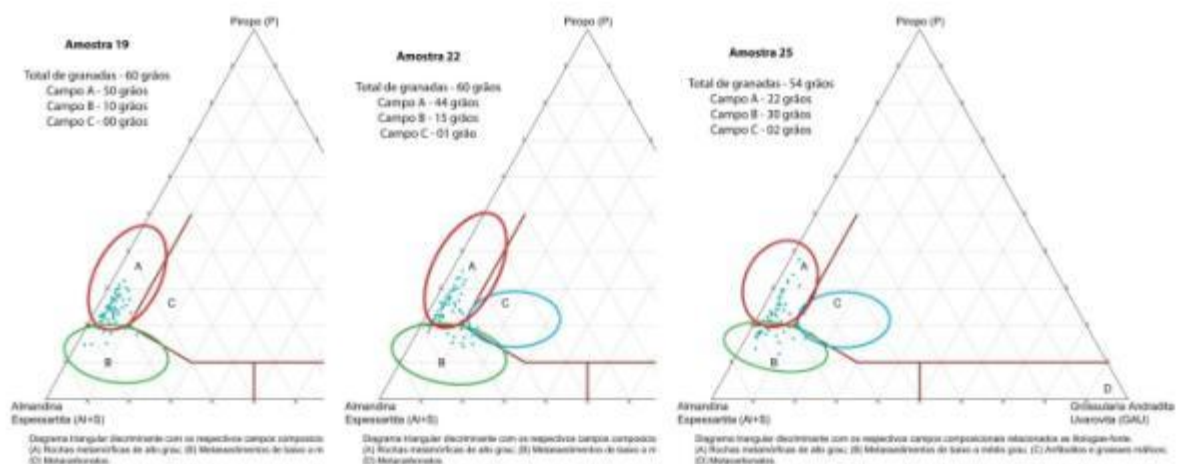


Figura 20 - Diagramas triangulares de granadas mostrando populações dos diferentes tipos de granadas.

- Gráficos de índices de minerais pesados para o poço 3 (7 amostras)

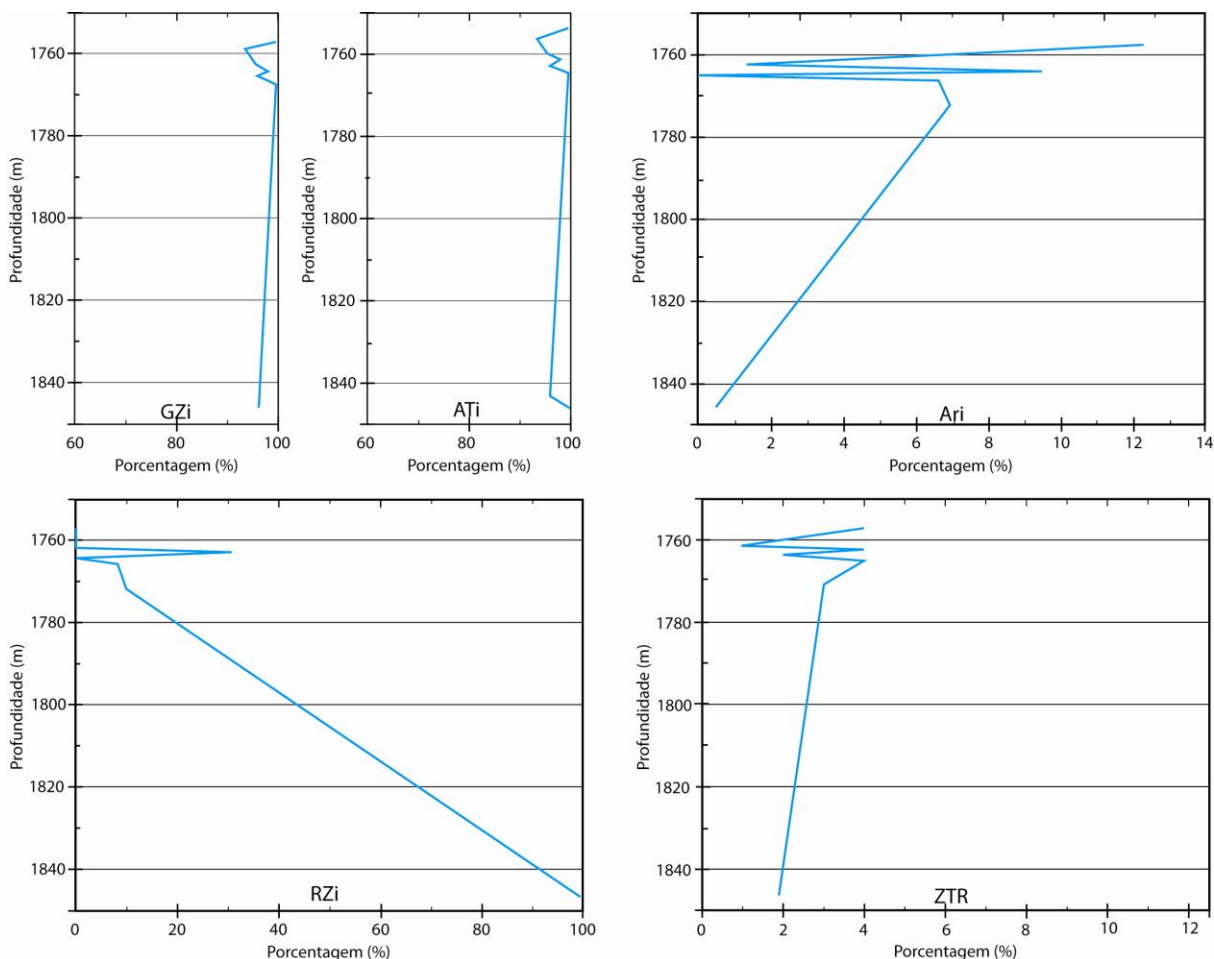


Figura 21 - Diagrama de índices de minerais pesados (GZi, ATi, RZi, ZTR e Ari) para as amostras do poço 3.

Analisando os gráficos relacionados ao índice ZTR, percebe-se que os valores são baixos, o que indica sedimentos que sofreram somente um ciclo sedimentar e possuem mesma proveniência. Quando utilizado o gráfico ATi, os valores são muito pouco variáveis e próximos de 100%, assim como os valores do gráfico de GZi. Essas indicações de pouco transporte e rápida exposição, soerguimento, da rocha fonte destes sedimentos.

A análise do índice RZi indica que minerais próximos a profundidade de 1760 metros podem ter tido uma influencia de uma área-fonte diferente e que a área-fonte da amostra em 1845 metros teve uma brusca mudança na proveniência, já que ocorre uma variação no índice entre minerais com as mesmas características. Esse poço pode ter sedimentos de diferente proveniência em maiores profundidades.

Por fim, uma análise do índice de arredondamento das apatitas mostra uma variação pouco significativa, o que indica que a área fonte foi próxima da deposição, já que os valores são variáveis, mas se aproximam muito de zero.

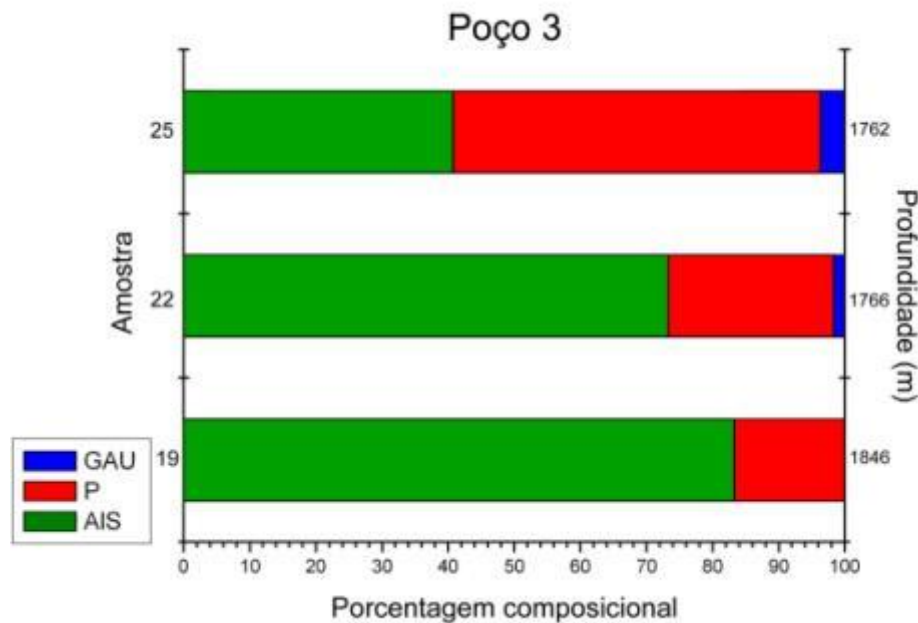


Figura 22 - Gráfico da distribuição química das granadas para as amostras do poço 3.

Nas 3 amostras utilizadas para a confecção do gráfico do poço3, pertencente à Fazenda Santa Luzia (amostra 19, amostra 22 e amostra 25), condizente a uma espessura de 84 metros, notamos mudanças significativas nos padrões de proveniência das granadas. Inicialmente, em profundidades superiores a 1766 metros, granadas provenientes de anfibolitos e gnaisses máficos são inexistentes. Os conteúdos de granadas provenientes de rochas metassedimentares de baixo a médio grau são absolutamente dominantes, superando 80 % na amostra 19. Em profundidades mais rasas, começam a aparecer granadas provenientes de anfibolitos e gnaisses máficos, na amostra 22 e profundidade de 1766, e aumenta na amostra mais superficial deste poço (amostra 25). Notavelmente, o conteúdo de granadas provenientes de rochas metamórficas de alto grau sofre um aumento substancial da profundidade de 1846 para 1766 metros e um aumento ainda maior desta para a profundidade de 1762 metros, onde o conteúdo destas supera os 50%.

5.4 POÇO 4

- Diagramas de proveniência tectônica (Dickinson, 1985) para quatro das seis amostras trabalhadas no poço 4. Ambas possuem a mesma proveniência tectônica, a de soerguimento do embasamento. Respectivamente plotados abaixo os gráficos das amostras 29, 35, 36 e 41. As outras duas amostras não possuem lâminas e, portanto, não foram descritas petrograficamente.

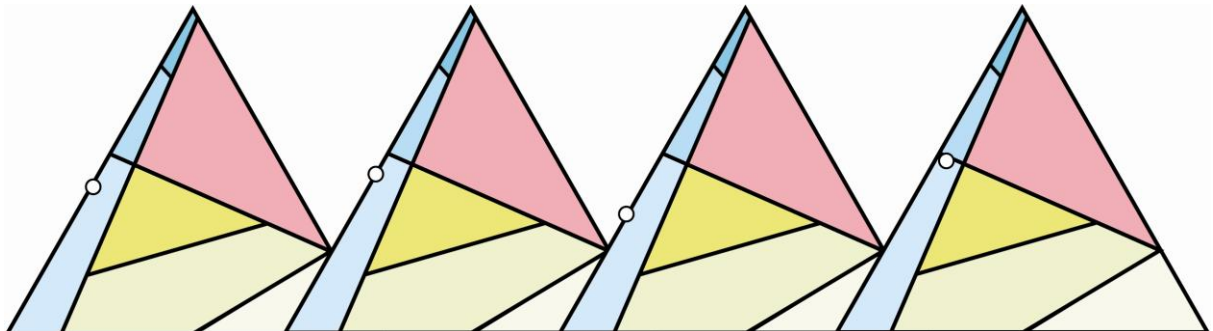


Figura 23 - Diagramas de proveniência tectônica para as amostras do poço 4, segundo Dickinson (1985).

- Diagramas para as granadas do poço 4 (29, 35, 36, 37, 39 e 41):

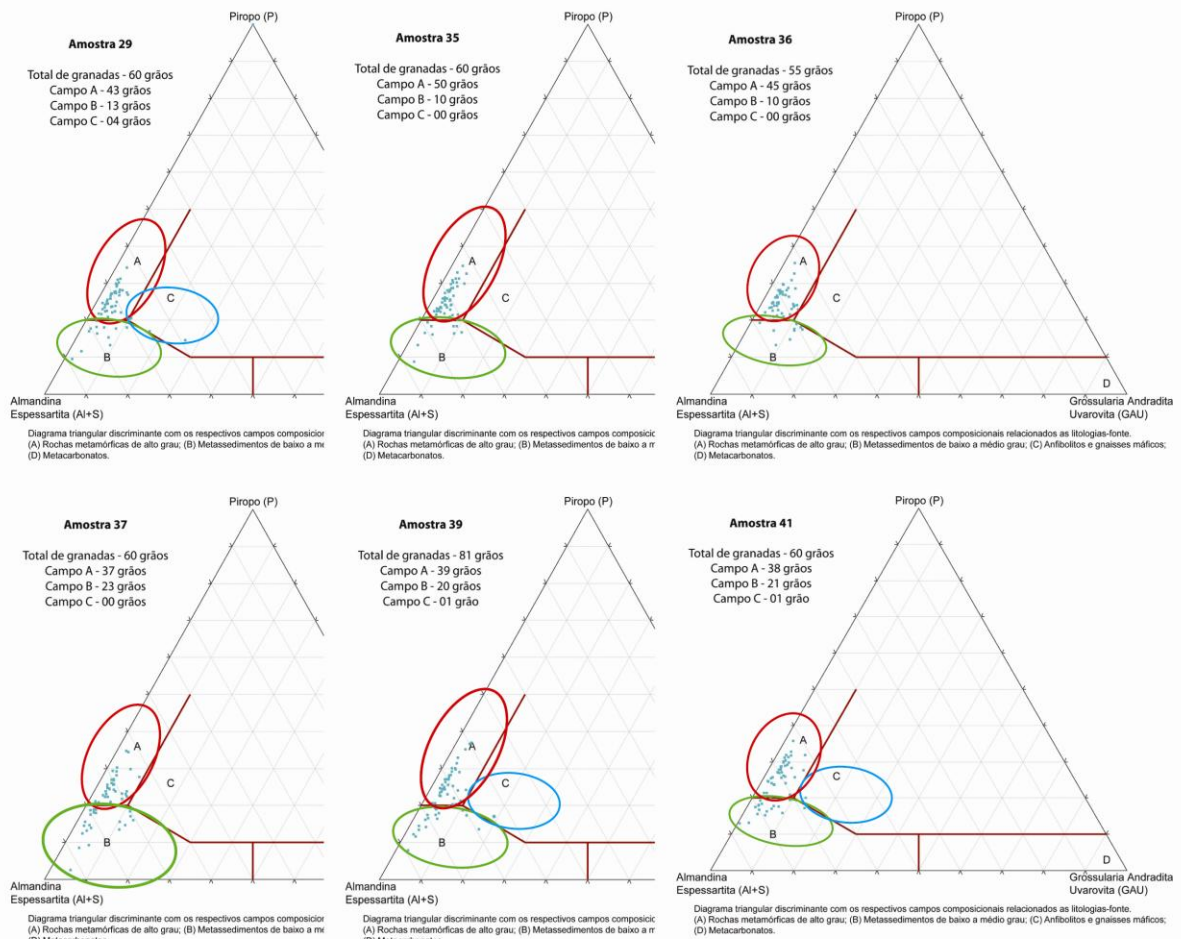


Figura 24 - Diagramas triangulares de granadas mostrando populações dos diferentes tipos de granadas.

- Gráfico com os índices de minerais pesados referentes ao poço 4 (14 amostras)

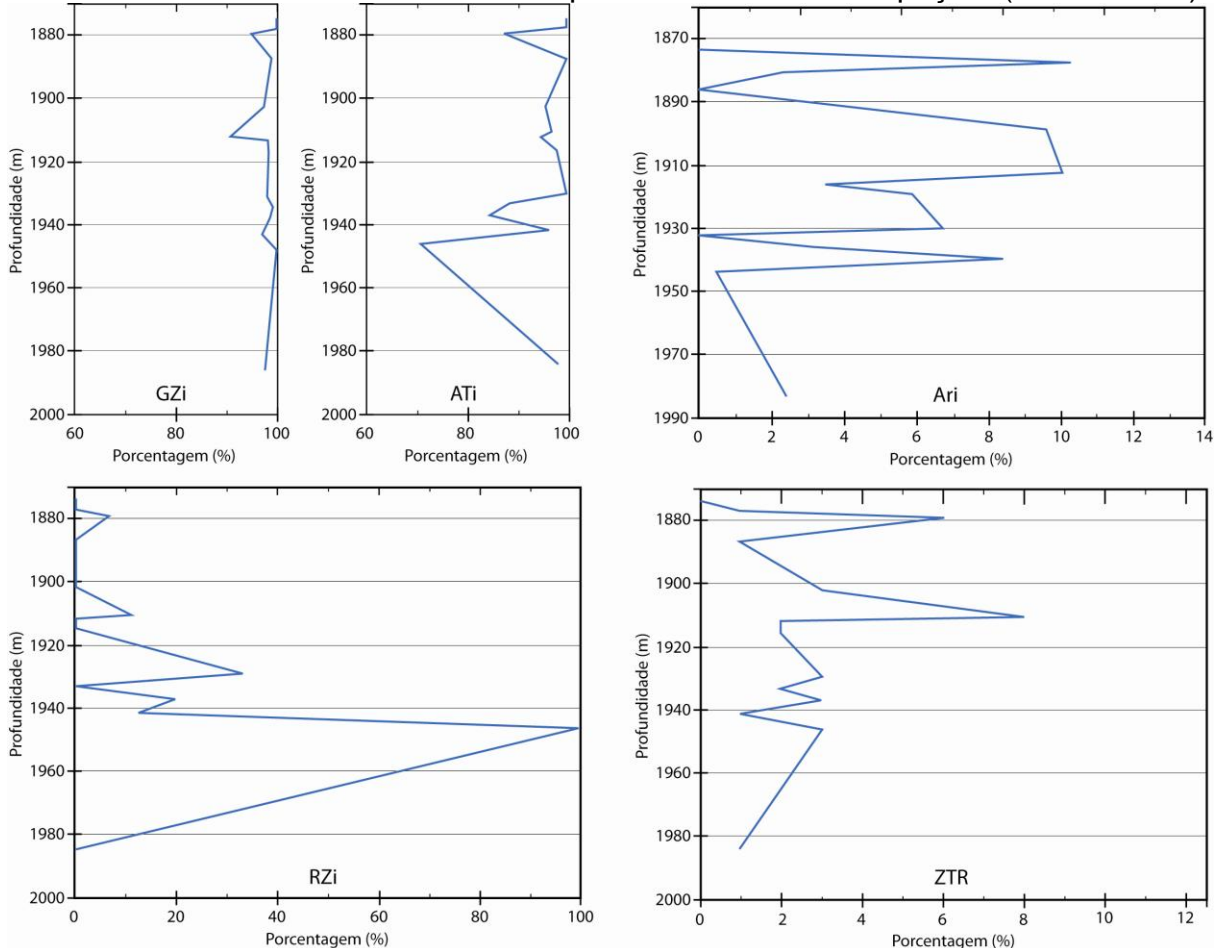


Figura 25 - Diagrama de índices de minerais pesados (GZi, ATi, RZi, ZTR e Ari) para as amostras do poço 4.

Os gráficos dos índices ZTR das amostras do poço 4 indica que os sedimentos sofreram apenas um ciclo sedimentar e possuem a mesma proveniência. O gráfico RZi tem uma variação grande na profundidade de 1950 metros, entre a amostra situada em 1940 e a situada em 1985 metros, indicando uma possível troca de área-fonte na profundidade de 1950 metros, e uma volta a mesma área-fonte.

O gráfico de arredondamento da apatita (Ari) possui uma variação bem grande, mas dentro de um *range* pequeno, indicando que o transporte foi curto até a deposição do sedimento. Esse dado se confirma com a pouca variação no índice ATi dessas amostras.

Como caracterizador de sedimentos, o gráfico GZi não seria muito útil no caso deste poço, já que sua variação é pequena.

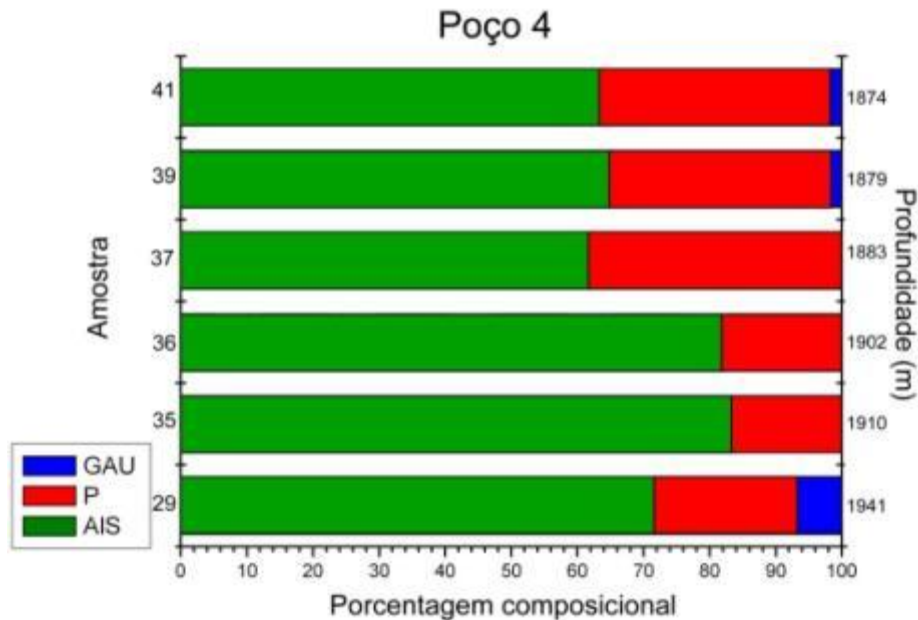


Figura 26 - Gráfico da distribuição química das granadas para as amostras do poço 4.

Poço pertencente à Fazenda Santa Luzia e com o maior número de amostras analisadas, 6 amostras (amostras 29, 35, 36, 37, 39 e 41), o poço 4 apresenta pelo menos 3 variações consideráveis no padrão de proveniência de suas granadas ao longo do seu intervalo de 67 metros trabalhados. O primeiro é o desaparecimento de granadas provenientes de anfibólitos e gnaisses máficos da amostra 29 para a amostra 35, entre as profundidades de 1941 e 1910 metros. Esse tipo de granadas volta a aparecer, mas em menor número do que na amostra da base, na amostra 39, entre o intervalo de 1883 e 1879 e permanece constante na amostra superior a essa, amostra 41. Além disso, ocorre o aumento intenso do conteúdo de granadas provenientes de rochas metamórficas de alto grau ocorrente entre as amostras 36 e 37, na profundidade entre 1902 e 1883 metros. No intervalo de 1883 e 1941 metros granadas provenientes de metassedimentos de baixo a médio grau são a grande maioria nas amostras 35 e 36, superando 80 % das granadas analisadas.

5.5 POÇO 5

- Diagramas de proveniência tectônica (Dickinson, 1985) correspondentes as amostras 44, 48, 49 e 51, ambas referentes ao poço 5.

Como visto em praticamente todas as amostras trabalhadas nos 5 poços, a exceção da amostra 19 do poço 3 que possui características de ambiente transicional, as amostras do poço 5 também são reconhecidas nos diagramas como sendo provenientes de embasamento soerguido. A única diferença relevante nestes diagramas cabe a amostra de número 48. Esta foi a única das 20 amostras trabalhadas onde apareceram conteúdos de líticos e não somente quartzo e feldspato. Mesmo assim nenhuma mudança na proveniência tectônica da mesma foi identificada. As amostras plotadas abaixo são respectivamente as de número 44, 48 e 51. A amostra 49 não possui gráfico deste tipo por não se caracterizar em um arenito.

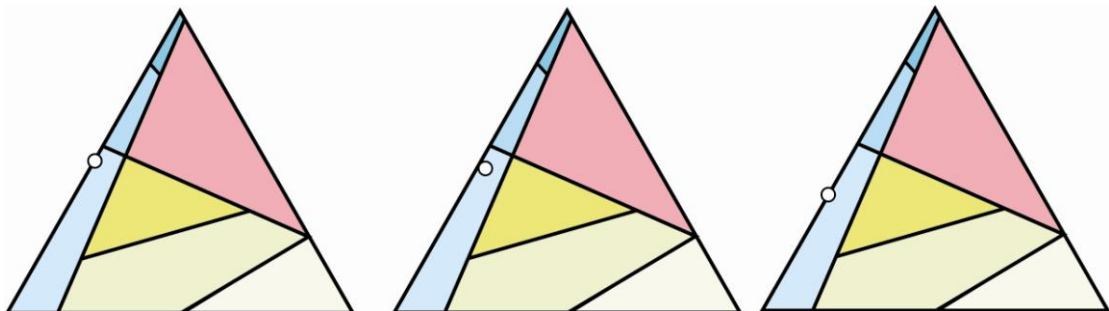


Figura 27 - Diagramas de proveniência tectônica para as amostras do poço 5, segundo Dickinson (1985).

– Diagramas das amostras 44, 48, 49 e 51 referentes ao poço 5:

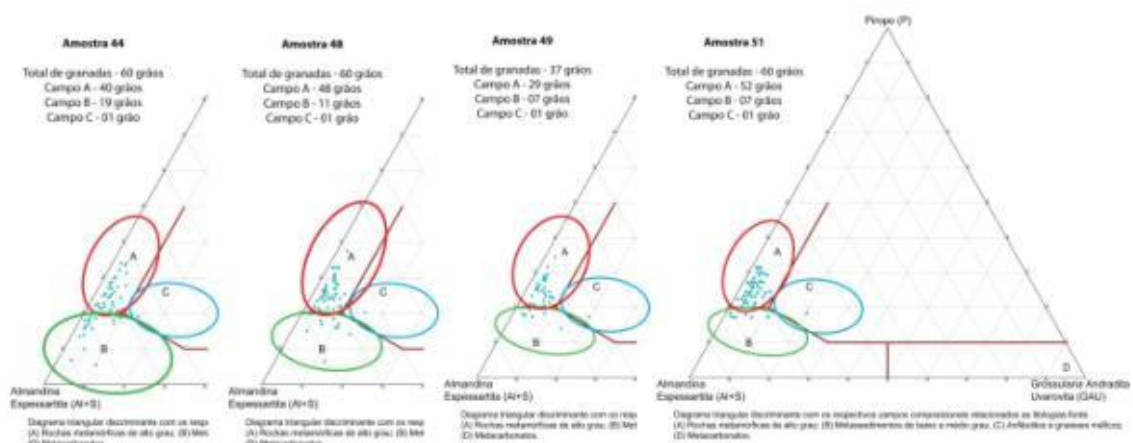


Figura 28 - Diagramas triangulares de granadas mostrando populações dos diferentes tipos de granadas.

- Gráficos dos índices de minerais pesados referente ao poço 5 (7 amostras)

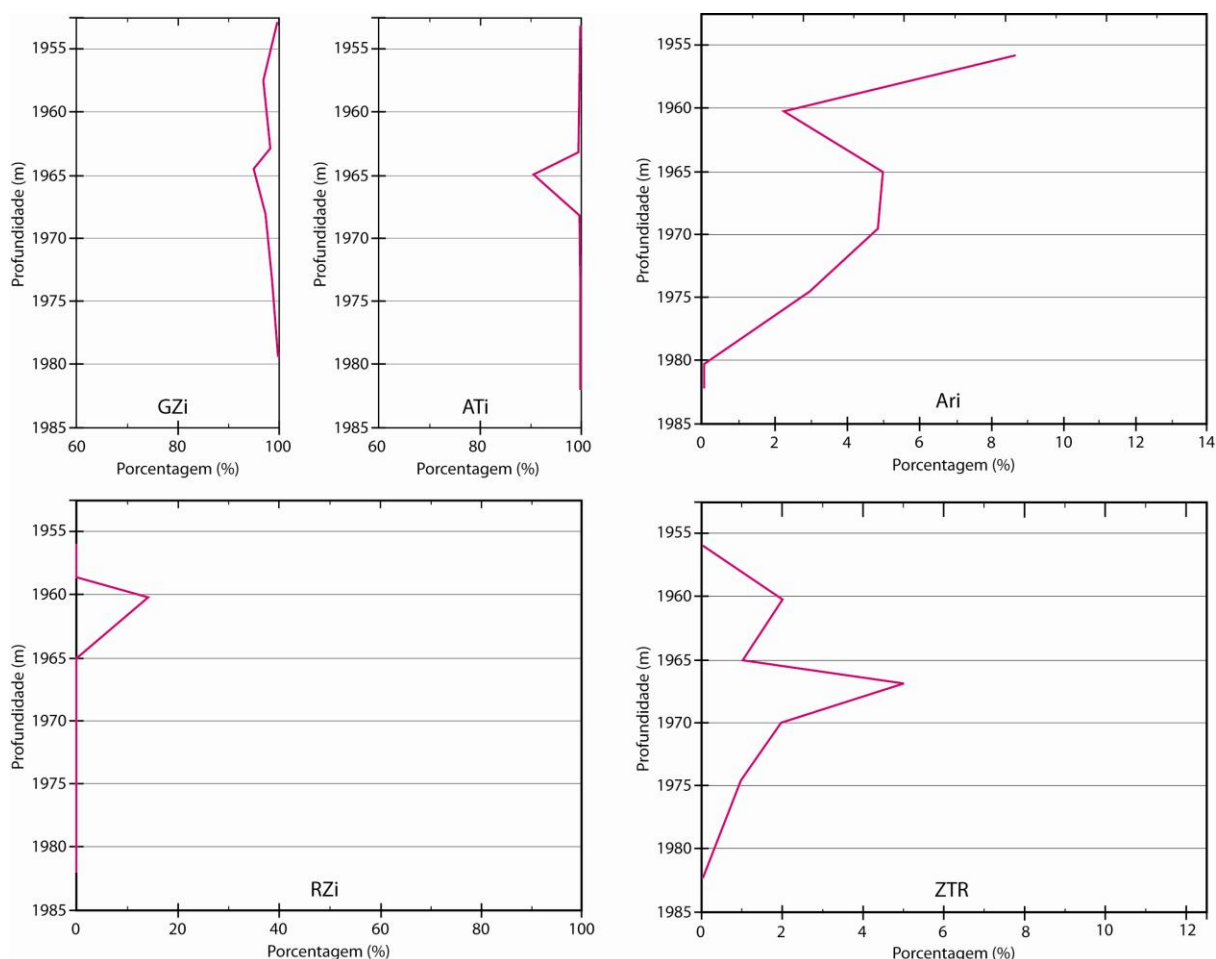


Figura 29 - Diagrama de índices de minerais pesados (GZi, ATi, RZi, ZTR e Ari) para as amostras do poço 5.

O gráfico RZi destas amostras indica que não houve variação na área-fonte destes sedimentos devido a não variação deste índice. Isso pode ser visto também na curta variação do índice ZTR, que indica que esse sedimento pertence a um primeiro ciclo sedimentar. O grau de arredondamento das apatitas mostra que não houve muito transporte entre a área-fonte e a deposição deste sedimento.

Uma pequena variação no índice ATi pode indicar uma maior exposição ao intemperismo deste sedimento na sua área-fonte, já que a permanência em meios aluviais é descartada pelo índice Ari.

O gráfico GZi permanece constante, não tendo significância.

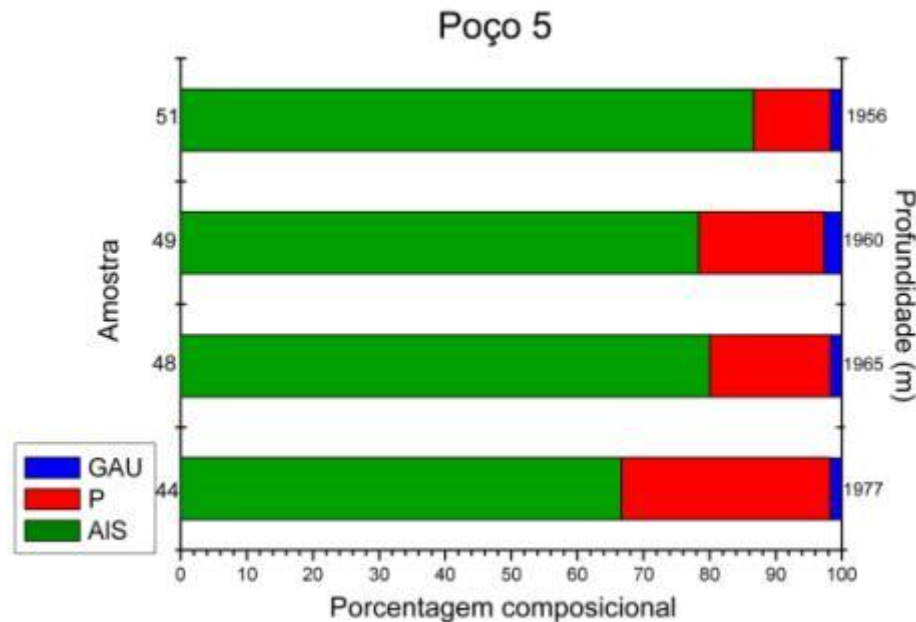


Figura 30 - Gráfico da distribuição química das granadas para as amostras do poço 5.

Único poço pertencente à Fazenda São Rafael, o poço 5 é referente à profundidade entre 1977 e 1956 metros, 21 metros de espessura, e abrange as amostras 44, 48, 49 e 51. Estas mostram que não ocorram mudanças muito importantes nas populações de granadas devido a sua pequena variabilidade na composição química das granadas analisadas. Algumas variações sutis são notadas entre a profundidade de 1977 e 1965 metros, onde o conteúdo de granadas provenientes de rochas metamórficas de alto grau passa de uma porcentagem da ordem de 30 % para uma de 20%, aumentando na amostra superior (amostra 49 na profundidade de 1960 metros) e diminuindo novamente na amostra 51 na profundidade de 1956 metros. Referente a granadas provenientes de anfibólitos e gnaisses máficos, ela permanece praticamente constante ao longo do intervalo sofrendo um leve aumento na profundidade de 1960 metros e voltando ao normal na profundidade de 1956 metros. As amostras deste poço são dominadas por granadas de metassedimentos de baixo a médio grau, principalmente nas porções mais rasas do intervalo trabalhado.

Em uma análise mais complementar, não levando em conta dados específicos de cada amostra, notamos que as assembléias de minerais pesados são muito similares em ambos os poços amostrados. Ocorre um franco domínio das granadas (geralmente ~ 90%) seguido de vários outros minerais sem uma expressividade muito grande (zircão, silimanita, apatita, rutilo, andaluzita, monazita, turmalina, cianita).

As granadas dos cinco poços ocorrem em maioria de incolor à rosa, geralmente sem inclusões, mas algumas vezes com inclusões granulares e subordinadamente aciculares ou prismáticas. Não ocorrem granadas com nenhum tipo de orientação nas amostras com inclusões granulares, somente nas que possuem inclusões aciculares ou prismáticas, mas mesmo estas são subordinadas, pois nestas, a maior parte das granadas não possui nenhuma orientação.

6 DISCUSSÕES E CONCLUSÕES

Conclui-se, com os diagramas de Dickinson (1985) que a proveniência tectônica destas amostras, de acordo com as descrições e os gráficos confeccionados, seja um embasamento soerguido. Segundo autores (Bruhn, 1998, Zalán & Oliveira, 2005 *apud* Fontanelli *et al.*, 2009) baseados na composição grossa dos arenitos, composição feldspática e nos inúmeros pacotes de arenitos turbidíticos, que constituem diversos campos de petróleo; e de acordo com Hackspacher *et al.* (2003 *apud* Fontanelli *et al.*, 2009), através de traços de fissão em apatitas, houve um considerável soerguimento das regiões adjacentes ao Cráton do São Francisco (Província Mantiqueira) com taxas consideradas muito altas no período final do Cretáceo (85-65 Ma). Isso também é uma explicação do por que os sedimentos não possuem características de terem sido transportados por longas distâncias, como visto nos gráficos dos índices ATi e Ari, mantendo constantes as proporções entre minerais pesados resistentes e frágeis ao intemperismo, e características reliquiares dos minerais com dureza relativamente baixa.

No trabalho com granadas, não foi encontrado nenhum grão de granada que quimicamente seria proveniente de metacarbonatos e de rochas pegmatíticas-graníticas (com exceção de alguns granitóides discutidos a seguir). Com isso nenhuma amostra caiu no campo D, definido por Sabeen *et al.* (2002) e Morton *et al.* (2002, 2004); nem no campo E, definido por Remus *et al.* (2004, 2007), do diagrama triangular. Este foi o motivo pelo qual somente metade do diagrama foi apresentado na parte dos resultados, e não os dois triângulos como visto ao longo do trabalho.

Com os dados obtidos para cada poço (gráficos triangulares separados por poço) podemos fazer algumas inferências fazendo uma correlação com as proveniências tectônicas das amostras (também apresentados para cada poço).

Nos casos das amostras trabalhadas nos 5 poços, ocorre uma total predominância de granadas provenientes de rochas metamórficas de alto grau, do tipo A, com quantidades relevantes de granadas do tipo B. Secundariamente aparecem granadas do tipo C.

Essas granadas do tipo A podem ter origem tanto no Terreno Cabo Frio quanto no Domínio Interno, também chamado de Terreno Oriental. As granadas do

campo A pertencentes ao Terreno Cabo Frio seriam oriundas da unidade Búzios, ao passo que as granadas pertencentes ao mesmo campo e com proveniência do Terreno Oriental seriam do Complexo Kinzigítico (Gnaiss São Fidelis, Enclaves Máficos e Gnaiss Catalunha) ou até mesmo de metamorfitos e alguns tipos de granitos (Rigo, 1990, Schmitt, 2001 *apud* Fontanelli *et al.*, 2009).

Referente às granadas do tipo, B pertencentes ao Terreno Cabo Frio, estas seriam provenientes da unidade Palmital. Já as granadas do tipo B com área-fonte no Terreno Oriental, a Suíte Angelim, alguns leucogranitos e o granito Brejatuba poderiam ser as rochas fonte (Rigo, 1990, Schmitt, 2001 *apud* Fontanelli *et al.*, 2009).

Mesmo sendo poucas amostras pertencentes ao tipo C das granadas, é relevante falar que as mesmas podem ser provenientes da unidade Búzios do Terreno Cabo Frio e de Enclaves Máficos ou do Gnaiss Catalunha, ambos do complexo Kinzigítico (Rigo, 1990, Schmitt, 2001 *apud* Fontanelli *et al.*, 2009).

Pensando em transporte de mais longa distância, algumas destas granadas poderiam ter proveniência do Domínio Externo, ou Terreno Ocidental da Faixa Ribeira, onde a predominância é de granadas oriundas de rochas metassedimentares de baixo a médio grau (Rigo, 1990, Schmitt, 2001 *apud* Fontanelli *et al.*, 2009).

Essas granadas são possivelmente provenientes dos leucogranitos (G2 e G3) que possuem granadas do tipo B, e dos granitos do tipo-S (G4) que ocorrem mais ao norte na Faixa Araçuai, assim como os do tipo-I (G5) (figura 9), que são intrusões zonadas (gabro no núcleo e granito na borda) ao longo de falhas *strike-slip*, ambos oriundos de um magmatismo pós-colisional, e possuem granadas tanto tipo A quanto dos tipos B e C.

Tendo em vista as longas distâncias do Terreno Cabo Frio e do Terreno Ocidental, fica difícil admitir que os mesmos tiveram alguma influência no fornecimento de sedimentos para o preenchimento da Bacia na localidade trabalhada. O maior fornecedor de sedimentos foi o Complexo Kinzigítico (gnaisses de alto grau metamórfico), que é adjacente à bacia e tem uma área muito intensa de exposição (figura 9). A prova disso é que as granadas amostradas são provenientes

de terrenos metamórficos de alto a médio grau, com nenhuma influência de terrenos graníticos nesse intervalo estudado, já que Pedrosa Soares *et al.*, 2001, Heilbron *et al.*, 2004, Schmitt & Trouw, 2004 *apud* Remus *et al.*, (2008), as identificam em outras unidades siliciclásticas da bacia. Os valores elevados encontrados para os índices GZi são consistentes com esta hipótese, pois terrenos deste tipo possuem muita granada e relativamente pouco zircão. A origem primária dos sedimentos siliciclásticos é também demonstrada pelo baixos índices ZTR, que indicam ausência de fontes policíclicas na proveniência deste sedimentos. O tempo de residência do sedimento foi muito curto, conforme demonstrado pelos valores consistentes e muito elevados dos índices ATi.

É importante ressaltar que as principais drenagens atuais, mas com curso possivelmente não muito diferente do curso do Cretáceo, cortam diretamente essas unidades do Complexo Kinzigítico e dos granitóides (G2, G3, G4 e G5).

Com o objetivo de utilizar a estratigrafia junto com os dados de proveniência, foram criados e testados modelos para explicar a deposição caótica de sedimentos siliciclásticos e intrabaciais nas mais variadas proporções e sem seguir nenhum tipo de padrão.

A utilização da estratigrafia, principalmente a estratigrafia de sequências, o que foi a proposta inicial do trabalho, não foi satisfatória nesta pesquisa devido a alguns fatores relevantes. A falta de resolução da sísmica, a pouca amostragem do material, tendo as análises sido feitas em um espaçamento muito grande e gerando muitas lacunas importantes nessa correlação, foi um dos fatores negativos do projeto. Outra problemática encontrada foi o curto intervalo vertical de alguns poços e a falta de linearidade entre eles, sendo as profundidades amostradas muito diferentes entre si.

No que diz respeito ao modelo pensado para responder algumas das perguntas da pesquisa, foram revisados trabalhos onde os autores catalogam depósitos de altíssima frequência ao redor do mundo (Myrow & Southard, 1996) e onde depósitos são descritos e datados por intercalações com cinza vulcânica na Península de Boso, Japão (Horikawa & Ito, 2009). Esses dados corroboram com a

idéia de que o Albiano da Bacia do Espírito Santo foi depositado sob o mesmo tipo de regime, um regime de intenso controle das tempestades.

Um dado de estratigrafia de sequências que poderia ter sido utilizado no trabalho é a sísmica. Algumas das perguntas mais complicadas de serem respondidas teriam solução se este dado tivesse sido utilizado e não somente a testemunhagem e perfis elétricos dos poços.

Quando se fala no modelo de deposição, o fato de nenhuma superfície erosiva de escala regional ser conhecida para este intervalo, somente na base e no topo deste Grupo Barra Nova, onde ocorrem discordâncias consideráveis e conhecidas, é um importante dado e elimina a idéia de que os sedimentos tenham sido depositados em um sistema fluvial e que sejam por ele remobilizados e depositados juntos com os materiais intrabaciais. Reforçando a idéia que contraria o modelo de um canal fluvial, o fato de não terem sido encontrados carbonatos *in situ*, indica que essa mistura de material intra e extrabacial não poderiam acontecer simplesmente remobilizando os sedimentos depositados na plataforma adjacente a linha de costa. Na tentativa de explicar essa heterogeneidade dos sedimentos, um modelo com *shoals* (altos topográficos, imensas bioconstruções no ambiente plataformal) em porções distais da plataforma, poderia ocasionar uma contribuição com a mesma direção da contribuição dos sedimentos siliciclásticos, mas com sentido diferente, vindo internamente da bacia através de correntes de tempestade, sendo este material desagregado das bioconstruções e re-depositado junto com o sedimento siliciclástico.

Se isso fosse verdade, carbonáticos *in situ* deveriam ter sido notificados, mas isso não ficou evidente nas descrições de testemunho nem através de nenhuma outra técnica utilizada.

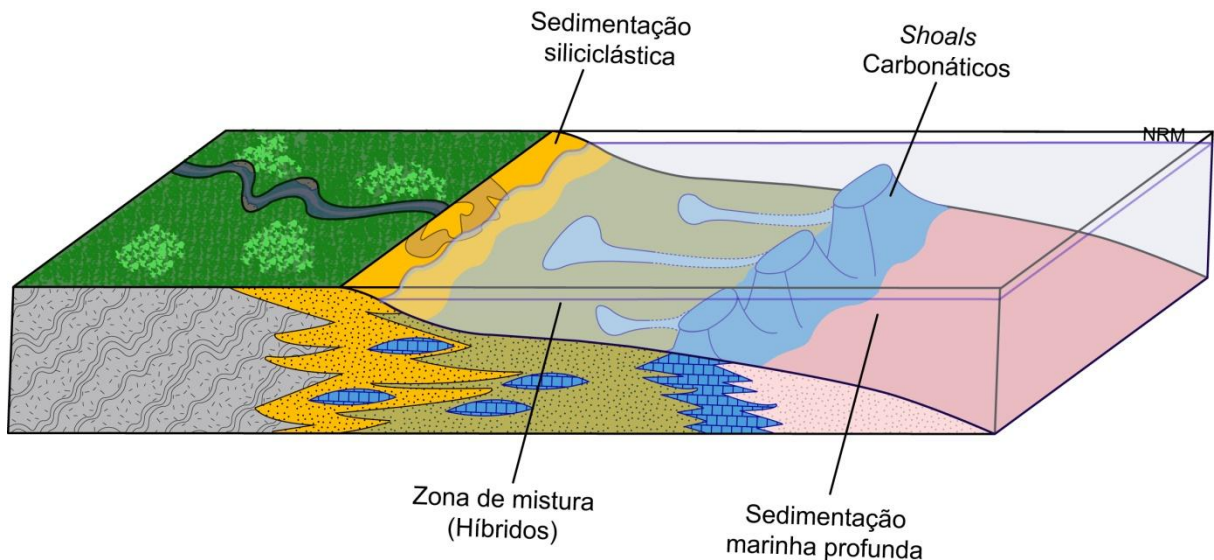


Figura 31 – Modelo deposicional com shoals contribuindo para a sedimentação. Carbonatos in-situ.

Uma idéia de que o aparecimento de sedimentos com características fluviais (arenitos com estratificação cruzada sobrepondo arenitos maciços), sem a superfície erosiva citada, leva a interpretação de que estas características se assemelhariam as de um canal alimentador de um sistema turbidítico. Esse sedimento com características fluviais não possui nenhum indício de exposição subaérea, oxidação dos grãos, por exemplo, reforçando ainda mais a teoria de um canal subaquoso.

O aparecimento de carbonatos misturados nas mais devidas proporções com estes sedimentos poderia ser explicado por uma rampa externa ou algum alto do embasamento.

O que pode ter ocorrido, é que uma rampa pode ter sido criada naturalmente com o acúmulo de material intrabacia, exemplo parecido com o dos *shoals*, e ou com a colaboração de algum evento tectônico do sal, gerando porções mais altas, como, por exemplo, um diápiro (ou alguns diápiros), que originaria uma mini bacia, que seria preenchida por qualquer tipo de sedimentos até ganhar dimensões de constituir uma proliferação de organismos capazes de gerar sedimentos carbonáticos. Com algum movimento deste mesmo diápiro (ou diápiros), essa suposta mini bacia pode ter sido extinta e consumida, sem ficar nenhum tipo de registro. A idéia de tectônica do sal é reforçada pelo fato de o sal dessas bacias

marginais brasileiras ser de idades Aptianas (125 – 112 Ma), e os sedimentos referidos no trabalho serem do Albiano (99.6 – 112 Ma).

Seguindo com esta idéia e fazendo um análogo aos dias atuais, onde as correntes de deriva litorâneas são, de forma grosseira, de sul para norte, ao longo de praticamente toda a costa sul-sudeste brasileira, este alto estaria posicionado a sul da área de estudos. Conforme eventos de tempestades fossem sendo criados no sul do globo, essas correntes de alta frequência e com capacidade de remobilizar sedimentos carbonáticos, jogavam esse material intrabacia, misturando-o com os sedimentos siliciclásticos das correntes de oeste para leste do canal turbidítico.

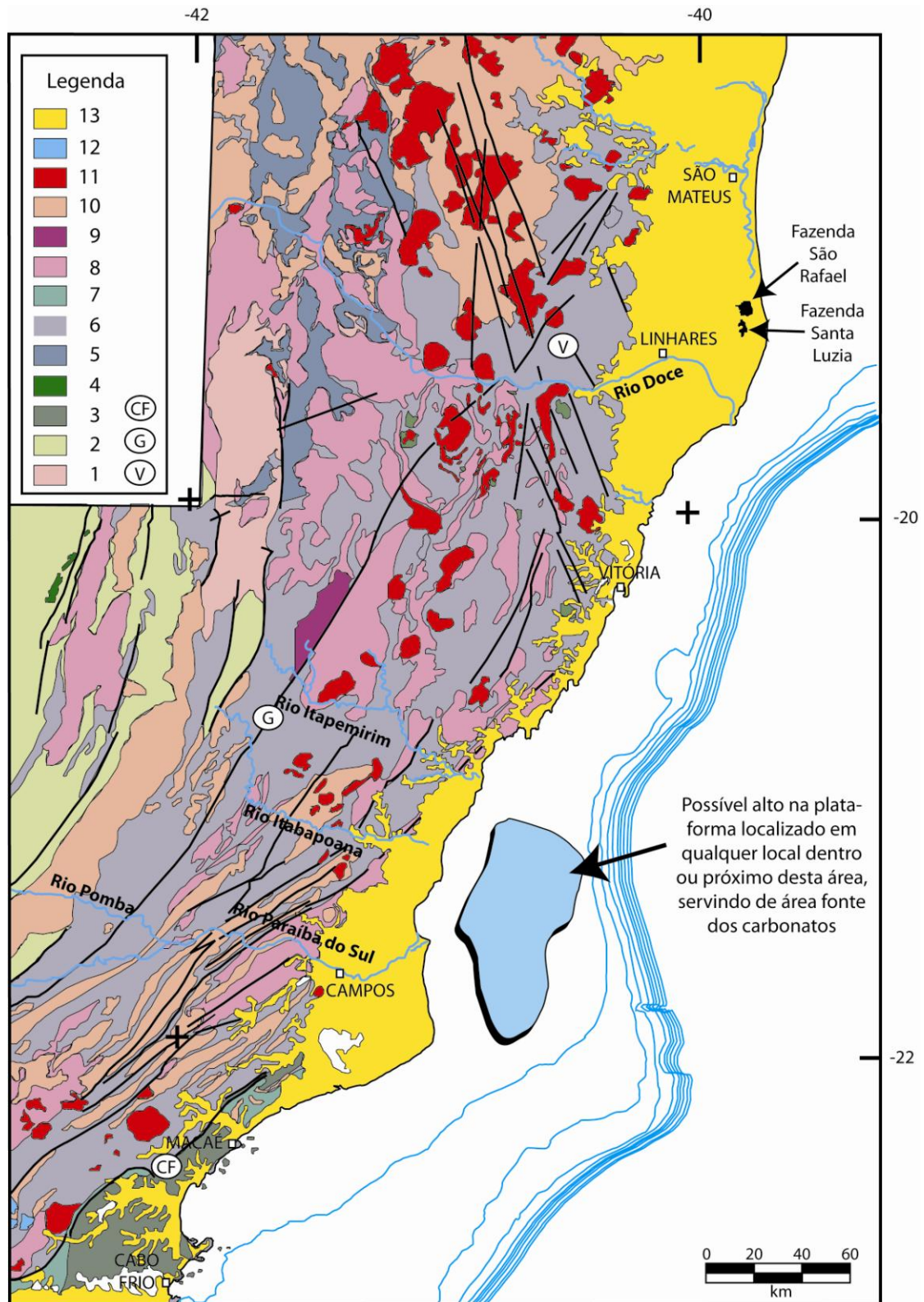


Figura 32 - Mapa geológico das possíveis áreas-fonte da Bacia do Espírito Santo, com uma área onde possivelmente existia um alto externo gerando os sedimentos carbonáticos depositados nos reservatórios estudados. Modificado de Shobbenhaus et al. (2004) apud Fontanelli 2009.

REFERÊNCIAS

- Addad J. E., 2001. **Minerais Pesados: Uma Ferramenta Para a Prospecção, Proveniência, Paleogeografia e Análise Ambiental**. Imprensa Universitária, UFMG, 68p.
- Biassusi A. S., Maciel A. A., Carvalho R. S., 1990. **Bacia do Espírito Santo: O “Estado da Arte” da Exploração**. B. Geoci. PETROBRÁS, Rio de Janeiro, v.4 n.1 pp. 13-19, jan./mar. 1990.
- Delgado I. M., Pedreira A.J. (coords.), 1994. **Mapa Tectono-Geológico do Brasil**. Serviço Geológico do Brasil - CPRM, Escala 1:7.000.000.
- Dickinson W. R., 1985. Interpreting provenance relations from detrital modes of sandstones. In: Zuffa G.G. (ed.) **Provenance of Arenites**. Dordrecht, The Netherlands, D. Reidel Pub. Co., pp. 333-361.
- Dickinson W. R. *et al.*, 1983. Provenance of North American Phanerozoic sandstones in relation to tectonic setting. **Geological Society of America**, v. 94, pp. 222-235.
- Estrella G. *et al.*, 1984. The Espirito Santo Basin (Brazil) Source Rock Characterization and Petroleum Habitat. **Petroleum Geochemistry and Basin Evaluation, AAPG Memoir 35**, pp. 253-271.
- Fontanelli P. R. *et al.*, 2009. Provenance of deep-water reservoir sandstones from the Jubarte oil field, Campos Basin, Eastern Brazilian Margin. **Marine and Petroleum Geology**, v. 26, pp. 1274-1298.
- Fontanelli P. R., 2007. Proveniência dos arenitos-reservatórios de água profunda do Campo de Jubarte, Bacia de Campos, Margem Continental Brasileira. Dissertação de Mestrado do curso de Geologia/ PPGGEO/ **Instituto de Geociências, UFRGS**, 108p.
- França R. L. *et al.*, 2007. Bacia do Espírito Santo. **B. Geoci Petrobrás** v. 15, no. 2, Rio de Janeiro, Brazil, pp. 501-509.
- Freire E. B., Cordeiro D. D., 2009. Gerenciamento da Produção no Campo de Fazenda Santa Luzia Por Meio Das Técnicas da Estratigrafia de Alta Resolução e Perfis de Saturação: Um Caso Para Estudo.
- Grimm W.D., 1973. Stepwise heavy mineral weathering in the residual quartz gravel, Bavarian Molasse (Germany). **Contribution Sediment**. v. 1, pp. 103-125.
- Horikawa K., Ito. M., 2009. Non-uniform across-shelf variations in thickness, grain size, and frequency of turbidites in a transgressive outer-shelf, the Middle Pleistocene Kakinokidai Formation, Boso Peninsula, Japan. **Sedimentary Geology**, v. 220, pp. 105-115.
- Hubert J. F., 1962. A zircon-turmaline-rutile maturity index and the interdependence of the composition of heavy mineral assemblage with gross composition and texture of sandstones. **J. Sedimentary Petrology** v. 32, pp. 440-450.

Hubert J. F., 1971. Analysis of heavy-mineral assemblages In: Robert E. C. (ed.) **Produces in Sedimentary Petrology**. Cap. 19, pp. 453-478.

Johnsson M. J., 1993. The System Controlling the Composition of Clastic sediments. In: Johnsson M. J.; Basu A. (eds.). Process Controlling the Composition of Clastic Sediments. **Geological Society of America**, Spec. Pap., v. 284, pp. 1-19.

Johnsson M. J., Stallard R. F., Lundberg N., 1991. Controls on the composition of fluvial sands from tropical weathering 28 A.C. Morton C. R. Hallsworth / *Sedimentary Geology* 124 (1999) 3-29 environment: Sands of the Orinoco River drainage basin, Venezuela and Colombia. **Bulletin Geological Society of America**. v. 103, pp. 1622-1647.

Machado, T. F. & Remus, M. V. D. 2011. Proveniência dos depósitos de areia do Rio Jacuí-RS, utilizando a análise de minerais pesados. **Pesquisas em Geociências** (aceito para publicação).

Mange M. A., Maurer H. F. W., 1992. **Heavy Minerals in Colour**. London, Chapman and Hall, 147p.

Mange M. A., Morton A. C., 2007. Geochemistry of heavy minerals. In: Mange M. A.; Wright D. T. (eds.) **Developments in Sedimentology**, v. 58, pp. 345-391.

Mange M. A., Wright D. T., 2007. High-resolution heavy mineral analysis (HRMA): a brief summary. In: Mange M. A.; Wright D. T. (eds.) **Developments in Sedimentology**, v. 58, pp. 433-436.

Mange-Rajetzky M. A., 1995. Subdivision and correlation of monotonous sandstone sequences using high-resolution heavy mineral analysis, a case study: the Triassic of the Central Graben. In: Dunay R.E.; Hailwood E.A. (eds.) *Non-biostratigraphical Methods of Dating and Correlation*. **Geological Society Special Publication**, v. 89, pp. 23-30.

Mitchum jr., R. M., Vail, R. P., 1977. Seismic stratigraphy and global changes of sea-level, part 7: Stratigraphic interpretation of seismic reflections patterns in depositional sequences. In: Payton, C. E. (Ed.), **Seismic Stratigraphy – Applications to Hydrocarbon Exploration**. Memoir, v. 26. AAPG (American Association of Petroleum Geologists), pp. 205-212.

Morton A. C., 1985. Heavy mineral in provenance studies. In: Zuffa G.G. (ed.) **Provenance of Arenites**. Dordrecht, Germany, D. Reidel Pub. Co., pp. 249-278.

Morton A. C., 1984. Stability of detrital heavy mineral in Tertiary sandstone of the North Sea Basin. **Clay mineral**, v. 19, pp. 287-308.

Morton A. C., 1986. Dissolution of apatite in North Sea Jurassic sandstone: Implications for the generation of secondary porosity. **Clay Mineral**, v. 21, pp. 711-733.

Morton A. C.; Hallsworth C. R., 1994. Identifying provenience-specific features of detrital heavy mineral assemblages in sandstones. **Sedimentary Geology**, v. 90, pp. 241-256.

Morton A. C., Hallsworth C. R., 1999. Processes controlling the composition of heavy mineral assemblages in sandstones. **Sedimentary Geology**, v. 124, pp. 3-29.

Morton A. C., Hurst A., 1995. Correlation of sandstones using heavy minerals: an example from the Staffjord Formation of the Snorre Field, northern North Sea. *In*: Dunay R.E.; Hailwood E.A. (eds.) *Non-biostratigraphical Methods of Dating and Correlation*. **Geological Society Special Publication**, v. 89, pp. 3-22.

Morton A. C., Johnsson M. J., 1993. Factors influencing the composition of detrital heavy mineral suites in Holocene sands of the Apure river drainage basin, Venezuela. *In*: Johnsson M.J.; Basu A. (eds.) *Processes Controlling the Composition of Clastic Sediments*. **Geological Society of America Special Paper**, v. 284, pp. 1-19.

Morton A. C., Smale D., 1991. The effects of transport and weathering on heavy minerals from the Cascade River, Nova Zelândia. **Sedimentary Geology**, v. 68, pp. 117-123.

Myrow P. M., Southard J. B., 1996. Tempestite Deposition. **Journal of Sedimentary Research**, Society for Sedimentary Geology, v. 66 (5), pp. 875-887.

Nickel E., 1973. Experimental dissolution of light and heavy minerals in comparison with weathering and intrastratal solution. **Contribution Sediment**, v. 1, pp. 1-68.

Oliveira M.J.R., Pinto C.P., Féboli W.L., Santos R.A., 1997. **Projeto Leste: Geologia estrutural e tectônica** - Etapa 1. Belo Horizonte, CPRM - Serv. Geol. do Brasil, p. 47.

Pereira R. M., Ávila C. A., Lima P. R. A. S., 2005. Minerais em Grãos: Técnicas de coleta, preparação e identificação. **Oficina de Textos**, pp. 14-18.

Pettijohn F., Potter P. E., Siever R., 1973. **Sand and Sandstone**. Springer-Verlag, NNova Yorke, 618p.

Reed S. J. B., 1996 *Electron Microprobe Analysis and Scanning Electron Microscopy in Geology*, **Cambridge, UK : Cambridge University Press**. 201p.

Remus M. V. D. *et al.*, 2008. Proveniência Sedimentar: Métodos e Técnicas Analíticas Aplicadas. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 38(02), pp. 166-185.

Savage K. M., De Cesero P., Potter P.E., 1988. Mineralogic maturity of modern sand along a high-energy tropical coast, Baixada de Jacarapeguá, Rio de Janeiro Brazil. **Journal. Of South America Earth Sciences**, v. 1, pp. 317-328.

Sloss, L. L., Krumbein, W.C., Dapples, E.C., 1949. Integrated Facies Analysis. **Memoir Geological Society of America Bulletin**, v. 39, pp. 91-123.

Sloss, L. L. *et al.*, 1963. Sequences in the Cratonic Interior of North America, **Geological Society of America Bulletin**, v. 74, No. 2, pp. 93-114.

Spear F. S., Pyle J. M., 2002. Apatite, Monazite and Xenotime in Metamorphic Rocks. *In*: Kohn M. J., Rakovan J., Hughes J. M. (eds.) *Phosphates, Reviews in Mineralogy. & Geochemistry*, v. 48, **Mineral Society America**, pp. 293-336.

Zuffa G.G., 1980. Hybrid Arenites: Their Composition and Classification. **Journal of Sedimentary Petrology**, v. 50, No. 1, pp. 21-29.

Zuffa G.G., 1985. Optical analysis of arenites: influence of methodology on compositional results. *In*: Zuffa G.G. (ed.) **Provenance of Arenites**. Dordrecht, Germany, D. Reidel Pub. Co., pp. 165-189.

APÊNDICES

Apêndice A Organização do trabalho de confecção das pastilhas para análise de granadas por Microsonda eletrônica.

Pastilha 1

Data de confecção: 16/05/2011

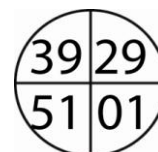
Amostras: SL 18; SL 31; SL 25 ; SL 36



Pastilha 4

Data de confecção: 18/05/2011

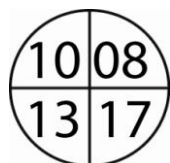
Amostras: SL 51; SL 01; SL 39 ; SL 29



Pastilha 2

Data de confecção: 16/05/2011

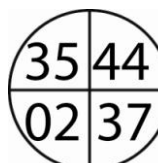
Amostras: SL 08; SL 10; SL 13 ; SL 17



Pastilha 5

Data de confecção: 18/05/2011

Amostras: SL 44; SL 35; SL 37 ; SL 02



Pastilha 3

Data de confecção: 17/05/2011

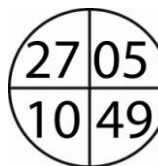
Amostras: SL 19; SL 22; SL 48 ; SL 41



Pastilha 6

Data de confecção: 18/05/2011

Amostras: SL 05; SL 27; SL 49 ; SL 10



Apêndice B Tabelas de química mineral das granadas utilizadas na confecção dos gráficos ternários mostrados no apêndice 2, que serviram de base para a elaboração dos gráficos dos poços.

- Porcentagens de óxidos recalculada baseado no oxigênio 12 (O_{12}) e com Fe^{2+}/Fe^{3+} calculado assumindo ocupação total.
- Com destaque em amarelo são amostras do campo **A**, as quais possuem elevado teor de Piropo ($P > 20$) e baixo teor de Grossulária+Andradita+Uvarovita ($GAU < 10$), derivadas de rochas metamórficas de alto grau (paragnaisses, granulitos e charnockitos).
- Sem destaque algum, em branco, são as granadas com teores baixos de Piropo, geralmente $P < 20$ e geralmente com teores de $GAU < 10$. Estas compõem o campo **B** e são características de rochas metasedimentares de baixo a médio grau e incluem alguns granitos.
- As granadas do campo **C**, destacadas em vermelho, possuem elevados teores de Piropo, geralmente $P > 20$ e teores de $GAU > 10$. São granadas provenientes de metabasitos (anfíbolitos e gnaisses máficos)
- As tabelas são normalizadas para 60 granadas por amostra, a exceção da amostra 18 (55 granadas), da amostra 25 (54 granadas), da amostra 36 (55 granadas) e da amostra 49 (37 granadas).

AMOSTRA 01

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
SiO2	37.29	36.62	36.77	36.87	37.03	36.87	36.55	36.98	36.59	36.70	37.08	36.99	37.35	37.68	36.74	36.77	36.52	36.89	36.59	37.06	37.51	36.91	37.19	37.26	37.29	37.09	36.47	37.35	36.82	36.41	
TiO2	0.03	0.00	0.00	0.01	0.01	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.04	0.00	0.00	
Al2O3	22.12	21.44	21.64	22.03	22.03	21.60	21.73	22.12	21.64	21.68	22.02	21.90	22.63	22.53	21.87	22.19	21.67	21.71	21.99	21.83	22.25	21.99	21.83	22.35	22.02	21.78	21.58	22.28	21.88	21.65	
FeO	32.28	34.21	34.45	30.44	31.91	32.45	29.68	31.25	32.53	31.76	32.40	32.04	28.55	29.41	32.27	32.89	32.14	32.42	33.17	32.10	28.74	32.51	32.53	30.33	32.09	32.95	29.62	31.81	32.89	34.25	
MnO	1.05	1.73	1.94	1.20	1.41	1.27	6.36	1.47	3.98	3.46	1.22	2.36	1.25	0.80	2.02	1.30	2.72	2.19	1.13	1.79	0.93	1.57	2.30	1.05	1.26	1.25	8.13	1.04	2.21	2.92	
MgO	5.60	3.87	3.56	6.38	6.10	4.62	4.38	5.25	4.02	4.27	5.92	4.91	8.22	8.02	5.14	5.23	4.57	4.59	5.09	4.85	8.59	5.35	5.21	6.69	5.96	5.19	3.21	6.62	5.00	3.27	
CaO	1.35	0.73	0.66	2.24	0.85	2.71	1.11	2.20	0.80	1.47	0.94	1.43	1.15	1.44	0.59	0.80	1.05	1.58	0.94	2.00	1.09	0.67	0.68	1.00	1.08	1.35	0.78	0.87	0.94	0.85	
Cr2O3	0.00	0.09	0.05	0.00	0.00	0.03	0.00	0.04	0.00	0.00	0.04	0.02	0.04	0.02	0.02	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.03	0.02	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.08	0.00	0.02	
NiO	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	0.05	0.02	0.04	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.04	0.02	0.01	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	
No. of oxy	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	
Reformatted oxide percentages based on 12 oxygens and with Fe2+/Fe3+ calculated assuming full occupancy																															
SiO2	37.29	36.62	36.77	36.87	37.03	36.87	36.55	36.98	36.59	36.70	37.08	36.99	37.35	37.68	36.74	36.77	36.52	36.89	36.59	37.06	37.51	36.91	37.19	37.26	37.29	37.09	36.47	37.35	36.82	36.41	
TiO2	0.03	0.00	0.00	0.01	0.01	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.04	0.00	0.00	
Al2O3	22.12	21.44	21.64	22.03	22.03	21.60	21.73	22.12	21.64	21.68	22.02	21.90	22.63	22.53	21.87	22.19	21.67	21.71	21.99	21.83	22.25	21.99	21.83	22.35	22.02	21.78	21.58	22.28	21.88	21.65	
Cr2O3	0.00	0.09	0.05	0.00	0.00	0.03	0.00	0.04	0.00	0.00	0.04	0.02	0.04	0.02	0.02	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.03	0.02	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.08	0.00	0.02	
Fe2O3	0.00	0.00	0.00	0.14	0.00	0.21	0.16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
FeO	32.28	34.21	34.45	30.30	31.91	32.26	29.53	31.25	32.53	31.76	32.40	32.04	28.55	29.41	32.27	32.89	32.14	32.42	33.17	32.10	28.65	32.51	32.53	30.33	32.09	32.95	29.62	31.81	32.89	34.25	
MnO	1.05	1.73	1.94	1.20	1.41	1.27	6.36	1.47	3.98	3.46	1.22	2.36	1.25	0.80	2.02	1.30	2.72	2.19	1.13	1.79	0.93	1.57	2.30	1.05	1.26	1.25	8.13	1.04	2.21	2.92	
MgO	5.60	3.87	3.56	6.38	6.10	4.62	4.38	5.25	4.02	4.27	5.92	4.91	8.22	8.02	5.14	5.23	4.57	4.59	5.09	4.85	8.59	5.35	5.21	6.69	5.96	5.19	3.21	6.62	5.00	3.27	
NiO	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	0.05	0.02	0.04	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.04	0.02	0.01	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	
CaO	1.35	0.73	0.66	2.24	0.85	2.71	1.11	2.20	0.80	1.47	0.94	1.43	1.15	1.44	0.59	0.80	1.05	1.58	0.94	2.00	1.09	0.67	0.68	1.00	1.08	1.35	0.78	0.87	0.94	0.85	
Total	99.74	98.69	99.06	99.17	99.35	99.65	99.87	99.32	99.61	99.36	99.62	99.65	99.19	99.90	98.64	99.20	98.69	99.37	98.92	99.69	99.16	99.04	99.78	98.69	99.70	99.63	99.80	100.09	99.75	99.39	
Si	2.95	2.96	2.96	2.93	2.94	2.95	2.93	2.94	2.95	2.95	2.94	2.95	2.92	2.93	2.95	2.93	2.95	2.96	2.93	2.95	2.94	2.95	2.96	2.94	2.95	2.96	2.95	2.94	2.94	2.95	
Al iv	0.05	0.04	0.04	0.07	0.06	0.05	0.07	0.06	0.05	0.05	0.06	0.05	0.08	0.07	0.05	0.07	0.05	0.04	0.07	0.05	0.06	0.05	0.04	0.06	0.05	0.04	0.05	0.06	0.06	0.05	
Al vi	2.02	2.02	2.03	1.99	2.01	1.98	1.99	2.02	2.00	2.01	2.00	2.01	2.01	2.00	2.02	2.02	2.01	2.01	2.02	2.00	1.99	2.02	2.01	2.03	2.01	2.00	2.00	2.00	2.00	2.02	
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Cr	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	
Fe3+	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Fe2+	2.16	2.34	2.36	2.01	2.13	2.16	1.98	2.10	2.20	2.14	2.16	2.15	1.89	1.92	2.20	2.23	2.19	2.18	2.25	2.15	1.88	2.20	2.18	2.05	2.14	2.20	2.01	2.10	2.20	2.34	
Mn	0.07	0.12	0.13	0.08	0.09	0.09	0.43	0.10	0.27	0.24	0.08	0.16	0.08	0.05	0.14	0.09	0.19	0.15	0.08	0.12	0.06	0.11	0.15	0.07	0.08	0.08	0.56	0.07	0.15	0.20	
Mg	0.66	0.47	0.43	0.76	0.72	0.55	0.52	0.62	0.48	0.51	0.70	0.58	0.96	0.93	0.61	0.62	0.55	0.55	0.61	0.58	1.00	0.64	0.62	0.79	0.70	0.62	0.39	0.78	0.60	0.39	
Ni	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Ca	0.11	0.06	0.06	0.19	0.07	0.23	0.10	0.19	0.07	0.13	0.08	0.12	0.10	0.12	0.05	0.07	0.09	0.14	0.08	0.17	0.09	0.06	0.06	0.08	0.09	0.12	0.07	0.07	0.08	0.07	
Total	8.02	8.01	8.01	8.04	8.03	8.03	8.04	8.03	8.03	8.02	8.03	8.02	8.04	8.03	8.02	8.03	8.02	8.02	8.03	8.02	8.03	8.02	8.02	8.02	8.02	8.02	8.02	8.03	8.03	8.03	8.02
Almandine	71.36	78.10	79.20	64.94	69.75	70.51	64.15	69.10	72.06	70.38	70.71	70.68	61.08	62.37	72.78	73.46	71.97	71.84	73.91	70.60	60.65	72.86	71.92	68.00	70.19	72.37	65.68	68.72	71.92	77.34	
Andradite	0.00	0.00	0.00	0.44	0.00	0.64	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.31	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Grossular	3.87	1.85	1.76	6.05	2.47	7.15	2.76	6.25	2.35	4.30	2.57	4.09	3.17	4.04	1.64	2.34	3.04	4.59	2.72	5.77	2.68	1.88	1.96	2.84	3.09	3.91	2.29	2.23	2.74	2.44	
Pyrope	22.39	15.76	14.41	25.81	24.56	18.70	17.87	21.16	16.38	17.32	23.78	19.77	32.79	31.73	20.85	21.20	18.66	18.55	20.73	19.53	34.15	21.59	20.90	26.75	23.84	20.86	13.13	26.43	20.26	13.37	
Spessartin	2.38	4.01	4.46	2.75	3.23	2.92	14.73	3.37	9.21	7.99	2.79	5.41	2.83	1.80	4.66	3.00	6.30	5.02	2.62	4.10	2.10	3.60	5.23	2.38	2.87	2.86	18.89	2.35	5.08	6.80	
Uvarovite	0.00	0.29	0.17	0.00	0.00	0.08	0.00	0.12	0.00	0.00	0.14	0.05	0.13	0.06	0.07	0.00	0.04	0.00	0.02	0.00	0.11	0.07	0.00	0.03	0.00	0.00	0.27	0.00	0.06	0.06	
AlS	73.74	82.11	83.66	67.69	72.97	73.43	78.88	72.47	81.27	78.37	73.51	76.09	63.91	64.17	77.43	76.46	78.27	76.86	76.52	74.70	62.75	76.46	77.15	70.38	73.06	75.23	84.58	71.07	77.00	84.14	
GAU	3.87	2.13	1.92	6.50	2.47	7.87																									

31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	
37.56	36.99	36.90	37.24	36.68	36.61	37.44	36.38	37.46	36.78	37.47	37.72	36.42	36.69	36.78	37.46	37.50	36.87	37.33	37.34	37.32	37.67	36.98	36.45	37.39	36.98	36.18	37.47	37.40	37.32	
0.00	0.00	0.00	0.03	0.00	0.04	0.00	0.00	0.01	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	0.00	0.06	0.00	0.03	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	
22.21	22.21	22.37	21.93	21.89	21.87	22.21	21.95	22.16	22.03	22.50	22.54	21.71	22.01	22.30	22.46	22.02	21.53	21.67	22.41	22.20	22.33	21.99	21.71	22.10	22.18	21.79	22.46	21.98	22.45	
29.36	33.42	32.32	29.63	34.34	33.89	29.52	33.37	30.55	33.33	29.57	27.99	34.51	33.86	31.49	29.92	31.91	26.16	29.87	32.64	28.88	30.10	32.88	31.43	29.57	30.69	33.96	31.07	31.66	30.12	
0.95	0.79	1.01	1.35	1.40	1.42	1.10	1.69	0.95	2.72	0.81	0.49	1.73	1.32	0.97	1.19	1.26	5.25	1.91	0.89	1.14	1.14	1.57	3.55	1.33	1.90	2.82	1.01	1.17	1.55	
7.28	4.83	6.33	7.04	4.24	4.28	7.70	4.44	7.10	4.33	8.07	9.84	4.00	4.48	5.80	7.72	5.91	3.34	5.36	5.66	8.08	7.33	5.13	5.01	4.48	6.29	3.58	6.89	6.20	7.20	
2.03	1.66	0.78	2.07	0.98	1.12	0.93	1.18	0.98	0.84	1.09	0.56	1.11	0.82	2.40	0.84	1.02	5.92	3.67	1.09	1.12	0.94	0.83	0.62	4.78	1.09	0.92	0.79	0.99	1.06	
0.01	0.02	0.06	0.06	0.04	0.03	0.03	0.00	0.00	0.01	0.03	0.02	0.03	0.04	0.01	0.02	0.04	0.02	0.01	0.00	0.00	0.05	0.04	0.00	0.00	0.02	0.02	0.02	0.00	0.00	
0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.01	0.00	0.00	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	0.02		
12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	
37.56	36.99	36.90	37.24	36.68	36.61	37.44	36.38	37.46	36.78	37.47	37.72	36.42	36.69	36.78	37.46	37.50	36.87	37.33	37.34	37.32	37.67	36.98	36.45	37.39	36.98	36.18	37.47	37.40	37.32	
0.00	0.00	0.00	0.03	0.00	0.04	0.00	0.00	0.01	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	0.00	0.06	0.00	0.03	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	
22.21	22.21	22.37	21.93	21.89	21.87	22.21	21.95	22.16	22.03	22.50	22.54	21.71	22.01	22.30	22.46	22.02	21.53	21.67	22.41	22.20	22.33	21.99	21.71	22.10	22.18	21.79	22.46	21.98	22.45	
0.01	0.02	0.06	0.06	0.04	0.03	0.03	0.00	0.00	0.01	0.03	0.02	0.03	0.04	0.01	0.02	0.04	0.02	0.01	0.00	0.00	0.05	0.04	0.00	0.00	0.02	0.02	0.02	0.00	0.00	
0.00	0.00	0.00	0.23	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.31	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
29.36	33.42	32.32	29.42	34.34	33.89	29.52	33.37	30.55	33.33	29.57	27.95	34.51	33.86	31.49	29.92	31.91	26.14	29.58	32.64	28.88	30.10	32.88	31.43	29.57	30.69	33.96	31.07	31.66	30.12	
0.95	0.79	1.01	1.35	1.40	1.42	1.10	1.69	0.95	2.72	0.81	0.49	1.73	1.32	0.97	1.19	1.26	5.25	1.91	0.89	1.14	1.14	1.57	3.55	1.33	1.90	2.82	1.01	1.17	1.55	
7.28	4.83	6.33	7.04	4.24	4.28	7.70	4.44	7.10	4.33	8.07	9.84	4.00	4.48	5.80	7.72	5.91	3.34	5.36	5.66	8.08	7.33	5.13	5.01	4.48	6.29	3.58	6.89	6.20	7.20	
0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.01	0.00	0.00	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	0.02		
2.03	1.66	0.78	2.07	0.98	1.12	0.93	1.18	0.98	0.84	1.09	0.56	1.11	0.82	2.40	0.84	1.02	5.92	3.67	1.09	1.12	0.94	0.83	0.62	4.78	1.09	0.92	0.79	0.99	1.06	
99.40	99.92	99.78	99.37	99.59	99.27	98.95	99.01	99.20	100.05	99.58	99.17	99.52	99.22	99.75	99.61	99.73	99.07	99.90	100.06	98.77	99.58	99.42	98.78	99.66	99.18	99.27	99.73	99.40	99.72	
2.95	2.94	2.92	2.94	2.94	2.94	2.95	2.93	2.95	2.94	2.93	2.93	2.94	2.94	2.92	2.93	2.96	2.96	2.95	2.94	2.94	2.95	2.95	2.94	2.96	2.93	2.93	2.94	2.96	2.93	
0.05	0.06	0.08	0.06	0.06	0.06	0.05	0.07	0.05	0.06	0.07	0.07	0.06	0.06	0.08	0.07	0.04	0.04	0.05	0.06	0.06	0.05	0.05	0.06	0.04	0.07	0.07	0.06	0.04	0.07	
2.00	2.02	2.01	1.98	2.01	2.01	2.01	2.02	2.01	2.01	2.00	2.00	2.00	2.02	2.00	2.01	2.01	2.00	1.97	2.03	2.00	2.01	2.02	2.00	2.02	2.01	2.01	2.02	2.01	2.01	
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
1.93	2.24	2.15	1.94	2.32	2.30	1.96	2.27	2.03	2.24	1.94	1.82	2.33	2.30	2.09	1.97	2.13	1.76	1.96	2.18	1.91	1.99	2.22	2.13	1.98	2.05	2.32	2.07	2.11	1.99	
0.06	0.05	0.07	0.09	0.10	0.10	0.07	0.11	0.06	0.18	0.05	0.03	0.12	0.09	0.07	0.08	0.08	0.36	0.13	0.06	0.08	0.08	0.11	0.24	0.09	0.13	0.19	0.07	0.08	0.10	
0.85	0.57	0.75	0.83	0.51	0.51	0.90	0.53	0.83	0.51	0.94	1.14	0.48	0.54	0.69	0.90	0.70	0.40	0.63	0.66	0.95	0.85	0.61	0.60	0.53	0.74	0.43	0.81	0.73	0.84	
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
0.17	0.14	0.07	0.17	0.08	0.10	0.08	0.10	0.08	0.07	0.09	0.05	0.10	0.07	0.20	0.07	0.09	0.51	0.31	0.09	0.09	0.08	0.07	0.05	0.40	0.09	0.08	0.07	0.08	0.09	
8.02	8.03	8.04	8.03	8.03	8.03	8.02	8.03	8.02	8.03	8.03	8.03	8.03	8.03	8.04	8.03	8.02	8.02	8.03	8.03	8.03	8.02	8.02	8.03	8.02	8.03	8.03	8.03	8.03	8.02	8.03
63.19	73.93	69.82	62.81	76.65	75.99	64.18	74.41	66.80	73.75	62.94	58.41	76.34	76.36	67.26	64.21	70.74	57.26	63.74	72.26	61.93	65.77	73.34	69.44	65.45	67.14	75.91	68.03	69.80	64.69	
0.00	0.00	0.00	0.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06	0.95	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
5.74	4.74	2.08	5.04	2.73	3.19	2.56	3.48	2.80	2.42	3.02	1.39	3.17	2.25	6.95	2.32	2.78	17.07	9.53	3.13	3.21	2.52	2.29	1.82	13.69	3.11	2.67	2.21	2.84	3.03	
28.90	19.45	25.58	28.18	17.25	17.43	30.67	18.18	28.26	17.53	32.10	38.90	16.37	18.21	23.50	30.70	23.51	13.49	21.40	22.58	32.27	28.99	20.66	20.50	17.85	25.36	14.77	27.41	24.70	28.75	
2.14	1.80	2.32	3.07	3.24	3.29	2.48	3.92	2.14	6.27	1.84	1.10	4.02	3.04	2.24	2.69	2.84	12.06	4.34	2.03	2.59	2.57	3.59	8.25	3.01	4.35	6.60	2.29	2.65	3.53	
0.03	0.07	0.19	0.19	0.14	0.10	0.11	0.00	0.00	0.02	0.10	0.06	0.10	0.14	0.04	0.07	0.13	0.06	0.03	0.00	0.00	0.16	0.11	0.00	0.00	0.05	0.05	0.06	0.00	0.00	
65.33	75.73	72.14	65.88	79.89	79.28	66.66	78.34	68.94	80.02	64.78	59.51	80.36	79.40	69.50	66.91	73.58	69.32	68.08	74.29	64.52	68.34	76.94	77.69	68.46	71.49	82.51	70.32	72.46	68.22	
5.78	4.81	2.27	5.94	2.87	3.29	2.66	3.48	2.80	2.44	3.13	1.59	3.27	2.39	6.99	2.39	2.92	17.19	10.52	3.13	3.21	2.67	2.40	1.82	13.69	3.16	2.72	2.27	2.84	3.03	
28.90	19.45	25.58	28.18	17.25	17.43	30.67	18.18	28.26	17.53	32.10	38.90	16.37	18.21	23.50	30.70	23.51	13.49	21.40	22.58	32.27	28.99	20.66	20.50	17.85	25.36	14.77	27.41	24.70	28.75	
34.6																														

AMOSTRA 02	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
SiO2	37.03	37.58	36.69	37.12	37.11	37.78	36.94	37.15	37.54	37.01	36.71	37.50	37.51	37.44	36.93	37.73	37.44	37.45	36.74	37.45	36.56	36.37	37.00	36.97	36.42	37.12	36.63	37.16	36.57	36.34
TiO2	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.04	0.00	0.00	0.00	0.01	0.03	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.01	0.02	0.01	0.04	0.00	0.00	0.04	0.05	0.05	0.00
Al2O3	21.81	22.10	21.25	21.95	22.38	22.55	22.16	21.98	22.11	22.15	21.81	22.25	22.21	22.38	21.99	22.63	22.52	22.25	21.93	22.27	21.83	21.88	22.22	21.27	21.25	22.55	21.34	22.45	21.95	21.87
FeO	31.70	32.40	31.86	30.73	29.99	29.89	31.39	30.03	31.65	31.94	33.60	25.68	30.66	31.97	31.04	29.96	31.86	31.05	31.69	25.45	31.28	29.77	33.30	24.43	29.09	32.77	30.81	30.78	32.04	31.30
MnO	1.39	1.31	1.78	2.50	0.87	0.80	1.40	1.66	1.26	1.78	1.22	4.16	1.50	1.00	2.88	1.26	1.04	1.51	1.24	6.15	1.84	3.85	1.10	3.50	4.00	1.06	2.36	0.83	1.74	1.76
MgO	4.90	6.04	4.11	6.00	7.85	8.73	5.67	7.17	6.73	5.99	4.47	7.30	6.40	7.16	5.02	7.78	6.80	7.06	4.27	6.27	4.52	4.52	6.00	2.29	3.19	6.09	4.31	7.91	5.18	3.73
CaO	3.40	0.95	3.49	1.32	0.78	0.89	2.19	1.81	1.02	0.90	2.29	2.49	1.91	0.80	2.15	1.00	0.95	0.91	3.86	2.40	3.34	3.19	0.94	11.44	5.23	0.73	3.56	1.02	1.57	4.02
Na2O	0.00	0.02	0.02	0.01	0.01	0.03	0.00	0.01	0.02	0.01	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.02	0.03	0.03	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.01	0.00
K2O	0.06	0.00	0.01	0.00	0.02	0.00	0.01	0.01	0.01	0.00	0.03	0.04	0.00	0.00	0.04	0.01	0.01	0.02	0.02	0.03	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.06	0.00
Cr2O3	0.00	0.00	0.01	0.00	0.02	0.00	0.00	0.02	0.04	0.03	0.00	0.06	0.00	0.04	0.00	0.07	0.05	0.00	0.02	0.00	0.09	0.01	0.06	0.03	0.00	0.06	0.00	0.01	0.02	0.02
NiO	0.00	0.00	0.00	0.04	0.00	0.00	0.07	0.03	0.01	0.02	0.00	0.00	0.00	0.03	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00
Reformatted oxide percentages based on 12 oxygens and with Fe2+/Fe3+ calculated assuming full occupancy																														
SiO2	37.03	37.58	36.69	37.12	37.11	37.78	36.94	37.15	37.54	37.01	36.71	37.50	37.51	37.44	36.93	37.73	37.44	37.45	36.74	37.45	36.56	36.37	37.00	36.97	36.42	37.12	36.63	37.16	36.57	36.34
TiO2	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.04	0.00	0.00	0.00	0.01	0.03	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.01	0.02	0.01	0.04	0.00	0.00	0.04	0.05	0.05	0.00
Al2O3	21.81	22.10	21.25	21.95	22.38	22.55	22.16	21.98	22.11	22.15	21.81	22.25	22.21	22.38	21.99	22.63	22.52	22.25	21.93	22.27	21.83	21.88	22.22	21.27	21.25	22.55	21.34	22.45	21.95	21.87
Cr2O3	0.00	0.00	0.01	0.00	0.02	0.00	0.00	0.02	0.04	0.03	0.00	0.06	0.00	0.04	0.00	0.07	0.05	0.00	0.02	0.00	0.09	0.01	0.06	0.03	0.00	0.06	0.00	0.01	0.02	0.02
Fe2O3	0.39	0.00	0.43	0.04	0.00	0.33	0.00	0.55	0.09	0.00	0.24	0.00	0.00	0.21	0.05	0.00	0.00	0.10	0.05	0.00	0.10	0.30	0.17	0.93	0.54	0.00	0.39	0.35	0.00	0.00
FeO	31.35	32.40	31.47	30.70	29.99	29.59	31.39	29.54	31.57	31.94	33.39	25.68	30.66	31.77	30.99	29.96	31.86	30.96	31.64	25.45	31.19	29.50	33.15	23.59	28.60	32.77	30.46	30.46	32.04	31.30
MnO	1.39	1.31	1.78	2.50	0.87	0.80	1.40	1.66	1.26	1.78	1.22	4.16	1.50	1.00	2.88	1.26	1.04	1.51	1.24	6.15	1.84	3.85	1.10	3.50	4.00	1.06	2.36	0.83	1.74	1.76
MgO	4.90	6.04	4.11	6.00	7.85	8.73	5.67	7.17	6.73	5.99	4.47	7.30	6.40	7.16	5.02	7.78	6.80	7.06	4.27	6.27	4.52	4.52	6.00	2.29	3.19	6.09	4.31	7.91	5.18	3.73
NiO	0.00	0.00	0.00	0.04	0.00	0.00	0.07	0.03	0.01	0.02	0.00	0.00	0.00	0.03	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.08	0.00	0.00	0.00	0.03	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00
CaO	3.40	0.95	3.49	1.32	0.78	0.89	2.19	1.81	1.02	0.90	2.29	2.49	1.91	0.80	2.15	1.00	0.95	0.91	3.86	2.40	3.34	3.19	0.94	11.44	5.23	0.73	3.56	1.02	1.57	4.02
Total	100.27	100.37	99.23	99.66	99.00	100.67	99.85	99.91	100.37	99.80	100.13	99.47	100.21	100.84	100.02	100.44	100.67	100.28	99.77	100.08	99.47	99.63	100.64	100.06	99.24	100.37	99.08	100.24	99.11	99.04
Si	2.93	2.96	2.95	2.94	2.92	2.92	2.93	2.92	2.95	2.93	2.93	2.94	2.95	2.92	2.94	2.93	2.93	2.94	2.93	2.94	2.93	2.91	2.92	2.94	2.94	2.92	2.95	2.90	2.93	2.93
Al iv	0.07	0.04	0.05	0.06	0.08	0.08	0.07	0.08	0.05	0.07	0.07	0.06	0.05	0.08	0.06	0.07	0.07	0.06	0.07	0.06	0.07	0.09	0.08	0.06	0.06	0.08	0.05	0.10	0.07	0.07
Al vi	1.97	2.01	1.97	2.00	2.01	1.98	2.00	1.96	1.99	2.00	1.98	2.00	2.00	1.98	2.00	2.00	2.00	1.99	2.00	2.00	1.99	1.98	1.98	1.93	1.96	2.01	1.97	1.97	2.00	2.00
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cr	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe3+	0.02	0.00	0.03	0.00	0.00	0.02	0.00	0.03	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.02	0.01	0.06	0.03	0.00	0.02	0.02	0.00	0.00
Fe2+	2.08	2.14	2.12	2.04	1.98	1.91	2.08	1.94	2.07	2.12	2.23	1.69	2.02	2.07	2.06	1.96	2.09	2.03	2.11	1.68	2.09	1.98	2.19	1.57	1.93	2.18	2.05	1.99	2.16	2.12
Mn	0.09	0.09	0.12	0.17	0.06	0.05	0.09	0.11	0.08	0.12	0.08	0.28	0.10	0.07	0.19	0.08	0.07	0.10	0.08	0.41	0.12	0.26	0.07	0.24	0.27	0.07	0.16	0.06	0.12	0.12
Mg	0.58	0.71	0.49	0.71	0.92	1.01	0.67	0.84	0.79	0.71	0.53	0.85	0.75	0.83	0.60	0.90	0.79	0.83	0.51	0.73	0.54	0.54	0.70	0.27	0.38	0.71	0.52	0.92	0.62	0.45
Ni	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ca	0.29	0.08	0.30	0.11	0.07	0.07	0.19	0.15	0.09	0.08	0.20	0.21	0.16	0.07	0.18	0.08	0.08	0.08	0.33	0.20	0.29	0.27	0.08	0.97	0.45	0.06	0.31	0.08	0.13	0.35
Total	8.04	8.02	8.03	8.03	8.04	8.04	8.04	8.05	8.03	8.03	8.04	8.03	8.03	8.04	8.03	8.03	8.04	8.03	8.03	8.03	8.04	8.05	8.04	8.04	8.04	8.04	8.03	8.05	8.03	8.04
Almandine	67.23	70.41	69.01	66.40	64.23	61.26	67.57	62.22	67.54	69.21	72.35	54.47	65.72	66.94	66.90	63.59	67.87	65.87	68.57	54.24	67.52	63.13	70.62	49.59	62.29	71.04	66.61	63.45	70.24	68.73
Andradite	1.17	0.00	1.33	0.12	0.00	1.00	0.00	1.67	0.27	0.00	0.73	0.00	0.00	0.64	0.15	0.00	0.00	0.30	0.15	0.00	0.31	0.93	0.53	2.84	1.67	0.00	1.19	1.07	0.00	0.00
Grossular	8.67	2.70	8.83	3.66	2.20	1.52	6.34	3.49	2.51	2.50	5.96	6.92	5.46	1.54	6.08	2.61	2.55	2.31	11.07	6.88	9.18	8.42	2.00	30.23	13.70	1.92	9.22	1.82	4.55	11.77
Pyrope	19.74	23.95	16.69	24.11	31.53	34.43	22.88	28.77	26.72	24.12	18.14	29.03	25.42	28.51	20.28	30.75	27.06	28.11	17.30	24.97	18.43	18.51	24.16	9.25	13.04	24.45	17.52	31.73	21.12	15.32
Spessartine	3.18	2.94	4.10	5.70	1.99	1.79	3.21	3.79	2.84	4.08	2.82	9.39	3.39	2.26	6.60	2.82	2.36	3.42	2.85	13.92	4.26	8.98	2.52	8.01	9.30	2.41	5.45	1.90	4.03	4.10
Uvarovite	0.00	0.00	0.05	0.01	0.05	0.00	0.00	0.05	0.11	0.10	0.00	0.19	0.01	0.12	0.00	0.22	0.16	0.00	0.05	0.00	0.30	0.03	0.18	0.08	0.00	0.19	0.00	0.04	0.05	0.08
AlS	70.41	73.35	73.11	72.10	66.22	63.05	70.77	66.01	70.38	73.29	75.17	63.86	69.11	69.20	73.49	66.41	70.23	69.28	71.43	68.16	71.78	72.10	73.13	57.61	71.58	73.45	72.06</			

31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
36.91	37.07	37.31	36.55	37.02	37.33	36.99	37.50	37.63	37.27	37.37	36.28	36.76	37.09	37.16	36.83	37.79	36.95	37.13	37.09	36.86	36.49	36.73	37.01	37.28	37.49	37.98	37.75	37.29	37.27
0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	
22.36	22.36	22.23	22.34	22.19	22.32	21.80	22.41	22.72	21.90	22.46	21.09	22.46	21.96	22.34	21.53	22.26	22.17	21.97	22.08	22.26	22.11	22.01	21.79	22.17	22.35	22.51	22.68	21.84	22.11
31.90	31.07	31.47	33.43	32.59	32.46	32.32	32.79	30.62	30.89	32.05	30.44	32.82	30.51	32.29	30.66	28.28	31.06	32.31	34.07	32.37	31.49	34.40	30.87	32.87	31.05	30.38	30.32	30.83	30.23
1.01	1.10	0.93	1.23	1.26	1.07	1.84	1.24	0.94	2.82	1.10	2.60	1.13	1.71	0.78	2.52	3.86	0.91	0.84	1.08	1.43	1.23	2.22	2.24	1.14	1.07	2.21	1.01	1.37	0.94
6.22	7.60	7.05	6.18	5.74	6.12	5.08	5.93	7.16	4.34	6.41	3.56	6.15	4.66	6.94	3.69	7.20	6.72	6.60	5.14	6.22	6.72	4.16	3.98	5.56	7.21	6.95	7.69	5.51	8.49
1.03	0.93	1.04	0.79	0.93	0.97	1.83	0.87	1.30	3.58	1.26	4.49	0.80	3.84	0.68	4.08	1.34	1.82	0.85	1.04	0.81	0.87	1.11	4.32	1.57	0.97	1.30	0.85	3.14	0.86
0.01	0.00	0.01	0.02	0.02	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.03	0.00	0.00	0.03	0.01	0.01	0.00	0.02	0.00	0.02	0.01	0.01	0.03
0.05	0.02	0.00	0.04	0.00	0.04	0.00	0.03	0.02	0.05	0.00	0.03	0.01	0.03	0.01	0.03	0.02	0.02	0.01	0.02	0.00	0.03	0.02	0.00	0.02	0.00	0.01	0.01	0.00	0.01
0.00	0.01	0.00	0.02	0.02	0.04	0.04	0.00	0.00	0.04	0.00	0.00	0.00	0.02	0.02	0.05	0.07	0.01	0.06	0.01	0.07	0.01	0.00	0.02	0.02	0.00	0.04	0.00	0.04	0.00
0.02	0.01	0.01	0.00	0.02	0.03	0.00	0.00	0.04	0.06	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00
36.91	37.07	37.31	36.55	37.02	37.33	36.99	37.50	37.63	37.27	37.37	36.28	36.76	37.09	37.16	36.83	37.79	36.95	37.13	37.09	36.86	36.49	36.73	37.01	37.28	37.49	37.98	37.75	37.29	37.27
0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
22.36	22.36	22.23	22.34	22.19	22.32	21.80	22.41	22.72	21.90	22.46	21.09	22.46	21.96	22.34	21.53	22.26	22.17	21.97	22.08	22.26	22.11	22.01	21.79	22.17	22.35	22.51	22.68	21.84	22.11
0.00	0.01	0.00	0.02	0.02	0.04	0.04	0.00	0.00	0.04	0.00	0.00	0.00	0.02	0.02	0.05	0.07	0.01	0.06	0.01	0.07	0.01	0.00	0.02	0.02	0.00	0.04	0.00	0.04	0.00
0.00	0.38	0.13	0.40	0.00	0.00	0.09	0.00	0.00	0.23	0.00	0.50	0.00	0.00	0.09	0.03	0.17	0.23	0.16	0.00	0.01	0.15	0.00	0.19	0.00	0.00	0.00	0.00	0.23	0.72
31.90	30.73	31.35	33.07	32.59	32.46	32.24	32.79	30.62	30.69	32.05	29.99	32.82	30.51	32.21	30.63	28.12	30.86	32.17	34.07	32.36	31.36	34.40	30.69	32.87	31.05	30.38	30.32	30.62	29.59
1.01	1.10	0.93	1.23	1.26	1.07	1.84	1.24	0.94	2.82	1.10	2.60	1.13	1.71	0.78	2.52	3.86	0.91	0.84	1.08	1.43	1.23	2.22	2.24	1.14	1.07	2.21	1.01	1.37	0.94
6.22	7.60	7.05	6.18	5.74	6.12	5.08	5.93	7.16	4.34	6.41	3.56	6.15	4.66	6.94	3.69	7.20	6.72	6.60	5.14	6.22	6.72	4.16	3.98	5.56	7.21	6.95	7.69	5.51	8.49
0.02	0.01	0.01	0.00	0.02	0.03	0.00	0.00	0.04	0.06	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00
1.03	0.93	1.04	0.79	0.93	0.97	1.83	0.87	1.30	3.58	1.26	4.49	0.80	3.84	0.68	4.08	1.34	1.82	0.85	1.04	0.81	0.87	1.11	4.32	1.57	0.97	1.30	0.85	3.14	0.86
99.45	100.20	100.05	100.57	99.77	100.34	99.92	100.74	100.41	100.92	100.65	98.59	100.13	99.79	100.22	99.36	100.82	99.70	99.77	100.51	100.04	98.94	100.62	100.26	100.60	100.15	101.41	100.30	100.05	99.98
2.92	2.91	2.93	2.89	2.93	2.94	2.94	2.94	2.93	2.94	2.93	2.94	2.91	2.95	2.92	2.96	2.94	2.92	2.94	2.94	2.92	2.91	2.93	2.94	2.94	2.94	2.94	2.93	2.95	2.91
0.08	0.09	0.07	0.11	0.07	0.06	0.06	0.06	0.07	0.06	0.07	0.06	0.09	0.05	0.08	0.04	0.06	0.08	0.06	0.06	0.06	0.09	0.07	0.06	0.06	0.06	0.06	0.07	0.05	0.09
2.01	1.97	1.99	1.97	2.01	2.01	1.99	2.01	2.02	1.98	2.00	1.96	2.00	2.00	1.99	2.00	1.98	1.98	1.99	2.00	1.99	1.99	2.00	1.99	2.00	2.00	2.00	2.01	1.98	1.95
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.02	0.01	0.02	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.03	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.04	
2.13	2.01	2.06	2.19	2.18	2.15	2.15	2.17	2.01	2.03	2.10	2.03	2.17	2.03	2.12	2.06	1.83	2.04	2.13	2.26	2.14	2.09	2.30	2.04	2.17	2.04	1.97	1.99	2.02	1.93
0.07	0.07	0.06	0.08	0.08	0.07	0.12	0.08	0.06	0.19	0.07	0.18	0.08	0.11	0.05	0.17	0.25	0.06	0.06	0.07	0.10	0.08	0.15	0.15	0.08	0.07	0.14	0.07	0.09	0.06
0.73	0.89	0.83	0.73	0.68	0.72	0.60	0.69	0.83	0.51	0.75	0.43	0.73	0.55	0.81	0.44	0.84	0.79	0.78	0.61	0.73	0.80	0.49	0.47	0.65	0.84	0.80	0.89	0.65	0.99
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.09	0.08	0.09	0.07	0.08	0.08	0.16	0.07	0.11	0.30	0.11	0.39	0.07	0.33	0.06	0.35	0.11	0.15	0.07	0.09	0.07	0.07	0.09	0.37	0.13	0.08	0.11	0.07	0.27	0.07
8.04	8.05	8.04	8.06	8.03	8.03	8.03	8.03	8.03	8.03	8.04	8.03	8.05	8.03	8.04	8.02	8.03	8.04	8.03	8.03	8.04	8.05	8.03	8.03	8.03	8.03	8.03	8.03	8.03	8.05
69.57	64.25	66.73	69.63	71.33	70.33	70.04	71.12	65.80	65.94	68.34	66.03	70.12	66.28	68.42	67.38	59.15	65.54	69.13	73.90	69.18	67.15	74.80	66.32	70.69	66.15	64.12	64.94	65.82	61.43
0.00	1.17	0.40	1.25	0.00	0.00	0.27	0.00	0.00	0.69	0.00	1.57	0.00	0.00	0.28	0.09	0.51	0.70	0.48	0.00	0.04	0.46	0.00	0.59	0.00	0.00	0.00	0.68	2.18	
2.99	1.46	2.58	1.02	2.63	2.67	4.89	2.49	3.71	9.48	3.61	11.70	2.33	11.02	1.63	11.63	3.07	4.55	1.79	2.95	2.10	2.06	3.21	11.87	4.43	2.77	3.55	2.42	8.23	0.30
25.11	30.56	28.19	25.20	23.10	24.45	20.46	23.58	28.36	17.37	25.57	14.64	24.95	18.73	27.83	14.95	28.39	27.10	26.50	20.65	25.17	27.45	16.87	16.05	22.23	28.66	27.28	30.38	22.04	33.96
2.33	2.52	2.10	2.85	2.88	2.42	4.21	2.80	2.13	6.40	2.49	6.07	2.59	3.90	1.77	5.80	8.65	2.08	1.92	2.45	3.29	2.85	5.11	5.13	2.58	2.41	4.92	2.26	3.11	2.13
0.01	0.04	0.00	0.06	0.06	0.13	0.14	0.00	0.00	0.14	0.00	0.00	0.00	0.06	0.06	0.15	0.22	0.03	0.18	0.04	0.22	0.04	0.01	0.05	0.07	0.00	0.12	0.00	0.12	0.00
71.89	66.76	68.83	72.48	74.21	72.76	74.24	73.93	67.93	72.33	70.82	72.10	72.72	70.18	70.19	73.18	67.80	67.62	71.05	76.36	72.47	70.00	79.91	71.45	73.27	68.57	69.05	67.20	68.93	63.56
2.99	2.68	2.98	2.32	2.69	2.80	5.30	2.49	3.71	10.30	3.61	13.27	2.33	11.08	1.97	11.87	3.81	5.28	2.45	2.99	2.36	2.55	3.22							

AMOSTRA 05	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
SiO2	36.46	36.56	37.02	37.04	36.87	37.32	36.68	36.63	36.86	37.12	37.17	36.62	37.03	37.40	37.06	37.28	36.96	36.28	36.08	37.60	36.34	36.54	36.74	36.88	37.23	37.22	36.80	37.53	37.04	36.70
TiO2	0.03	0.00	0.02	0.00	0.05	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.03	0.02	0.02	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.03	0.00	0.04	0.00	0.00
Al2O3	21.52	21.81	21.90	22.07	21.89	22.18	21.95	22.12	22.04	21.82	22.08	21.44	21.64	22.20	22.12	21.97	21.59	21.55	21.50	22.19	21.55	21.51	22.04	21.92	22.11	22.07	21.88	22.06	22.26	21.89
FeO	34.17	34.02	32.18	33.75	32.86	32.19	33.85	33.67	33.18	31.85	33.31	35.28	30.81	30.58	31.53	31.46	34.30	35.00	34.31	30.54	35.37	34.30	35.41	32.84	30.37	32.48	34.45	30.18	32.89	32.03
MnO	1.10	1.28	1.18	1.09	1.14	1.42	1.50	1.58	1.70	0.95	0.65	1.90	1.76	1.46	1.12	1.98	2.38	4.08	3.94	1.60	1.83	3.58	1.27	2.51	2.79	1.08	2.20	0.94	0.79	1.05
MgO	5.46	4.85	6.92	5.67	3.97	6.72	5.38	5.25	5.57	6.23	6.24	3.23	4.93	6.81	7.28	5.64	4.40	2.61	1.90	7.51	4.12	3.24	4.34	5.19	6.77	6.70	4.40	7.83	6.52	6.35
CaO	0.98	1.84	0.61	0.80	3.56	0.64	0.79	0.75	0.99	1.32	1.04	2.00	3.61	1.64	0.75	1.80	0.88	1.08	1.77	1.23	0.75	0.76	0.96	1.02	1.21	0.79	0.78	1.45	0.82	0.97
Cr2O3	0.05	0.00	0.00	0.00	0.02	0.01	0.02	0.00	0.00	0.05	0.00	0.06	0.00	0.02	0.00	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.00	0.00	0.01	0.04	0.02	0.01	0.02	0.04
NiO	0.00	0.00	0.00	0.04	0.00	0.00	0.02	0.05	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.03	0.00	0.00	0.03	0.04	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06
No. of oxyg	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00
Reformatted oxide percentages based on 12 oxygens and with Fe2+/Fe3+ calculated assuming full occupancy																														
SiO2	36.46	36.56	37.02	37.04	36.87	37.32	36.68	36.63	36.86	37.12	37.17	36.62	37.03	37.40	37.06	37.28	36.96	36.28	36.08	37.60	36.34	36.54	36.74	36.88	37.23	37.22	36.80	37.53	37.04	36.70
TiO2	0.03	0.00	0.02	0.00	0.05	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.03	0.02	0.02	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.03	0.00	0.04	0.00	0.00
Al2O3	21.52	21.81	21.90	22.07	21.89	22.18	21.95	22.12	22.04	21.82	22.08	21.44	21.64	22.20	22.12	21.97	21.59	21.55	21.50	22.19	21.55	21.51	22.04	21.92	22.11	22.07	21.88	22.06	22.26	21.89
Cr2O3	0.05	0.00	0.00	0.00	0.02	0.01	0.02	0.00	0.00	0.05	0.00	0.06	0.00	0.02	0.00	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.00	0.00	0.01	0.04	0.02	0.01	0.02	0.04
Fe2O3	0.69	0.54	0.46	0.14	0.10	0.20	0.27	0.02	0.25	0.06	0.29	0.35	0.39	0.10	0.38	0.04	0.29	0.23	0.00	0.46	0.38	0.00	0.08	0.24	0.43	0.32	0.07	0.46	0.18	0.17
FeO	33.55	33.54	31.77	33.62	32.77	32.01	33.61	33.65	32.96	31.79	33.04	34.96	30.46	30.49	31.19	31.43	34.05	34.79	34.31	30.13	35.03	34.30	35.34	32.63	29.98	32.19	34.39	29.77	32.73	31.88
MnO	1.10	1.28	1.18	1.09	1.14	1.42	1.50	1.58	1.70	0.95	0.65	1.90	1.76	1.46	1.12	1.98	2.38	4.08	3.94	1.60	1.83	3.58	1.27	2.51	2.79	1.08	2.20	0.94	0.79	1.05
MgO	5.46	4.85	6.92	5.67	3.97	6.72	5.38	5.25	5.57	6.23	6.24	3.23	4.93	6.81	7.28	5.64	4.40	2.61	1.90	7.51	4.12	3.24	4.34	5.19	6.77	6.70	4.40	7.83	6.52	6.35
NiO	0.00	0.00	0.00	0.04	0.00	0.00	0.02	0.05	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.03	0.00	0.00	0.03	0.04	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06
CaO	0.98	1.84	0.61	0.80	3.56	0.64	0.79	0.75	0.99	1.32	1.04	2.00	3.61	1.64	0.75	1.80	0.88	1.08	1.77	1.23	0.75	0.76	0.96	1.02	1.21	0.79	0.78	1.45	0.82	0.97
Total	99.84	100.41	99.87	100.48	100.36	100.51	100.20	100.05	100.39	99.33	100.56	100.59	99.84	100.16	99.91	100.17	100.55	100.63	99.53	100.70	99.99	99.98	100.80	100.39	100.53	100.44	100.53	100.08	100.36	99.11
Si	2.92	2.91	2.93	2.93	2.93	2.93	2.92	2.92	2.92	2.95	2.93	2.94	2.94	2.94	2.92	2.95	2.95	2.93	2.94	2.93	2.93	2.95	2.93	2.93	2.92	2.93	2.94	2.93	2.92	2.93
Al iv	0.08	0.09	0.07	0.07	0.07	0.07	0.08	0.08	0.08	0.05	0.07	0.06	0.06	0.06	0.08	0.05	0.05	0.07	0.06	0.07	0.07	0.05	0.07	0.07	0.08	0.07	0.06	0.07	0.08	0.07
Al vi	1.95	1.96	1.97	1.99	1.99	1.99	1.98	2.00	1.98	1.99	1.98	1.97	1.97	1.99	1.97	2.00	1.98	1.98	2.01	1.97	1.97	2.00	1.99	1.98	1.97	1.97	1.99	1.97	1.99	1.99
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cr	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe3+	0.04	0.03	0.03	0.01	0.01	0.01	0.02	0.00	0.01	0.00	0.02	0.02	0.02	0.01	0.02	0.00	0.02	0.01	0.00	0.03	0.02	0.00	0.00	0.01	0.03	0.02	0.00	0.03	0.01	0.01
Fe2+	2.24	2.23	2.10	2.23	2.18	2.10	2.24	2.24	2.19	2.11	2.18	2.35	2.03	2.00	2.05	2.08	2.27	2.35	2.36	1.96	2.36	2.32	2.35	2.17	1.97	2.12	2.29	1.95	2.16	2.13
Mn	0.07	0.09	0.08	0.07	0.08	0.09	0.10	0.11	0.11	0.06	0.04	0.13	0.12	0.10	0.07	0.13	0.16	0.28	0.27	0.11	0.12	0.25	0.09	0.17	0.19	0.07	0.15	0.06	0.05	0.07
Mg	0.65	0.58	0.81	0.67	0.47	0.79	0.64	0.62	0.66	0.74	0.73	0.39	0.58	0.80	0.85	0.66	0.52	0.31	0.23	0.87	0.50	0.39	0.51	0.61	0.79	0.79	0.52	0.91	0.77	0.76
Ni	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ca	0.08	0.16	0.05	0.07	0.30	0.05	0.07	0.06	0.08	0.11	0.09	0.17	0.31	0.14	0.06	0.15	0.07	0.09	0.15	0.10	0.06	0.07	0.08	0.09	0.10	0.07	0.07	0.12	0.07	0.08
Total	8.05	8.05	8.04	8.04	8.03	8.04	8.04	8.04	8.04	8.03	8.04	8.03	8.03	8.03	8.04	8.03	8.03	8.04	8.03	8.04	8.03	8.04	8.04	8.04	8.04	8.04	8.03	8.04	8.04	8.04
Almandine	72.24	71.87	67.70	72.38	70.98	68.09	72.37	72.80	70.70	69.02	70.48	76.60	65.68	64.85	65.99	67.81	74.24	76.56	77.67	63.14	76.62	76.24	76.67	70.32	63.07	68.42	74.84	62.64	69.58	68.94
Andradite	2.13	1.66	1.39	0.44	0.30	0.61	0.83	0.07	0.75	0.17	0.89	1.09	1.17	0.32	1.15	0.11	0.88	0.71	0.00	1.37	1.17	0.00	0.24	0.73	1.32	0.96	0.22	1.38	0.56	0.51
Grossular	0.60	3.72	0.37	1.88	9.98	1.21	1.41	2.11	2.12	3.47	2.11	4.56	9.27	4.32	1.02	4.92	1.67	2.49	5.24	2.12	1.02	2.13	2.56	2.24	2.12	1.19	1.99	2.73	1.76	2.18
Pyrope	22.34	19.78	27.84	22.80	16.06	26.85	21.87	21.38	22.53	25.01	25.03	13.16	19.84	27.15	29.28	22.54	17.75	10.71	7.84	29.78	16.91	13.23	17.59	20.96	27.12	26.85	17.82	31.10	26.24	25.81
Spessartine	2.54	2.97	2.70	2.50	2.62	3.23	3.46	3.64	3.90	2.16	1.49	4.39	4.03	3.31	2.56	4.49	5.46	9.53	9.25	3.59	4.26	8.30	2.94	5.75	6.34	2.46	5.05	2.12	1.81	2.41
Uvarovite	0.15	0.00	0.00	0.00	0.06	0.02	0.05	0.00	0.00	0.16	0.00	0.20	0.00	0.06	0.00	0.13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.09	0.00	0.03	0.12	0.07	0.02	0.05	0.14	
AlS	74.78	74.84	70.40	74.88	73.60	71.32	75.83	76.45	74.60	71.18	71.97	80.99	69.72	68.15	68.55	72.30	79.71	86.09	86.92	66.73	80.87	84.55	79.61	76.07	69.41	70.88	79.90	64.77	71.39	71.36
GAU	2.87	5.38	1.76	2.32	10.33	1.83	2.30	2.18	2.88	3.80	3.00	5.85	10.44	4.69	2.17	5.16	2.54	3.20	5.24	3.49	2.21	2.22	2.80	2.97						

31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
37.25	37.63	35.97	36.86	36.92	36.76	36.74	36.20	37.09	36.90	36.87	36.25	35.98	37.31	37.91	37.09	36.66	37.53	37.10	36.70	36.79	36.42	36.65	37.24	37.04	37.85	37.20	37.26	36.00	37.04
0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	
21.69	22.43	21.29	21.70	22.08	22.08	21.85	21.34	21.96	22.10	21.64	21.20	21.10	22.09	22.50	22.17	21.75	22.40	22.20	22.14	21.77	21.68	21.97	22.05	22.00	22.24	22.06	22.19	21.78	21.69
29.70	28.70	32.44	32.81	32.66	32.65	33.65	36.48	31.71	33.61	34.54	34.89	33.46	30.70	31.04	33.34	34.36	31.75	31.38	32.36	29.38	34.09	33.98	31.14	32.09	29.91	31.61	31.20	34.53	32.10
2.68	0.71	2.76	1.37	0.98	1.57	2.28	1.95	1.98	1.62	1.89	4.03	2.77	0.79	0.64	2.04	3.45	1.09	1.15	1.03	3.83	1.95	2.48	0.79	1.39	1.22	1.16	0.87	2.92	1.89
5.58	9.04	4.82	4.35	6.36	5.56	4.49	2.98	5.24	5.79	4.73	2.33	4.74	8.23	8.30	5.05	3.59	6.80	7.10	6.53	4.93	4.77	4.18	7.83	6.11	7.78	6.70	7.69	3.94	4.37
2.41	0.95	1.23	2.48	0.84	1.11	1.03	0.79	2.35	0.76	0.77	1.64	1.16	0.93	0.85	0.97	0.91	1.02	1.30	0.87	2.80	1.09	1.15	0.75	1.75	1.55	1.02	0.94	0.65	2.85
0.02	0.06	0.03	0.04	0.03	0.00	0.03	0.00	0.00	0.05	0.06	0.00	0.00	0.05	0.03	0.02	0.02	0.00	0.03	0.06	0.00	0.06	0.03	0.03	0.06	0.07	0.00	0.10	0.03	0.02
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	0.00	0.03	0.03	0.00	0.01	0.02	0.00	0.02	0.00	0.03	0.00	0.02	0.02	0.00	0.00	0.04	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.03
12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00
37.25	37.63	35.97	36.86	36.92	36.76	36.74	36.20	37.09	36.90	36.87	36.25	35.98	37.31	37.91	37.09	36.66	37.53	37.10	36.70	36.79	36.42	36.65	37.24	37.04	37.85	37.20	37.26	36.00	37.04
0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	
21.69	22.43	21.29	21.70	22.08	22.08	21.85	21.34	21.96	22.10	21.64	21.20	21.10	22.09	22.50	22.17	21.75	22.40	22.20	22.14	21.77	21.68	21.97	22.05	22.00	22.24	22.06	22.19	21.78	21.69
0.02	0.06	0.03	0.04	0.03	0.00	0.03	0.00	0.00	0.05	0.06	0.00	0.00	0.05	0.03	0.02	0.02	0.00	0.03	0.06	0.00	0.06	0.03	0.03	0.06	0.07	0.00	0.10	0.03	0.02
0.05	0.12	0.55	0.00	0.18	0.00	0.02	0.17	0.22	0.39	0.33	0.46	1.04	0.66	0.41	0.00	0.15	0.00	0.44	0.23	0.20	0.46	0.00	0.50	0.45	0.29	0.12	0.43	0.22	0.10
29.66	28.59	31.95	32.81	32.50	32.65	33.64	36.32	31.50	33.26	34.24	34.47	32.53	30.10	30.67	33.34	34.23	31.75	30.98	32.15	29.20	33.68	33.98	30.69	31.69	29.65	31.49	30.81	34.33	32.01
2.68	0.71	2.76	1.37	0.98	1.57	2.28	1.95	1.98	1.62	1.89	4.03	2.77	0.79	0.64	2.04	3.45	1.09	1.15	1.03	3.83	1.95	2.48	0.79	1.39	1.22	1.16	0.87	2.92	1.89
5.58	9.04	4.82	4.35	6.36	5.56	4.49	2.98	5.24	5.79	4.73	2.33	4.74	8.23	8.30	5.05	3.59	6.80	7.10	6.53	4.93	4.77	4.18	7.83	6.11	7.78	6.70	7.69	3.94	4.37
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	0.00	0.03	0.03	0.00	0.01	0.02	0.00	0.02	0.00	0.03	0.00	0.02	0.02	0.00	0.00	0.04	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.03
2.41	0.95	1.23	2.48	0.84	1.11	1.03	0.79	2.35	0.76	0.77	1.64	1.16	0.93	0.85	0.97	0.91	1.02	1.30	0.87	2.80	1.09	1.15	0.75	1.75	1.55	1.02	0.94	0.65	2.85
99.34	99.52	98.61	99.60	99.90	99.71	100.13	99.74	100.40	100.94	100.52	100.38	99.32	100.17	101.33	100.69	100.79	100.59	100.32	99.72	99.52	100.10	100.45	99.94	100.48	100.66	99.76	100.29	99.88	99.99
2.96	2.93	2.92	2.95	2.92	2.93	2.94	2.94	2.93	2.91	2.94	2.94	2.91	2.91	2.92	2.93	2.94	2.94	2.91	2.91	2.94	2.92	2.93	2.92	2.92	2.94	2.94	2.92	2.91	2.95
0.04	0.07	0.08	0.05	0.08	0.07	0.06	0.06	0.07	0.09	0.06	0.06	0.09	0.09	0.08	0.07	0.06	0.06	0.09	0.09	0.06	0.08	0.07	0.08	0.08	0.06	0.06	0.08	0.09	0.05
2.00	1.99	1.96	2.00	1.99	2.00	2.00	1.99	1.98	1.97	1.97	1.97	1.93	1.95	1.97	2.00	1.99	2.00	1.97	1.98	1.99	1.97	2.00	1.96	1.97	1.98	1.99	1.97	1.98	1.99
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
0.00	0.01	0.03	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.01	0.02	0.02	0.03	0.06	0.04	0.02	0.00	0.01	0.00	0.03	0.01	0.01	0.03	0.00	0.03	0.03	0.02	0.01	0.03	0.01	0.01
1.97	1.86	2.17	2.20	2.15	2.18	2.25	2.47	2.08	2.19	2.28	2.34	2.20	1.97	1.98	2.21	2.29	2.08	2.03	2.13	1.95	2.26	2.27	2.01	2.09	1.93	2.08	2.02	2.32	2.13
0.18	0.05	0.19	0.09	0.07	0.11	0.15	0.13	0.13	0.11	0.13	0.28	0.19	0.05	0.04	0.14	0.23	0.07	0.08	0.07	0.26	0.13	0.17	0.05	0.09	0.08	0.08	0.06	0.20	0.13
0.66	1.05	0.58	0.52	0.75	0.66	0.54	0.36	0.62	0.68	0.56	0.28	0.57	0.96	0.95	0.60	0.43	0.79	0.83	0.77	0.59	0.57	0.50	0.92	0.72	0.90	0.79	0.90	0.47	0.52
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.21	0.08	0.11	0.21	0.07	0.09	0.09	0.07	0.20	0.06	0.07	0.14	0.10	0.08	0.07	0.08	0.08	0.09	0.11	0.07	0.24	0.09	0.10	0.06	0.15	0.13	0.09	0.08	0.06	0.24
8.02	8.04	8.05	8.02	8.04	8.04	8.03	8.03	8.03	8.05	8.03	8.04	8.06	8.05	8.04	8.03	8.03	8.03	8.05	8.05	8.03	8.05	8.04	8.04	8.05	8.03	8.03	8.05	8.05	8.02
64.64	59.88	69.84	72.07	69.61	70.64	73.53	80.86	67.62	70.68	74.32	76.20	70.41	62.67	63.53	72.23	74.75	67.64	65.11	68.57	63.05	72.75	73.89	64.73	67.16	62.22	67.58	64.59	74.87	69.89
0.16	0.36	1.73	0.00	0.54	0.00	0.05	0.54	0.68	1.20	1.02	1.42	3.27	2.01	1.22	0.00	0.46	0.00	1.34	0.70	0.60	1.42	0.00	1.50	1.36	0.87	0.37	1.31	0.69	0.29
6.73	2.18	1.85	7.10	1.80	3.23	2.84	1.79	6.12	0.85	1.03	3.41	0.17	0.50	1.09	2.72	2.14	2.92	2.33	1.66	7.57	1.60	3.27	0.57	3.52	3.29	2.56	1.06	1.16	7.86
22.33	35.81	19.99	17.57	25.70	22.53	18.22	12.25	21.07	23.38	19.12	9.56	19.64	32.87	32.65	20.31	14.60	26.99	28.51	26.51	19.97	19.52	17.02	31.34	24.60	30.66	26.84	30.75	16.31	17.57
6.09	1.59	6.51	3.14	2.25	3.61	5.26	4.55	4.51	3.73	4.33	9.41	6.51	1.79	1.42	4.66	7.97	2.45	2.62	2.37	8.81	4.52	5.74	1.79	3.17	2.74	2.64	1.97	6.87	4.31
0.06	0.18	0.08	0.12	0.10	0.00	0.09	0.00	0.00	0.17	0.18	0.00	0.00	0.17	0.09	0.08	0.06	0.00	0.09	0.19	0.00	0.19	0.08	0.08	0.18	0.23	0.00	0.32	0.10	0.07
70.73	61.47	76.35	75.21	71.86	74.24	78.78	85.42	72.13	74.40	78.65	85.60	76.92	64.46	64.95	76.90	82.72	70.09	67.73	70.94	71.86	77.27	79.63	66.51	70.33	64.96	70.23	66.56	81.74	74.20
6.94	2.72	3.66	7.21	2.45	3.23	2.99	2.33	6.80	2.21	2.23	4.84	3.44	2.68	2.40	2.80	2.67	2.92	3.76	2.55	8.17	3.20	3.36	2.15	5.06	4.39	2.93	2.69	1.95	8.23
22.33	35.81	19.99	17.57	25.70	22.53	18.22	12.25	21.07	23.38	19.12	9.56	19.64	32.87	32.65	20.31	14.60	26.99	28.51	26.51	19.97	19.52	17.02	31.34	24.60	30.66	26.84			

AMOSTRA 10	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
SiO2	36.74	36.68	36.61	37.18	37.34	37.21	36.89	36.53	36.37	36.87	37.02	36.69	37.41	36.53	33.67	36.86	36.87	37.20	36.25	37.46	35.85	36.88	36.92	37.15	37.32	37.25	36.67	36.23	37.13	36.62
TiO2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.04	0.00	0.01	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.01	
Al2O3	21.95	22.30	22.12	22.55	22.40	22.05	22.28	21.86	22.19	22.24	22.27	21.16	22.05	21.77	21.60	21.73	22.20	22.40	21.86	22.59	22.26	21.99	22.32	22.25	21.92	21.99	21.53	21.94	22.17	21.54
FeO	27.84	32.56	29.80	32.82	30.42	33.39	32.34	31.78	31.61	30.20	31.41	29.68	30.48	31.03	31.08	32.52	32.72	30.92	35.40	31.59	31.72	33.89	32.80	31.97	31.24	31.96	30.91	31.43	32.21	34.59
MnO	6.82	1.80	4.44	1.23	0.91	1.41	1.10	1.41	1.08	1.57	1.51	5.38	1.52	2.53	1.42	0.99	1.31	0.90	2.50	1.23	1.14	1.64	1.69	1.20	1.05	1.42	2.03	3.53	1.56	2.27
MgO	5.14	5.45	5.88	5.83	7.83	5.25	6.12	4.67	5.48	6.53	6.34	2.90	4.63	4.05	5.03	4.60	5.99	7.81	3.62	6.46	6.81	5.06	5.78	6.38	4.68	5.50	4.18	5.17	6.53	3.01
CaO	1.27	1.36	1.17	1.26	0.91	1.15	1.10	2.94	2.56	1.81	1.30	3.69	4.75	3.47	2.57	2.65	1.07	1.11	0.68	1.18	0.88	0.84	0.86	1.21	3.95	1.82	4.51	0.55	0.72	1.65
Cr2O3	0.01	0.00	0.04	0.04	0.00	0.03	0.00	0.01	0.00	0.02	0.00	0.03	0.00	0.00	0.02	0.00	0.09	0.06	0.00	0.00	0.05	0.02	0.07	0.01	0.00	0.04	0.02	0.06	0.00	
NiO	0.01	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.06	0.00	0.03	0.04	0.02	0.00	0.00	0.01	0.05	0.02	0.03	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.02	0.04	
No. of oxyg	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	
Reformatted oxide percentages based on 12 oxygens and with Fe2+/Fe3+ calculated assuming full occupancy																														
SiO2	36.74	36.68	36.61	37.18	37.34	37.21	36.89	36.53	36.37	36.87	37.02	36.69	37.41	36.53	33.67	36.86	36.87	37.20	36.25	37.46	35.85	36.88	36.92	37.15	37.32	37.25	36.67	36.23	37.13	36.62
TiO2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.04	0.00	0.01	0.00	0.00	0.02	0.00	0.02	0.00	0.01
Al2O3	21.95	22.30	22.12	22.55	22.40	22.05	22.28	21.86	22.19	22.24	22.27	21.16	22.05	21.77	21.60	21.73	22.20	22.40	21.86	22.59	22.26	21.99	22.32	22.25	21.92	21.99	21.53	21.94	22.17	21.54
Cr2O3	0.01	0.00	0.04	0.04	0.00	0.03	0.00	0.01	0.00	0.02	0.00	0.03	0.00	0.00	0.02	0.00	0.09	0.06	0.00	0.00	0.05	0.02	0.07	0.01	0.00	0.04	0.02	0.06	0.00	
Fe2O3	0.06	0.01	0.31	0.00	0.09	0.00	0.00	0.04	0.10	0.00	0.00	0.31	0.23	0.09	0.60	0.00	0.10	0.42	0.09	0.00	0.35	0.05	0.03	0.03	0.00	0.61	0.00	0.21	0.00	
FeO	27.78	32.55	29.52	32.82	30.34	33.39	32.34	31.75	31.52	30.20	31.41	29.40	30.28	30.95	30.55	32.52	32.62	30.54	35.32	31.59	31.40	33.84	32.80	31.94	31.22	31.96	30.36	31.43	32.03	34.59
MnO	6.82	1.80	4.44	1.23	0.91	1.41	1.10	1.41	1.08	1.57	1.51	5.38	1.52	2.53	1.42	0.99	1.31	0.90	2.50	1.23	1.14	1.64	1.69	1.20	1.05	1.42	2.03	3.53	1.56	2.27
MgO	5.14	5.45	5.88	5.83	7.83	5.25	6.12	4.67	5.48	6.53	6.34	2.90	4.63	4.05	5.03	4.60	5.99	7.81	3.62	6.46	6.81	5.06	5.78	6.38	4.68	5.50	4.18	5.17	6.53	3.01
NiO	0.01	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.06	0.00	0.03	0.04	0.02	0.00	0.00	0.01	0.05	0.02	0.03	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.02	0.04	
CaO	1.27	1.36	1.17	1.26	0.91	1.15	1.10	2.94	2.56	1.81	1.30	3.69	4.75	3.47	2.57	2.65	1.07	1.11	0.68	1.18	0.88	0.84	0.86	1.21	3.95	1.82	4.51	0.55	0.72	1.65
Total	99.78	100.16	100.09	100.91	99.83	100.48	99.82	99.20	99.33	99.23	99.86	99.63	100.90	99.40	95.49	99.38	100.26	100.45	100.32	100.54	98.74	100.40	100.40	100.25	100.18	99.95	99.92	98.88	100.41	99.74
Si	2.93	2.91	2.91	2.92	2.93	2.94	2.92	2.93	2.90	2.92	2.93	2.96	2.94	2.93	2.82	2.95	2.92	2.90	2.92	2.93	2.87	2.93	2.92	2.93	2.95	2.95	2.93	2.92	2.92	2.96
Al iv	0.07	0.09	0.09	0.08	0.07	0.06	0.08	0.07	0.10	0.08	0.07	0.04	0.06	0.07	0.18	0.05	0.08	0.10	0.08	0.07	0.13	0.07	0.08	0.07	0.05	0.05	0.07	0.08	0.08	0.04
Al vi	2.00	2.00	1.98	2.00	1.99	2.00	2.00	2.00	1.99	2.00	2.00	1.98	1.98	1.99	1.96	2.00	1.99	1.97	1.99	2.01	1.97	1.99	2.00	1.99	2.00	2.00	1.96	2.00	1.98	2.01
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cr	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe3+	0.00	0.00	0.02	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.02	0.01	0.01	0.04	0.00	0.01	0.02	0.01	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.00	0.01	0.00	
Fe2+	1.85	2.16	1.96	2.16	1.99	2.21	2.15	2.13	2.10	2.01	2.08	1.98	1.99	2.08	2.14	2.18	2.16	1.99	2.38	2.08	2.10	2.25	2.17	2.10	2.07	2.12	2.03	2.13	2.11	2.35
Mn	0.46	0.12	0.30	0.08	0.06	0.09	0.07	0.10	0.07	0.11	0.10	0.37	0.10	0.17	0.10	0.07	0.09	0.06	0.17	0.08	0.08	0.11	0.11	0.08	0.07	0.09	0.14	0.24	0.10	0.16
Mg	0.61	0.65	0.70	0.68	0.91	0.62	0.72	0.56	0.65	0.77	0.75	0.35	0.54	0.48	0.63	0.55	0.71	0.91	0.43	0.75	0.81	0.60	0.68	0.75	0.55	0.65	0.50	0.62	0.77	0.36
Ni	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ca	0.11	0.12	0.10	0.11	0.08	0.10	0.09	0.25	0.22	0.15	0.11	0.32	0.40	0.30	0.23	0.23	0.09	0.09	0.06	0.10	0.08	0.07	0.10	0.33	0.15	0.39	0.05	0.06	0.14	
Total	8.04	8.04	8.05	8.04	8.04	8.03	8.04	8.04	8.05	8.04	8.04	8.02	8.03	8.03	8.10	8.02	8.04	8.05	8.04	8.03	8.07	8.03	8.04	8.04	8.02	8.02	8.04	8.04	8.04	8.02
Almandine	59.70	69.73	62.37	70.19	64.07	72.49	69.56	69.06	67.48	64.73	67.23	65.01	64.51	67.45	65.99	71.41	69.67	63.46	77.28	68.16	66.37	73.32	70.31	68.18	67.57	69.52	65.15	68.87	68.15	77.66
Andradite	0.19	0.02	0.95	0.00	0.27	0.00	0.00	0.13	0.32	0.00	0.00	0.96	0.68	0.27	2.00	0.00	0.31	1.28	0.29	0.00	1.11	0.16	0.00	0.10	0.08	0.00	1.88	0.00	0.63	0.00
Grossular	3.51	3.94	2.37	3.52	2.35	3.19	3.18	8.47	7.23	5.21	3.77	9.72	12.92	9.90	6.11	7.70	2.52	1.73	1.72	3.37	1.53	2.13	2.43	3.16	11.24	5.23	11.16	1.56	1.27	4.84
Pyrope	20.86	22.16	23.93	23.37	31.24	21.01	24.73	19.06	22.46	26.39	25.54	11.79	18.45	16.52	22.25	18.61	24.20	31.30	14.88	25.69	28.30	20.47	23.32	25.59	18.70	22.03	16.99	21.25	26.20	12.26
Spessartine	15.73	4.15	10.26	2.80	2.07	3.20	2.53	3.26	2.51	3.62	3.45	12.42	3.45	5.87	3.58	2.28	3.01	2.04	5.84	2.78	2.69	3.77	3.87	2.74	2.39	3.22	4.69	8.24	3.56	5.25
Uvarovite	0.02	0.00	0.11	0.12	0.00	0.11	0.00	0.02	0.00	0.05	0.00	0.11	0.00	0.00	0.06	0.00	0.29	0.19	0.00	0.00	0.00	0.16	0.07	0.23	0.02	0.01	0.12	0.07	0.19	0.00
AIS	75.42	73.88	72.64	72.99	66.14	75.69	72.09	72.32	69.98	68.34	70.68	77.43	67.96	73.32	69.57	73.69	72.68	65.51	83.11	70.94	69.06	77.09	74.18	70.92	69.96	72.74	69.84	77.12	71.71	82.91
GAU	3.72	3.96	3.44	3.64	2.62	3.30	3.18	8.62	7.55	5.26	3.77	10.78	13.60	10.16	8.18	7.70	3.12	3.19	2.0											

31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	
36.99	37.18	35.20	37.36	37.39	37.76	36.91	36.81	34.62	36.98	37.41	37.03	37.08	37.20	37.23	37.24	37.10	37.04	32.99	36.90	35.09	36.71	37.04	36.96	37.59	36.65	36.65	37.31	35.54	36.65	
0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.01	0.00	0.03	0.01	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.04	0.00	0.02	0.00	0.00	0.09	0.00	0.00	
21.74	22.32	22.19	22.19	22.39	22.42	21.93	21.76	21.92	21.90	22.20	22.20	22.20	22.12	22.20	21.90	22.13	21.56	21.84	21.98	22.19	21.97	22.23	22.21	22.32	21.86	21.38	22.14	22.20	21.98	
30.71	32.37	28.21	31.84	31.74	31.30	32.90	31.88	31.18	28.71	29.58	32.50	31.74	32.67	31.41	31.63	30.05	30.00	32.87	28.33	29.86	33.57	33.27	32.92	31.25	31.38	29.75	32.25	29.53	33.92	
1.78	1.08	2.84	0.99	0.76	0.84	1.16	1.56	1.20	2.23	1.47	1.54	0.90	1.04	1.46	1.37	3.66	2.46	1.00	4.33	1.21	2.21	1.11	1.13	0.93	5.55	2.88	1.53	2.19	1.74	
4.12	5.18	7.90	6.44	7.06	7.25	4.70	4.24	6.97	4.13	5.47	4.20	6.39	6.53	6.11	4.86	5.94	4.56	5.61	3.84	7.72	4.48	5.35	5.84	6.91	3.57	3.20	5.91	7.15	4.56	
4.58	2.25	1.12	1.06	1.29	0.95	2.61	3.49	0.84	5.95	3.84	3.29	1.13	0.86	1.37	3.16	1.03	4.09	1.59	4.18	1.26	0.70	1.00	0.96	1.25	1.04	5.55	1.37	1.44	0.88	
0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	0.01	0.04	0.04	0.01	0.00	0.05	0.01	0.01	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	0.06	0.02	0.03	0.06	0.08	0.06	0.03	0.09	0.04	0.01	0.00	0.00	
0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.08	0.00	0.00	0.04	0.00	0.04	0.01	0.00	0.02	0.00	0.01	0.00	0.03	0.00	
12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00
36.99	37.18	35.20	37.36	37.39	37.76	36.91	36.81	34.62	36.98	37.41	37.03	37.08	37.20	37.23	37.24	37.10	37.04	32.99	36.90	35.09	36.71	37.04	36.96	37.59	36.65	36.65	37.31	35.54	36.65	
0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.01	0.00	0.03	0.01	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.04	0.00	0.02	0.00	0.00	0.09	0.00	0.00	
21.74	22.32	22.19	22.19	22.39	22.42	21.93	21.76	21.92	21.90	22.20	22.20	22.20	22.12	22.20	21.90	22.13	21.56	21.84	21.98	22.19	21.97	22.23	22.21	22.32	21.86	21.38	22.14	22.20	21.98	
0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	0.01	0.04	0.04	0.01	0.00	0.05	0.01	0.01	0.00	0.03	0.00	0.00	0.06	0.02	0.03	0.06	0.08	0.06	0.03	0.09	0.04	0.01	0.00	0.00	0.00	
0.21	0.00	0.75	0.00	0.20	0.00	0.13	0.11	0.71	0.22	0.00	0.06	0.00	0.29	0.00	0.06	0.00	0.37	1.11	0.00	0.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.38	0.05	0.56	0.00		
30.52	32.37	27.53	31.84	31.56	31.30	32.78	31.79	30.55	28.51	29.58	32.44	31.74	32.41	31.41	31.58	30.05	29.67	31.87	28.33	29.23	33.57	33.27	32.92	31.25	31.38	29.41	32.20	29.02	33.92	
1.78	1.08	2.84	0.99	0.76	0.84	1.16	1.56	1.20	2.23	1.47	1.54	0.90	1.04	1.46	1.37	3.66	2.46	1.00	4.33	1.21	2.21	1.11	1.13	0.93	5.55	2.88	1.53	2.19	1.74	
4.12	5.18	7.90	6.44	7.06	7.25	4.70	4.24	6.97	4.13	5.47	4.20	6.39	6.53	6.11	4.86	5.94	4.56	5.61	3.84	7.72	4.48	5.35	5.84	6.91	3.57	3.20	5.91	7.15	4.56	
0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.08	0.00	0.00	0.04	0.00	0.04	0.01	0.00	0.02	0.00	0.01	0.00	0.03	0.00	
4.58	2.25	1.12	1.06	1.29	0.95	2.61	3.49	0.84	5.95	3.84	3.29	1.13	0.86	1.37	3.16	1.03	4.09	1.59	4.18	1.26	0.70	1.00	0.96	1.25	1.04	5.55	1.37	1.44	0.88	
99.94	100.38	97.53	99.88	100.73	100.55	100.26	99.80	96.81	99.95	100.02	100.57	99.47	100.45	99.79	100.16	99.99	99.74	96.06	99.60	97.46	99.75	100.11	100.08	100.31	100.14	99.50	100.61	98.12	99.73	
2.94	2.93	2.84	2.94	2.92	2.94	2.93	2.94	2.83	2.93	2.94	2.94	2.93	2.93	2.94	2.95	2.94	2.95	2.76	2.94	2.83	2.94	2.93	2.93	2.94	2.94	2.95	2.94	2.86	2.93	
0.06	0.07	0.16	0.06	0.08	0.06	0.07	0.06	0.17	0.07	0.06	0.06	0.07	0.07	0.06	0.05	0.06	0.05	0.24	0.06	0.17	0.06	0.07	0.07	0.06	0.06	0.05	0.06	0.14	0.07	
1.99	2.01	1.95	2.01	1.98	2.00	1.99	1.99	1.95	1.98	2.00	2.00	2.01	1.98	2.01	2.00	2.00	1.98	1.92	2.01	1.95	2.01	2.01	2.00	2.00	2.01	1.97	1.99	1.96	2.01	
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	
0.01	0.00	0.05	0.00	0.01	0.00	0.01	0.01	0.04	0.01	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.02	0.07	0.00	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.03	0.00	
2.03	2.15	1.86	2.11	2.06	2.04	2.18	2.12	2.09	1.89	1.96	2.15	2.11	2.13	2.09	2.09	1.99	1.98	2.23	1.91	1.97	2.27	2.22	2.19	2.05	2.12	1.98	2.12	1.95	2.28	
0.12	0.07	0.19	0.07	0.05	0.06	0.08	0.11	0.08	0.15	0.10	0.10	0.06	0.07	0.10	0.09	0.25	0.17	0.07	0.29	0.08	0.15	0.07	0.08	0.06	0.38	0.20	0.10	0.15	0.12	
0.49	0.61	0.95	0.76	0.82	0.84	0.56	0.50	0.85	0.49	0.64	0.50	0.75	0.77	0.72	0.57	0.70	0.54	0.70	0.46	0.93	0.53	0.63	0.69	0.81	0.43	0.38	0.69	0.86	0.54	
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
0.39	0.19	0.10	0.09	0.11	0.08	0.22	0.30	0.07	0.51	0.32	0.28	0.10	0.07	0.12	0.27	0.09	0.35	0.14	0.36	0.11	0.06	0.08	0.08	0.10	0.09	0.48	0.12	0.12	0.08	
8.03	8.03	8.09	8.03	8.04	8.03	8.03	8.03	8.09	8.03	8.03	8.03	8.03	8.04	8.03	8.03	8.03	8.03	8.13	8.03	8.09	8.03	8.03	8.04	8.03	8.03	8.03	8.03	8.08	8.03	
66.06	70.27	56.31	69.02	66.45	66.79	70.79	69.11	64.44	61.00	63.87	70.06	68.96	68.98	68.29	68.36	64.77	64.21	66.91	62.43	60.41	74.66	73.04	71.06	66.95	69.61	64.10	68.99	60.45	74.87	
0.64	0.00	2.40	0.00	0.61	0.00	0.41	0.33	2.31	0.66	0.00	0.18	0.00	0.87	0.00	0.18	0.00	1.12	3.78	0.00	2.26	0.00	0.00	0.00	0.00	1.16	0.16	1.77	0.00		
12.63	6.49	1.01	3.04	2.94	2.69	7.04	9.68	0.27	16.57	10.86	9.29	3.26	1.60	3.85	8.90	2.98	10.71	1.19	12.07	1.49	1.85	2.64	2.60	3.47	2.75	14.94	3.73	2.55	2.57	
16.61	20.77	33.46	25.71	28.13	28.61	18.98	17.15	30.03	16.66	21.80	16.90	25.70	26.17	24.45	19.46	23.89	18.33	25.34	15.51	32.81	18.18	21.54	23.56	27.39	14.53	13.01	23.61	30.01	18.55	
4.07	2.47	6.82	2.24	1.72	1.89	2.67	3.59	2.93	5.11	3.32	3.52	2.06	2.37	3.32	3.10	8.37	5.62	2.58	9.93	2.92	5.11	2.53	2.59	2.09	12.83	6.66	3.48	5.21	4.01	
0.00	0.00	0.00	0.00	0.16	0.02	0.12	0.14	0.02	0.00	0.15	0.04	0.02	0.00	0.08	0.00	0.00	0.00	0.20	0.07	0.11	0.19	0.25	0.18	0.09	0.28	0.13	0.04	0.01	0.00	
70.13	72.74	63.13	71.25	68.17	68.68	73.46	72.70	67.37	66.11	67.20	73.58	71.02	71.35	71.61	71.46	73.13	69.83	69.49	72.36	63.33	79.77	75.57	73.65	69.04	82.44	70.75	72.46	65.66	78.88	
13.27	6.49	3.41	3.04	3.70	2.71	7.57	10.15	2.60	17.23	11.00	9.52	3.27	2.48	3.93	9.08	2.98	11.84	5.17	12.14	3.85	2.04	2.89	2.79	3.56	3.03	16.23	3.92	4.33	2.57	
16.61	20.77	33.46	25.71	28.13	28.61	18.98	17.15	30.03	16.66	21.80	16.90	25.70	26.17	24.45	19.46	23.89	18.33	25.34	15.51	32.81	18.18	21.54	23.56	27.39	14.53	13.01	23.61	30.01		

AMOSTRA 13	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
SiO2	37.41	36.55	37.19	37.67	36.74	37.07	37.86	37.31	37.72	37.07	37.19	37.22	37.85	36.86	37.05	38.05	37.78	37.59	37.38	37.28	36.94	36.94	37.24	37.47	36.72	36.97	37.63	37.32	37.03	37.64
TiO2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.01	
Al2O3	21.76	21.80	21.87	22.32	21.84	21.91	22.61	22.24	22.47	22.22	22.14	22.21	22.47	21.84	22.16	22.54	22.37	22.59	22.07	22.43	21.34	21.74	22.12	22.12	21.53	22.03	22.22	22.28	21.71	22.22
FeO	30.26	33.22	32.39	30.66	33.88	30.62	29.72	30.52	31.55	33.34	31.77	30.60	30.75	29.01	31.74	30.21	31.98	30.76	30.61	30.65	28.84	32.55	30.78	31.38	29.44	32.18	30.36	30.86	32.49	31.05
MnO	0.88	1.73	0.99	0.99	1.58	1.48	0.76	0.73	0.65	1.61	1.20	2.68	1.06	2.75	1.32	2.20	1.06	1.16	1.00	0.81	3.01	1.22	1.28	1.02	2.03	1.31	0.78	1.55	0.62	1.20
MgO	5.26	4.32	5.91	7.11	5.08	4.64	6.96	6.75	7.08	5.41	6.46	6.42	7.06	6.79	6.57	6.41	6.69	7.44	7.31	7.71	4.04	4.59	7.30	7.10	3.96	6.10	7.21	7.33	5.24	7.10
CaO	3.92	2.24	1.17	1.79	0.78	4.53	2.43	1.64	1.36	1.10	0.91	0.90	1.54	1.95	0.91	1.37	0.81	0.91	0.90	0.78	4.91	2.50	1.27	0.88	5.20	0.95	1.20	0.73	2.60	1.13
Cr2O3	0.00	0.01	0.06	0.00	0.05	0.03	0.06	0.03	0.05	0.00	0.02	0.03	0.01	0.00	0.00	0.00	0.03	0.02	0.00	0.03	0.02	0.00	0.00	0.05	0.03	0.01	0.04	0.04	0.04	0.07
NiO	0.04	0.00	0.06	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.05	0.00	0.00	0.01	0.00	0.03	0.00	0.05	0.03	0.00	0.00	0.00	0.04	0.04	0.00	0.05
No. of oxyg	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00
Reformatted oxide percentages based on 12 oxygens and with Fe2+/Fe3+ calculated assuming full occupancy																														
SiO2	37.41	36.55	37.19	37.67	36.74	37.07	37.86	37.31	37.72	37.07	37.19	37.22	37.85	36.86	37.05	38.05	37.78	37.59	37.38	37.28	36.94	36.94	37.24	37.47	36.72	36.97	37.63	37.32	37.03	37.64
TiO2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.01
Al2O3	21.76	21.80	21.87	22.32	21.84	21.91	22.61	22.24	22.47	22.22	22.14	22.21	22.47	21.84	22.16	22.54	22.37	22.59	22.07	22.43	21.34	21.74	22.12	22.12	21.53	22.03	22.22	22.28	21.71	22.22
Cr2O3	0.00	0.01	0.06	0.00	0.05	0.03	0.06	0.03	0.05	0.00	0.02	0.03	0.01	0.00	0.00	0.00	0.03	0.02	0.00	0.03	0.02	0.00	0.05	0.03	0.01	0.04	0.04	0.04	0.07	
Fe2O3	0.04	0.19	0.00	0.13	0.11	0.29	0.00	0.00	0.00	0.06	0.00	0.00	0.50	0.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.29	0.00	0.40	0.08	0.15	0.00	0.00	0.15	0.24	0.07
FeO	30.23	33.06	32.39	30.54	33.78	30.36	29.72	30.52	31.55	33.29	31.77	30.60	30.75	28.57	31.67	30.21	31.98	30.76	30.61	30.65	28.58	32.55	30.41	31.31	29.31	32.18	30.36	30.72	32.28	30.99
MnO	0.88	1.73	0.99	0.99	1.58	1.48	0.76	0.73	0.65	1.61	1.20	2.68	1.06	2.75	1.32	2.20	1.06	1.16	1.00	0.81	3.01	1.22	1.28	1.02	2.03	1.31	0.78	1.55	0.62	1.20
MgO	5.26	4.32	5.91	7.11	5.08	4.64	6.96	6.75	7.08	5.41	6.46	6.42	7.06	6.79	6.57	6.41	6.69	7.44	7.31	7.71	4.04	4.59	7.30	7.10	3.96	6.10	7.21	7.33	5.24	7.10
NiO	0.04	0.00	0.06	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.05	0.00	0.00	0.01	0.00	0.03	0.00	0.05	0.03	0.00	0.00	0.00	0.04	0.04	0.00	0.05
CaO	3.92	2.24	1.17	1.79	0.78	4.53	2.43	1.64	1.36	1.10	0.91	0.90	1.54	1.95	0.91	1.37	0.81	0.91	0.90	0.78	4.91	2.50	1.27	0.88	5.20	0.95	1.20	0.73	2.60	1.13
Total	99.51	99.88	99.63	100.55	99.98	100.34	100.41	99.22	100.87	100.76	99.70	100.11	100.75	99.25	99.81	100.77	100.72	100.48	99.27	99.72	99.13	99.59	100.06	100.02	98.92	99.57	99.44	100.15	99.75	100.46
Si	2.96	2.93	2.95	2.94	2.93	2.93	2.94	2.94	2.94	2.93	2.94	2.93	2.94	2.92	2.93	2.95	2.95	2.93	2.95	2.92	2.96	2.95	2.92	2.94	2.95	2.94	2.95	2.93	2.95	2.94
Al iv	0.04	0.07	0.05	0.06	0.07	0.07	0.06	0.06	0.06	0.07	0.06	0.07	0.06	0.08	0.07	0.05	0.05	0.07	0.05	0.08	0.04	0.05	0.08	0.06	0.05	0.06	0.05	0.07	0.05	0.06
Al vi	2.00	1.99	2.00	1.99	1.99	1.98	2.01	2.01	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	1.97	1.99	2.02	2.01	2.00	2.00	2.00	1.98	2.00	1.97	1.99	1.99	2.00	2.01	1.99	1.98	1.99
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cr	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe3+	0.00	0.01	0.00	0.01	0.01	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.02	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00
Fe2+	2.00	2.21	2.15	1.99	2.26	2.01	1.95	2.03	2.05	2.20	2.11	2.02	2.01	1.89	2.09	1.99	2.10	2.01	2.02	2.01	1.92	2.18	2.00	2.06	1.97	2.14	2.01	2.02	2.15	2.03
Mn	0.06	0.12	0.07	0.07	0.11	0.10	0.05	0.05	0.04	0.11	0.08	0.18	0.07	0.18	0.09	0.14	0.07	0.08	0.07	0.05	0.20	0.08	0.08	0.07	0.14	0.09	0.05	0.10	0.04	0.08
Mg	0.62	0.52	0.70	0.83	0.61	0.55	0.81	0.79	0.82	0.64	0.76	0.75	0.82	0.80	0.77	0.74	0.78	0.86	0.86	0.90	0.48	0.55	0.85	0.83	0.47	0.72	0.84	0.86	0.62	0.83
Ni	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ca	0.33	0.19	0.10	0.15	0.07	0.38	0.20	0.14	0.11	0.09	0.08	0.08	0.13	0.17	0.08	0.11	0.07	0.08	0.08	0.07	0.42	0.21	0.11	0.07	0.45	0.08	0.10	0.06	0.22	0.09
Total	8.02	8.04	8.02	8.03	8.03	8.04	8.03	8.03	8.03	8.04	8.03	8.03	8.03	8.04	8.04	8.02	8.02	8.03	8.03	8.04	8.02	8.02	8.04	8.03	8.03	8.03	8.02	8.04	8.03	8.03
Almandine	65.85	71.83	70.70	64.57	73.47	64.88	63.98	66.69	66.72	71.38	68.74	65.61	65.47	60.54	67.92	66.15	68.96	65.30	66.03	65.12	62.57	71.45	64.21	66.95	64.07	69.66	66.26	65.12	69.97	66.00
Andradite	0.11	0.57	0.00	0.40	0.33	0.88	0.00	0.00	0.00	0.17	0.00	0.00	0.00	1.52	0.24	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.89	0.00	1.23	0.24	0.45	0.00	0.00	0.46	0.72	0.20
Grossular	11.10	5.97	3.19	4.68	1.78	12.12	6.69	4.60	3.69	3.01	2.56	2.51	4.31	4.15	2.40	3.83	2.19	2.52	2.57	2.12	13.29	7.24	2.44	2.13	14.65	2.69	3.31	1.50	6.68	2.78
Pyrope	20.94	17.61	23.67	28.12	20.62	18.65	27.42	26.95	27.97	21.77	25.89	25.70	27.81	27.48	26.42	25.11	26.38	29.50	29.13	30.81	16.30	18.50	29.23	28.23	16.07	24.60	28.57	29.29	21.10	28.11
Spessartine	1.99	4.01	2.26	2.23	3.64	3.37	1.71	1.66	1.46	3.67	2.74	6.10	2.37	6.31	3.02	4.89	2.37	2.62	2.27	1.83	6.89	2.80	2.90	2.31	4.68	3.00	1.75	3.51	1.42	2.69
Uvarovite	0.00	0.02	0.18	0.00	0.16	0.09	0.19	0.10	0.16	0.00	0.07	0.09	0.04	0.00	0.00	0.01	0.11	0.07	0.00	0.11	0.06	0.01	0.00	0.15	0.08	0.04	0.11	0.13	0.12	0.22
AlS	67.84	75.84	72.96	66.80	77.11	68.26	65.69	68.35	68.18	75.05	71.48	71.70	67.84	66.85	70.94	71.04	71.32	67.92	68.31	66.96	69.46	74.25	67.11	69.25	68.75	72.66	68.01	68.63	71.39	68.69
GAU	11.21	6.55	3.36	5.08	2.26	13.09	6.89	4.70	3.85	3.18	2.63	2.60	4.35	5.67	2.64	3.85	2.29	2.59	2.57	2.23	14.24	7.25	3.67	2.51	15.18					

31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
37.66	37.51	36.80	36.94	37.52	37.20	37.26	37.34	37.42	37.42	36.81	37.14	37.21	37.09	37.67	37.58	37.46	37.61	36.94	37.46	37.60	37.52	36.73	36.96	37.45	37.12	36.93	37.70	36.90	37.22
0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.02	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.02	0.00	0.05	0.01	0.00	0.07	0.01	0.04	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.02
22.69	22.31	21.08	22.10	22.12	22.15	22.33	22.09	22.20	22.04	21.81	21.97	22.26	21.81	22.52	22.23	22.37	22.69	22.44	22.18	22.19	22.06	21.72	21.82	22.93	22.03	22.12	22.35	21.98	21.93
30.10	32.07	31.54	30.66	32.74	32.85	32.71	28.78	33.75	31.75	33.28	32.16	33.17	31.42	29.89	29.98	30.75	31.49	32.50	30.17	30.61	31.87	33.49	33.11	30.95	30.85	33.11	30.15	34.10	32.25
1.04	1.01	2.35	0.89	0.85	1.09	1.21	1.58	0.16	1.15	2.14	1.13	1.25	1.59	0.86	0.69	0.95	0.95	1.29	1.07	0.95	1.40	1.26	1.87	0.78	1.76	1.06	0.78	0.94	0.82
7.76	6.56	4.08	7.60	5.80	5.79	6.00	7.96	6.19	6.86	4.41	6.35	5.78	5.21	7.85	7.66	6.61	7.40	6.10	6.15	7.59	6.45	5.41	5.12	7.68	5.40	5.62	7.94	5.49	5.87
1.15	0.69	2.95	0.95	1.69	1.02	0.88	1.15	0.88	0.90	1.67	1.16	1.03	3.21	1.07	1.01	2.26	0.78	0.91	3.16	1.09	0.97	0.93	0.85	1.12	2.42	0.90	0.88	0.78	1.08
0.01	0.00	0.00	0.05	0.00	0.00	0.07	0.08	0.00	0.03	0.00	0.00	0.02	0.06	0.00	0.02	0.00	0.02	0.02	0.04	0.04	0.06	0.03	0.02	0.00	0.01	0.05	0.00	0.09	0.00
0.06	0.00	0.07	0.04	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04
12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00
37.66	37.51	36.80	36.94	37.52	37.20	37.26	37.34	37.42	37.42	36.81	37.14	37.21	37.09	37.67	37.58	37.46	37.61	36.94	37.46	37.60	37.52	36.73	36.96	37.45	37.12	36.93	37.70	36.90	37.22
0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.02	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.02	0.00	0.05	0.01	0.00	0.07	0.01	0.04	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.02
22.69	22.31	21.08	22.10	22.12	22.15	22.33	22.09	22.20	22.04	21.81	21.97	22.26	21.81	22.52	22.23	22.37	22.69	22.44	22.18	22.19	22.06	21.72	21.82	22.93	22.03	22.12	22.35	21.98	21.93
0.01	0.00	0.00	0.05	0.00	0.00	0.07	0.08	0.00	0.03	0.00	0.00	0.02	0.06	0.00	0.02	0.00	0.02	0.02	0.04	0.04	0.06	0.03	0.02	0.00	0.01	0.05	0.00	0.09	0.00
0.00	0.00	0.33	0.29	0.05	0.00	0.00	0.05	0.00	0.19	0.08	0.22	0.00	0.45	0.00	0.00	0.04	0.00	0.00	0.06	0.15	0.03	0.22	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.11	0.00
30.10	32.07	31.25	30.40	32.69	32.85	32.71	28.73	33.74	31.58	33.21	31.96	33.17	31.01	29.89	29.98	30.71	31.49	32.50	30.11	30.47	31.84	33.30	33.11	30.95	30.85	33.11	30.15	34.00	32.25
1.04	1.01	2.35	0.89	0.85	1.09	1.21	1.58	0.16	1.15	2.14	1.13	1.25	1.59	0.86	0.69	0.95	0.95	1.29	1.07	0.95	1.40	1.26	1.87	0.78	1.76	1.06	0.78	0.94	0.82
7.76	6.56	4.08	7.60	5.80	5.79	6.00	7.96	6.19	6.86	4.41	6.35	5.78	5.21	7.85	7.66	6.61	7.40	6.10	6.15	7.59	6.45	5.41	5.12	7.68	5.40	5.62	7.94	5.49	5.87
0.06	0.00	0.07	0.04	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04
1.15	0.69	2.95	0.95	1.69	1.02	0.88	1.15	0.88	0.90	1.67	1.16	1.03	3.21	1.07	1.01	2.26	0.78	0.91	3.16	1.09	0.97	0.93	0.85	1.12	2.42	0.90	0.88	0.78	1.08
100.48	100.15	98.91	99.27	100.73	100.10	100.49	99.00	100.59	100.18	100.13	99.92	100.71	100.43	99.88	99.17	100.48	100.96	100.19	100.30	100.08	100.40	99.60	99.75	100.98	99.60	99.79	99.80	100.29	99.23
2.93	2.94	2.97	2.92	2.95	2.94	2.93	2.94	2.94	2.94	2.94	2.94	2.93	2.93	2.94	2.95	2.93	2.92	2.92	2.94	2.94	2.95	2.94	2.95	2.90	2.94	2.93	2.94	2.93	2.96
0.07	0.06	0.03	0.08	0.05	0.06	0.07	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.07	0.07	0.06	0.05	0.07	0.08	0.08	0.06	0.06	0.05	0.06	0.05	0.10	0.06	0.07	0.06	0.07	0.04
2.00	2.01	1.98	1.98	2.00	2.01	2.00	1.99	2.00	1.99	1.99	1.99	2.00	1.97	2.01	2.01	1.99	2.00	2.01	1.99	1.99	1.99	1.98	2.00	2.00	2.01	2.01	2.00	1.99	2.01
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00
0.00	0.00	0.02	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00
1.96	2.12	2.11	2.01	2.15	2.18	2.16	1.89	2.22	2.08	2.22	2.11	2.19	2.05	1.96	1.98	2.01	2.05	2.15	1.98	1.99	2.09	2.23	2.21	2.01	2.06	2.21	1.97	2.26	2.16
0.07	0.07	0.16	0.06	0.06	0.07	0.08	0.11	0.01	0.08	0.14	0.08	0.08	0.11	0.06	0.05	0.06	0.06	0.09	0.07	0.06	0.09	0.09	0.13	0.05	0.12	0.07	0.05	0.06	0.05
0.90	0.77	0.49	0.89	0.68	0.68	0.70	0.93	0.73	0.80	0.53	0.75	0.68	0.61	0.91	0.90	0.77	0.86	0.72	0.88	0.76	0.64	0.61	0.89	0.64	0.67	0.92	0.65	0.70	0.70
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.10	0.06	0.26	0.08	0.14	0.09	0.07	0.10	0.07	0.08	0.14	0.10	0.09	0.27	0.09	0.08	0.19	0.06	0.08	0.27	0.09	0.08	0.08	0.07	0.09	0.21	0.08	0.07	0.07	0.09
8.04	8.03	8.02	8.04	8.03	8.03	8.03	8.03	8.03	8.03	8.03	8.03	8.03	8.04	8.03	8.02	8.03	8.04	8.04	8.03	8.03	8.02	8.03	8.03	8.05	8.03	8.03	8.03	8.04	8.02
63.66	69.68	69.45	64.54	70.21	71.36	70.70	61.32	72.48	67.51	72.35	68.60	71.05	66.16	63.94	65.18	65.08	66.31	69.81	64.09	64.67	68.46	72.41	72.59	64.48	67.32	72.27	64.35	73.39	71.51
0.00	0.00	1.00	0.88	0.16	0.00	0.00	0.16	0.01	0.56	0.25	0.66	0.01	1.38	0.00	0.00	0.13	0.00	0.00	0.19	0.45	0.09	0.66	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.33	0.00
3.24	1.96	7.59	1.71	4.67	2.94	2.31	2.89	2.50	1.90	4.60	2.67	2.88	7.70	3.05	2.81	6.32	2.15	2.56	8.71	2.52	2.48	1.96	2.42	3.18	6.96	2.43	1.65	3.12	3.12
30.72	26.08	16.54	30.66	23.05	23.22	24.00	31.79	24.65	27.33	17.86	25.48	23.16	20.95	31.07	30.39	26.31	29.34	24.61	24.47	30.08	25.62	21.97	20.64	30.56	21.68	22.70	31.39	22.19	23.51
2.34	2.28	5.42	2.05	1.91	2.48	2.75	3.59	0.36	2.59	4.93	2.58	2.83	3.62	1.94	1.56	2.15	2.13	2.95	2.41	2.15	3.17	2.90	4.29	1.77	4.02	2.43	1.75	2.17	1.86
0.04	0.01	0.00	0.15	0.00	0.00	0.24	0.25	0.00	0.10	0.00	0.00	0.06	0.19	0.00	0.06	0.00	0.07	0.07	0.13	0.13	0.20	0.09	0.06	0.01	0.02	0.17	0.00	0.27	0.00
66.00	71.96	74.87	66.59	72.12	73.84	73.46	64.91	72.84	70.11	77.28	71.19	73.89	69.78	65.88	66.74	67.23	68.44	72.76	66.50	66.82	71.62	75.31	76.88	66.25	71.34	74.70	66.11	75.56	73.37
3.28	1.97	8.60	2.75	4.83	2.94	2.54	3.31	2.51	2.57	4.86	3.34	2.95	9.28	3.06	2.87	6.46	2.22	2.63	9.03	3.10	2.76	2.72	2.48	3.19	6.99	2.60	2.50	2.25	3.12
30.72	26.08	16.54	30.66	23.05	23.22	24.00	31.79	24.65	27.33	17.86	25.48	23.16	20.95	31.07	30.39	26.31	29.34	24.61	24.47	30.08	25.62	21.97	20.64	30.56	21.68	22.70	31.39	2	

AMOSTRA 17	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
SiO ₂	37.72	37.38	36.99	37.48	37.41	37.71	37.25	37.09	36.83	36.87	36.89	36.92	36.97	36.56	37.18	36.75	37.45	36.71	37.62	34.93	36.76	37.28	37.58	36.76	37.65	37.31	36.82	37.44	36.70	37.39
TiO ₂	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06	0.01	0.03	0.01	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	0.00	0.00	0.00	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Al ₂ O ₃	22.10	21.91	21.91	22.15	21.98	22.41	22.02	22.10	21.99	21.92	22.26	21.50	22.07	21.59	22.18	21.57	22.14	21.37	22.51	22.10	21.98	22.00	22.28	21.91	22.26	22.29	21.81	22.34	21.84	22.47
FeO	31.75	31.00	31.20	32.12	29.81	31.23	30.34	31.14	31.97	32.47	32.95	29.74	31.97	30.74	30.53	30.33	32.42	30.07	29.13	30.28	32.66	31.36	28.25	33.13	29.25	29.88	30.59	29.70	32.71	30.68
MnO	0.85	2.77	2.19	1.42	1.39	0.85	2.40	0.98	0.95	1.10	1.18	3.83	1.90	2.49	0.85	2.91	1.66	2.14	0.89	1.14	1.49	1.53	3.31	1.40	0.97	1.25	3.03	0.70	1.26	0.78
MgO	6.12	5.13	6.28	6.19	5.83	7.08	5.90	6.48	5.83	4.74	5.73	3.34	5.73	4.51	6.40	5.46	5.45	4.32	8.79	7.10	5.52	6.49	7.47	4.85	8.42	7.35	5.60	8.39	5.75	7.57
CaO	1.72	1.75	0.99	1.31	3.45	0.77	1.95	1.21	1.46	2.26	0.98	4.85	0.99	3.23	1.91	2.16	0.88	4.54	1.18	1.37	0.88	1.05	1.27	1.42	1.00	1.66	1.68	0.93	0.94	0.91
Cr ₂ O ₃	0.00	0.04	0.00	0.04	0.00	0.04	0.00	0.02	0.00	0.00	0.06	0.02	0.02	0.01	0.01	0.04	0.02	0.05	0.02	0.05	0.00	0.01	0.00	0.04	0.02	0.05	0.00	0.05	0.00	0.06
NiO	0.00	0.02	0.00	0.01	0.00	0.00	0.02	0.03	0.00	0.02	0.01	0.04	0.00	0.04	0.00	0.03	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.04	0.00	0.07	0.00	0.03	
No. of oxyg	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00
Reformatted oxide percentages based on 12 oxygens and with Fe ²⁺ /Fe ³⁺ calculated assuming full occupancy																														
SiO ₂	37.72	37.38	36.99	37.48	37.41	37.71	37.25	37.09	36.83	36.87	36.89	36.92	36.97	36.56	37.18	36.75	37.45	36.71	37.62	34.93	36.76	37.28	37.58	36.76	37.65	37.31	36.82	37.44	36.70	37.39
TiO ₂	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06	0.01	0.03	0.01	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	0.00	0.00	0.00	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Al ₂ O ₃	22.10	21.91	21.91	22.15	21.98	22.41	22.02	22.10	21.99	21.92	22.26	21.50	22.07	21.59	22.18	21.57	22.14	21.37	22.51	22.10	21.98	22.00	22.28	21.91	22.26	22.29	21.81	22.34	21.84	22.47
Cr ₂ O ₃	0.00	0.04	0.00	0.04	0.00	0.04	0.00	0.02	0.00	0.00	0.06	0.02	0.02	0.01	0.01	0.04	0.02	0.05	0.02	0.05	0.00	0.01	0.00	0.04	0.02	0.05	0.00	0.05	0.00	0.06
Fe ₂ O ₃	0.00	0.00	0.18	0.09	0.12	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.41	0.00	0.27	0.00	0.40	0.00	0.49	0.30	0.48	0.00	0.05	0.14	0.00	0.12	0.12	0.24	0.16	0.07	0.00
FeO	31.75	31.00	31.03	32.03	29.70	31.23	30.32	31.14	31.97	32.47	32.95	29.37	31.97	30.50	30.53	29.98	32.42	29.63	28.87	29.84	32.66	31.31	28.12	33.13	29.14	29.78	30.38	29.56	32.64	30.68
MnO	0.85	2.77	2.19	1.42	1.39	0.85	2.40	0.98	0.95	1.10	1.18	3.83	1.90	2.49	0.85	2.91	1.66	2.14	0.89	1.14	1.49	1.53	3.31	1.40	0.97	1.25	3.03	0.70	1.26	0.78
MgO	6.12	5.13	6.28	6.19	5.83	7.08	5.90	6.48	5.83	4.74	5.73	3.34	5.73	4.51	6.40	5.46	5.45	4.32	8.79	7.10	5.52	6.49	7.47	4.85	8.42	7.35	5.60	8.39	5.75	7.57
NiO	0.00	0.02	0.00	0.01	0.00	0.00	0.02	0.03	0.00	0.02	0.01	0.04	0.00	0.04	0.00	0.03	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.04	0.00	0.07	0.00	0.03
CaO	1.72	1.75	0.99	1.31	3.45	0.77	1.95	1.21	1.46	2.26	0.98	4.85	0.99	3.23	1.91	2.16	0.88	4.54	1.18	1.37	0.88	1.05	1.27	1.42	1.00	1.66	1.68	0.93	0.94	0.91
Total	100.25	100.00	99.56	100.72	99.87	100.09	99.87	99.03	99.10	99.39	100.08	100.28	99.65	99.21	99.05	99.29	100.05	99.23	100.17	97.06	99.29	99.74	100.17	99.54	99.59	99.85	99.54	99.62	99.23	99.90
Si	2.96	2.96	2.94	2.94	2.95	2.95	2.95	2.94	2.94	2.94	2.92	2.95	2.94	2.94	2.94	2.94	2.96	2.94	2.92	2.84	2.94	2.95	2.94	2.94	2.94	2.93	2.93	2.93	2.93	2.93
Al iv	0.04	0.04	0.06	0.06	0.05	0.05	0.05	0.06	0.06	0.06	0.08	0.05	0.06	0.06	0.06	0.06	0.04	0.06	0.08	0.16	0.06	0.05	0.06	0.06	0.06	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07
Al vi	2.01	2.01	1.99	1.99	1.99	2.01	2.00	2.01	2.00	2.01	2.00	1.97	2.01	1.98	2.01	1.97	2.02	1.96	1.98	1.96	2.01	2.00	1.99	2.00	1.99	1.99	1.98	1.99	1.99	2.00
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cr	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe ³⁺	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.02	0.00	0.02	0.00	0.03	0.02	0.03	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00
Fe ²⁺	2.09	2.07	2.06	2.10	1.96	2.06	2.01	2.08	2.14	2.18	2.19	1.96	2.13	2.05	2.04	2.00	2.17	1.99	1.87	2.03	2.19	2.07	1.84	2.23	1.90	1.95	2.02	1.93	2.18	2.02
Mn	0.06	0.19	0.15	0.09	0.09	0.06	0.16	0.07	0.06	0.07	0.08	0.26	0.13	0.17	0.06	0.20	0.11	0.14	0.06	0.08	0.10	0.10	0.22	0.09	0.06	0.08	0.20	0.05	0.09	0.05
Mg	0.72	0.61	0.74	0.72	0.68	0.82	0.70	0.77	0.69	0.56	0.68	0.40	0.68	0.54	0.75	0.65	0.64	0.52	1.02	0.86	0.66	0.77	0.87	0.58	0.98	0.86	0.66	0.98	0.68	0.88
Ni	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ca	0.14	0.15	0.08	0.11	0.29	0.06	0.16	0.10	0.12	0.19	0.08	0.41	0.08	0.28	0.16	0.18	0.07	0.39	0.10	0.12	0.08	0.09	0.11	0.12	0.08	0.14	0.14	0.08	0.08	0.08
Total	8.02	8.02	8.03	8.03	8.03	8.02	8.03	8.03	8.03	8.03	8.04	8.03	8.03	8.03	8.03	8.04	8.02	8.03	8.04	8.08	8.03	8.03	8.03	8.03	8.03	8.04	8.04	8.04	8.03	8.04
Almandine	69.03	68.25	66.83	68.45	63.75	67.93	65.33	68.26	69.97	71.73	71.31	63.64	69.67	66.39	66.91	64.83	72.03	64.27	59.82	62.73	71.62	67.53	59.29	72.98	61.63	63.04	65.50	62.33	71.01	65.43
Andradite	0.00	0.00	0.55	0.28	0.36	0.00	0.08	0.00	0.00	0.00	0.00	1.26	0.00	0.83	0.00	1.22	0.00	1.50	0.90	1.56	0.00	0.14	0.43	0.00	0.37	0.35	0.72	0.47	0.23	0.00
Grossular	4.87	4.90	2.32	3.33	9.53	2.05	5.52	3.44	4.24	6.57	2.65	12.77	2.81	8.59	5.47	4.96	2.46	11.59	2.40	2.46	2.57	2.85	3.19	4.01	2.43	4.26	4.16	2.03	2.52	2.42
Pyrope	24.19	20.44	25.29	24.60	23.22	27.98	23.61	26.03	23.59	19.18	23.14	13.50	23.10	18.39	25.66	22.16	21.69	17.55	34.83	30.32	22.38	25.97	29.62	19.67	33.33	29.35	22.66	33.42	23.34	30.19
Spessartine	1.91	6.29	5.01	3.20	3.15	1.91	5.46	2.23	2.19	2.52	2.70	8.79	4.35	5.76	1.93	6.71	3.75	4.93	2.00	2.76	3.43	3.48	7.47	3.23	2.19	2.83	6.96	1.59	2.91	1.77
Uvarovite	0.00	0.12	0.00	0.13	0.00	0.14	0.00	0.05	0.01	0.00	0.20	0.05	0.06	0.04	0.03	0.12	0.07	0.15	0.06	0.18	0.00	0.03	0.00	0.12	0.06	0.17	0.00	0.14	0.00	0.19
AlS	70.94	74.54	71.84	71.65	66.89	69.84	70.79	70.49	72.16	74.25	74.01	72.42	74.02	72.15	68.84	71.54	75.78	69.20	61.82	65.49	75.05	71.01	66.76	76.21	63.82	65.87	72.46	63.93	73.91	67.19
GAU	4.87	5.02	2.87																											

31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
36.97	37.27	37.03	36.95	36.72	37.89	37.34	37.18	36.97	36.90	35.84	37.60	37.13	37.16	37.20	36.79	37.04	36.87	37.00	37.30	37.22	37.00	37.02	38.03	37.42	37.20	37.45	37.11	37.31	36.95
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.08	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	
22.09	21.85	22.11	22.19	22.04	22.47	22.56	22.23	21.32	22.13	21.46	22.65	21.81	22.08	22.15	21.73	22.20	22.13	22.09	22.09	21.99	21.79	21.82	22.41	22.16	22.57	22.28	22.00	22.18	22.14
31.59	32.28	31.84	32.10	33.24	30.27	29.06	30.75	26.16	30.59	26.81	29.97	33.25	32.15	32.50	32.70	31.72	32.24	32.66	31.83	31.62	32.13	32.03	29.49	29.65	29.87	31.07	31.86	31.27	32.79
1.40	0.93	1.02	1.62	1.65	1.37	1.65	1.03	2.15	0.93	1.82	0.97	1.48	1.14	1.24	1.08	0.83	1.70	0.53	0.96	0.82	2.05	1.39	1.09	2.24	1.29	1.04	1.60	1.77	1.11
3.84	5.74	6.30	5.67	5.20	7.00	7.60	7.65	3.40	6.85	4.21	7.96	4.35	6.39	6.12	5.48	6.73	5.68	5.89	6.65	6.94	4.61	4.72	7.67	6.08	7.80	7.39	6.03	6.27	5.21
3.96	1.70	1.62	1.07	0.93	0.99	1.92	0.88	8.38	0.95	6.08	0.75	2.53	0.88	0.78	1.79	0.79	0.87	1.68	1.05	0.70	2.40	3.29	1.69	1.89	0.95	1.02	1.01	0.87	1.71
0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.07	0.03	0.03	0.05	0.00	0.00	0.08	0.01	0.03	0.03	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.02	0.07	0.05	0.06	0.00
0.04	0.05	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.03	0.00	0.04	0.00	0.00	0.04	0.00	0.00	0.00	0.03	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00
12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00
36.97	37.27	37.03	36.95	36.72	37.89	37.34	37.18	36.97	36.90	35.84	37.60	37.13	37.16	37.20	36.79	37.04	36.87	37.00	37.30	37.22	37.00	37.02	38.03	37.42	37.20	37.45	37.11	37.31	36.95
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.08	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	
22.09	21.85	22.11	22.19	22.04	22.47	22.56	22.23	21.32	22.13	21.46	22.65	21.81	22.08	22.15	21.73	22.20	22.13	22.09	22.09	21.99	21.79	21.82	22.41	22.16	22.57	22.28	22.00	22.18	22.14
0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.07	0.03	0.03	0.05	0.00	0.00	0.08	0.01	0.03	0.03	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.02	0.07	0.05	0.06	0.00
0.00	0.05	0.20	0.00	0.00	0.00	0.12	0.21	0.17	0.00	0.00	0.00	0.15	0.00	0.00	0.32	0.00	0.00	0.06	0.06	0.03	0.08	0.31	0.00	0.00	0.00	0.18	0.00	0.00	
31.59	32.23	31.66	32.10	33.24	30.27	28.95	30.55	26.00	30.59	26.81	29.97	33.12	32.15	32.50	32.41	31.72	32.24	32.60	31.77	31.59	32.06	31.75	29.49	29.65	29.87	30.91	31.86	31.27	32.79
1.40	0.93	1.02	1.62	1.65	1.37	1.65	1.03	2.15	0.93	1.82	0.97	1.48	1.14	1.24	1.08	0.83	1.70	0.53	0.96	0.82	2.05	1.39	1.09	2.24	1.29	1.04	1.60	1.77	1.11
3.84	5.74	6.30	5.67	5.20	7.00	7.60	7.65	3.40	6.85	4.21	7.96	4.35	6.39	6.12	5.48	6.73	5.68	5.89	6.65	6.94	4.61	4.72	7.67	6.08	7.80	7.39	6.03	6.27	5.21
0.04	0.05	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.03	0.00	0.04	0.00	0.00	0.04	0.00	0.00	0.00	0.03	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00
3.96	1.70	1.62	1.07	0.93	0.99	1.92	0.88	8.38	0.95	6.08	0.75	2.53	0.88	0.78	1.79	0.79	0.87	1.68	1.05	0.70	2.40	3.29	1.69	1.89	0.95	1.02	1.01	0.87	1.71
99.90	99.82	99.94	99.60	99.78	99.98	100.19	99.88	98.43	98.38	96.26	99.90	100.56	99.90	100.02	99.66	99.35	99.59	99.85	99.87	99.33	99.99	100.30	100.40	99.50	99.75	100.33	99.66	99.73	99.91
2.94	2.95	2.93	2.93	2.93	2.95	2.91	2.92	2.97	2.94	2.93	2.93	2.95	2.94	2.94	2.93	2.93	2.93	2.93	2.94	2.95	2.95	2.94	2.95	2.95	2.92	2.93	2.94	2.94	2.93
0.06	0.05	0.07	0.07	0.07	0.05	0.09	0.08	0.03	0.06	0.07	0.07	0.05	0.06	0.06	0.07	0.07	0.07	0.07	0.06	0.05	0.05	0.06	0.05	0.05	0.08	0.07	0.06	0.06	0.07
2.02	2.00	1.99	2.01	2.00	2.03	1.99	1.98	1.99	2.01	2.01	2.01	1.99	2.00	2.00	1.98	2.00	2.01	2.00	2.00	2.00	1.99	1.98	2.00	2.02	2.00	1.98	2.00	2.01	2.01
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00
2.12	2.14	2.09	2.15	2.22	2.01	1.89	2.01	1.75	2.06	1.85	1.97	2.20	2.13	2.15	2.16	2.11	2.16	2.16	2.10	2.09	2.14	2.11	1.92	1.98	1.96	2.02	2.12	2.08	2.19
0.09	0.06	0.07	0.11	0.11	0.09	0.11	0.07	0.15	0.06	0.13	0.06	0.10	0.08	0.08	0.07	0.06	0.11	0.04	0.06	0.05	0.14	0.09	0.07	0.15	0.09	0.07	0.11	0.12	0.07
0.46	0.68	0.74	0.67	0.62	0.81	0.88	0.89	0.41	0.81	0.51	0.92	0.51	0.75	0.72	0.65	0.79	0.67	0.70	0.78	0.82	0.55	0.56	0.89	0.71	0.91	0.86	0.71	0.74	0.62
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.34	0.14	0.14	0.09	0.08	0.08	0.16	0.07	0.72	0.08	0.53	0.06	0.21	0.07	0.07	0.15	0.07	0.07	0.14	0.09	0.06	0.20	0.28	0.14	0.16	0.08	0.09	0.09	0.07	0.15
8.03	8.02	8.04	8.03	8.03	8.02	8.04	8.04	8.02	8.03	8.03	8.03	8.03	8.03	8.03	8.04	8.03	8.03	8.03	8.03	8.03	8.03	8.03	8.02	8.02	8.04	8.04	8.03	8.03	8.03
69.82	70.07	67.62	70.32	72.38	66.62	60.40	64.49	57.09	67.45	60.04	64.13	71.87	69.23	70.42	70.10	68.71	70.63	70.20	68.24	68.31	69.78	68.31	62.75	65.30	63.06	65.30	69.21	68.41	71.47
0.00	0.16	0.60	0.00	0.00	0.00	0.35	0.65	0.53	0.00	0.00	0.00	0.44	0.00	0.00	0.99	0.00	0.00	0.18	0.20	0.08	0.23	0.94	0.00	0.00	0.00	0.54	0.00	0.00	
11.47	4.66	4.10	3.10	2.72	2.79	5.05	1.65	23.66	2.66	18.01	2.15	6.85	2.29	2.19	4.13	2.21	2.36	4.67	2.82	1.94	6.72	8.59	4.75	5.34	2.69	2.17	2.74	2.32	4.96
15.50	22.95	25.34	22.87	21.09	27.53	30.35	30.66	13.69	27.65	17.49	31.54	17.45	25.64	24.53	22.21	27.09	22.95	23.74	26.56	27.81	18.57	18.98	30.06	24.20	31.25	29.43	24.22	25.07	21.02
3.21	2.10	2.34	3.71	3.80	3.06	3.75	2.33	4.94	2.13	4.29	2.19	3.38	2.59	2.83	2.47	1.90	3.91	1.20	2.19	1.86	4.70	3.18	2.44	5.08	2.94	2.35	3.66	4.02	2.55
0.00	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.23	0.08	0.11	0.17	0.00	0.00	0.26	0.04	0.09	0.09	0.15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.08	0.05	0.21	0.17	0.19	0.00
73.03	72.18	69.96	74.03	76.18	69.68	64.15	66.82	62.03	69.59	64.33	66.31	75.26	71.82	73.24	72.58	70.61	74.53	71.40	70.43	70.17	74.47	71.49	65.19	70.37	66.01	67.65	72.87	72.42	74.01
11.47	4.88	4.70	3.10	2.72	2.79	5.50	2.52	24.28	2.76	18.18	2.15	7.29	2.55	2.23	5.21	2.30	2.51	4.86	3.01	2.02	6.95	9.53	4.75	5.42	2.74	2.92	2.91	2.51	4.96
15.50	22.95	25.34	22.87	21.09	27.53	30.35	30.66	13.69	27.65	17.49	31.54	17.45	25.64	24.53	22.21	27.09	22.95	23.74	26.56	27.81	18.								

AMOSTRA 18	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
SiO ₂	36.72	36.79	36.38	37.15	37.27	36.90	36.76	37.05	37.69	37.68	36.80	36.87	37.33	37.23	36.50	36.41	37.06	36.51	36.71	38.14	36.81	36.39	36.86	37.28	35.88	35.67	36.37	36.44	36.24	36.09
TiO ₂	0.00	0.00	0.02	0.00	0.02	0.00	0.03	0.02	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.05	0.00	0.03	0.02	0.00	0.07	0.00	0.00	0.00	0.02	0.01	0.00
Al ₂ O ₃	21.92	22.16	21.70	22.43	22.10	21.67	21.90	22.27	22.18	22.34	21.66	21.96	22.47	22.16	21.72	21.48	21.81	21.64	21.94	22.60	22.01	21.38	21.99	22.04	21.71	21.32	21.55	21.61	21.59	21.50
FeO	34.40	33.69	31.67	31.93	31.47	32.52	31.59	33.03	31.71	28.63	30.90	33.33	31.40	30.03	34.23	31.82	31.03	26.51	32.32	33.39	31.99	35.26	31.93	31.81	34.56	36.03	34.50	33.14	34.03	34.18
MnO	1.53	0.76	6.83	1.41	0.80	1.78	2.20	0.80	0.93	1.19	1.61	1.51	0.64	0.72	0.76	2.34	1.35	8.21	1.46	1.55	0.97	2.95	1.01	1.30	4.28	3.38	2.75	1.61	2.30	3.37
MgO	4.79	5.88	3.41	6.51	6.83	5.18	6.27	6.92	7.06	8.65	4.17	5.88	7.71	8.41	5.47	5.37	7.07	5.81	6.39	5.73	6.90	3.62	5.37	6.15	3.07	1.66	3.83	4.62	4.41	3.47
CaO	0.81	0.80	0.35	1.11	1.76	1.78	1.30	0.77	0.90	1.57	4.53	0.96	0.76	0.84	1.17	1.58	1.30	1.11	0.83	0.72	0.81	0.66	3.37	2.53	1.04	2.00	0.57	2.00	0.76	0.95
Cr ₂ O ₃	0.06	0.00	0.00	0.05	0.02	0.00	0.09	0.03	0.00	0.05	0.02	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.02	0.03	0.03	0.00	0.00	0.01	0.03	0.00	0.00	0.00	0.02	0.01	0.04
NiO	0.00	0.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.03	0.08	0.00	0.02	0.07	0.02	0.00	0.00	0.00	0.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
No. of oxyg	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00
Reformatted oxide percentages based on 12 oxygens and with Fe ²⁺ /Fe ³⁺ calculated assuming full occupancy																														
SiO ₂	36.72	36.79	36.38	37.15	37.27	36.90	36.76	37.05	37.69	37.68	36.80	36.87	37.33	37.23	36.50	36.41	37.06	36.51	36.71	38.14	36.81	36.39	36.86	37.28	35.88	35.67	36.37	36.44	36.24	36.09
TiO ₂	0.00	0.00	0.02	0.00	0.02	0.00	0.03	0.02	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.05	0.00	0.03	0.02	0.00	0.07	0.00	0.00	0.00	0.02	0.01	0.00
Al ₂ O ₃	21.92	22.16	21.70	22.43	22.10	21.67	21.90	22.27	22.18	22.34	21.66	21.96	22.47	22.16	21.72	21.48	21.81	21.64	21.94	22.60	22.01	21.38	21.99	22.04	21.71	21.32	21.55	21.61	21.59	21.50
Cr ₂ O ₃	0.06	0.00	0.00	0.05	0.02	0.00	0.09	0.03	0.00	0.05	0.02	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.02	0.03	0.03	0.00	0.00	0.01	0.03	0.00	0.00	0.00	0.02	0.01	0.04
Fe ₂ O ₃	0.05	0.15	0.09	0.06	0.39	0.33	0.57	0.53	0.10	0.41	0.36	0.49	0.19	0.45	0.58	0.52	0.59	0.78	0.42	0.00	0.36	0.46	0.61	0.69	0.46	0.40	0.05	0.32	0.21	0.20
FeO	34.35	33.56	31.59	31.88	31.12	32.23	31.08	32.55	31.62	28.26	30.58	32.89	31.23	29.62	33.71	31.36	30.50	25.81	31.95	33.39	31.67	34.84	31.38	31.19	34.15	35.67	34.45	32.85	33.84	34.00
MnO	1.53	0.76	6.83	1.41	0.80	1.78	2.20	0.80	0.93	1.19	1.61	1.51	0.64	0.72	0.76	2.34	1.35	8.21	1.46	1.55	0.97	2.95	1.01	1.30	4.28	3.38	2.75	1.61	2.30	3.37
MgO	4.79	5.88	3.41	6.51	6.83	5.18	6.27	6.92	7.06	8.65	4.17	5.88	7.71	8.41	5.47	5.37	7.07	5.81	6.39	5.73	6.90	3.62	5.37	6.15	3.07	1.66	3.83	4.62	4.41	3.47
NiO	0.00	0.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.03	0.08	0.00	0.02	0.07	0.02	0.00	0.00	0.00	0.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
CaO	0.81	0.80	0.35	1.11	1.76	1.78	1.30	0.77	0.90	1.57	4.53	0.96	0.76	0.84	1.17	1.58	1.30	1.11	0.83	0.72	0.81	0.66	3.37	2.53	1.04	2.00	0.57	2.00	0.76	0.95
Total	100.23	100.15	100.37	100.59	100.31	99.87	100.22	100.94	100.53	100.17	99.81	100.58	100.35	99.51	99.92	99.05	99.68	99.88	99.87	102.17	99.56	100.32	100.60	101.29	100.58	100.09	99.57	99.49	99.37	99.60
Si	2.93	2.92	2.93	2.92	2.93	2.94	2.91	2.90	2.95	2.92	2.94	2.92	2.92	2.92	2.91	2.93	2.93	2.91	2.91	2.95	2.92	2.93	2.91	2.91	2.90	2.92	2.94	2.93	2.93	2.93
Al iv	0.07	0.08	0.07	0.08	0.07	0.06	0.09	0.10	0.05	0.08	0.06	0.08	0.08	0.08	0.09	0.07	0.07	0.09	0.09	0.05	0.08	0.07	0.09	0.09	0.10	0.08	0.06	0.07	0.07	0.07
Al vi	1.99	1.99	1.99	1.99	1.97	1.98	1.95	1.96	1.99	1.97	1.97	1.97	1.99	1.97	1.96	1.96	1.96	1.95	1.97	2.02	1.97	1.97	1.96	1.95	1.97	1.97	2.00	1.98	1.98	1.98
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cr	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe ³⁺	0.00	0.01	0.01	0.00	0.02	0.02	0.03	0.03	0.01	0.02	0.02	0.03	0.01	0.03	0.03	0.03	0.03	0.05	0.02	0.00	0.02	0.03	0.04	0.04	0.03	0.02	0.00	0.02	0.01	0.01
Fe ²⁺	2.29	2.23	2.13	2.09	2.04	2.15	2.06	2.13	2.07	1.83	2.04	2.18	2.04	1.94	2.25	2.11	2.01	1.72	2.12	2.18	2.10	2.35	2.07	2.04	2.31	2.44	2.33	2.21	2.29	2.31
Mn	0.10	0.05	0.47	0.09	0.05	0.12	0.15	0.05	0.06	0.08	0.11	0.10	0.04	0.05	0.05	0.16	0.09	0.55	0.10	0.10	0.06	0.20	0.07	0.09	0.29	0.23	0.19	0.11	0.16	0.23
Mg	0.57	0.69	0.41	0.76	0.80	0.62	0.74	0.81	0.82	1.00	0.50	0.69	0.90	0.98	0.65	0.64	0.83	0.69	0.76	0.66	0.81	0.43	0.63	0.72	0.37	0.20	0.46	0.55	0.53	0.42
Ni	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ca	0.07	0.07	0.03	0.09	0.15	0.15	0.11	0.06	0.08	0.13	0.39	0.08	0.06	0.07	0.10	0.14	0.11	0.09	0.07	0.06	0.07	0.06	0.29	0.21	0.09	0.18	0.05	0.17	0.07	0.08
Total	8.04	8.04	8.03	8.04	8.04	8.03	8.05	8.05	8.03	8.04	8.04	8.05	8.04	8.05	8.05	8.04	8.04	8.05	8.05	8.02	8.04	8.04	8.05	8.05	8.06	8.05	8.03	8.04	8.04	8.04
Almandine	74.67	72.10	69.09	67.46	65.80	69.81	65.70	68.11	67.41	58.66	66.19	69.98	65.59	62.26	72.48	67.94	64.72	53.97	68.26	72.15	67.48	76.39	66.17	65.19	74.05	79.04	76.21	71.50	74.24	74.95
Andradite	0.16	0.47	0.28	0.17	1.17	1.01	1.74	1.62	0.31	1.23	1.10	1.51	0.58	1.37	1.79	1.61	1.79	2.40	1.29	0.00	1.10	1.44	1.86	2.09	1.45	1.26	0.17	1.00	0.66	0.62
Grossular	2.03	1.87	0.76	2.86	3.83	4.15	1.76	0.51	2.25	3.08	12.04	1.25	1.58	1.01	1.63	3.03	1.96	0.79	1.04	1.92	1.26	0.50	7.91	5.10	1.65	4.74	1.52	4.80	1.54	2.08
Pyrope	19.43	23.82	13.98	26.14	27.31	20.94	25.44	27.82	27.94	34.21	16.91	23.76	30.79	33.68	22.35	21.98	28.45	23.73	25.95	22.39	27.93	14.82	21.72	24.59	12.75	6.92	15.70	18.89	18.15	14.33
Spessartine	3.52	1.75	15.90	3.21	1.82	4.09	5.06	1.83	2.09	2.68	3.71	3.46	1.45	1.64	1.75	5.44	3.08	19.04	3.37	3.44	2.23	6.85	2.31	2.94	10.11	8.03	6.41	3.74	5.37	7.91
Uvarovite	0.18	0.00	0.00	0.17	0.06	0.00	0.29	0.11	0.00	0.14	0.06	0.04	0.00	0.04	0.00	0.00	0.00	0.07	0.09	0.11	0.00	0.00	0.03	0.09	0.00	0.00	0.00	0.07	0.04	0.12
AlS	78.19	73.85	84.99	70.67	67.62	73.90	70.77	69.94	69.50	61.34	69.90	73.44	67.04	63.90	74.23	73.38	67.80	73.01	71.63	75.59	69.70	83.24	68.48	68.14	84.16	87.08	82.62	75.24	79.61	82.86
GAU	2.38	2.33	1.04	3.20	5.07	5.16	3.79	2.24	2.56	4.46	13.19	2.80	2.17																	

31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55
37.08	36.23	36.47	36.15	35.92	36.41	37.57	37.32	37.39	36.62	37.28	36.50	37.40	37.46	37.02	37.46	37.03	36.51	36.45	37.52	36.82	36.72	36.38	36.68	36.86
0.04	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.04	0.03	0.00	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.01	0.00	0.00	0.05
22.26	21.55	21.58	21.55	21.16	22.30	22.30	22.44	22.39	21.97	21.99	21.63	22.00	21.94	22.12	21.95	21.94	21.94	21.51	22.37	21.44	21.25	21.67	21.95	21.83
32.63	35.70	34.11	33.40	29.30	32.51	30.34	30.19	33.46	34.86	31.63	30.74	31.49	33.34	30.53	29.93	30.83	34.66	33.49	33.02	32.44	25.21	35.42	34.09	31.99
0.41	2.73	2.31	4.12	5.79	0.82	0.92	0.87	0.98	1.82	1.22	5.29	0.94	1.07	1.15	3.46	1.34	2.19	1.44	1.11	1.54	6.79	1.23	3.23	2.63
6.82	3.12	4.52	3.05	2.71	6.34	8.15	8.41	6.08	4.54	6.83	3.03	7.10	5.59	6.80	6.24	7.38	4.19	4.22	6.49	4.28	2.69	4.81	3.71	4.53
1.03	0.74	0.84	1.67	3.86	1.40	0.99	0.84	0.76	0.87	1.01	2.70	1.04	1.67	1.86	1.27	1.23	0.82	0.97	0.96	3.17	7.05	0.58	0.84	2.99
0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.02	0.00	0.00	0.00	0.05	0.01	0.05	0.00	0.00	0.00	0.03	0.03	0.00	0.01	0.11	0.01	0.02
0.00	0.02	0.00	0.03	0.01	0.04	0.00	0.03	0.00	0.07	0.01	0.02	0.00	0.00	0.05	0.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.01	0.00	0.02	0.00
12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00
37.08	36.23	36.47	36.15	35.92	36.41	37.57	37.32	37.39	36.62	37.28	36.50	37.40	37.46	37.02	37.46	37.03	36.51	36.45	37.52	36.82	36.72	36.38	36.68	36.86
0.04	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.04	0.03	0.00	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.01	0.00	0.00	0.05
22.26	21.55	21.58	21.55	21.16	22.30	22.30	22.44	22.39	21.97	21.99	21.63	22.00	21.94	22.12	21.95	21.94	21.94	21.51	22.37	21.44	21.25	21.67	21.95	21.83
0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.02	0.00	0.00	0.00	0.05	0.01	0.05	0.00	0.00	0.00	0.03	0.03	0.00	0.01	0.11	0.01	0.02
0.22	0.15	0.35	0.25	0.43	0.35	0.38	0.38	0.00	0.27	0.29	0.03	0.27	0.36	0.20	0.23	0.64	0.05	0.00	0.28	0.43	0.64	0.46	0.00	0.56
32.43	35.56	33.79	33.17	28.92	32.20	30.00	29.85	33.46	34.61	31.37	30.72	31.24	33.01	30.35	29.73	30.25	34.62	33.49	32.77	32.06	24.63	35.01	34.09	31.49
0.41	2.73	2.31	4.12	5.79	0.82	0.92	0.87	0.98	1.82	1.22	5.29	0.94	1.07	1.15	3.46	1.34	2.19	1.44	1.11	1.54	6.79	1.23	3.23	2.63
6.82	3.12	4.52	3.05	2.71	6.34	8.15	8.41	6.08	4.54	6.83	3.03	7.10	5.59	6.80	6.24	7.38	4.19	4.22	6.49	4.28	2.69	4.81	3.71	4.53
0.00	0.02	0.00	0.03	0.01	0.04	0.00	0.03	0.00	0.07	0.01	0.02	0.00	0.00	0.05	0.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.01	0.00	0.02	0.00
1.03	0.74	0.84	1.67	3.86	1.40	0.99	0.84	0.76	0.87	1.01	2.70	1.04	1.67	1.86	1.27	1.23	0.82	0.97	0.96	3.17	7.05	0.58	0.84	2.99
100.33	100.11	99.87	99.99	98.79	99.85	100.31	100.19	101.12	100.80	100.00	99.96	100.06	101.11	99.59	100.39	99.82	100.31	98.11	101.54	99.77	99.82	100.25	100.53	100.96
2.92	2.93	2.93	2.93	2.93	2.89	2.93	2.91	2.93	2.92	2.94	2.94	2.94	2.94	2.92	2.95	2.92	2.93	2.96	2.92	2.95	2.94	2.91	2.93	2.92
0.08	0.07	0.07	0.07	0.07	0.11	0.07	0.09	0.07	0.08	0.06	0.06	0.06	0.06	0.08	0.05	0.08	0.07	0.04	0.08	0.05	0.06	0.09	0.07	0.08
1.98	1.99	1.98	1.98	1.97	1.98	1.98	1.97	2.00	1.98	1.98	2.00	1.98	1.98	1.98	1.99	1.96	2.00	2.02	1.98	1.97	1.95	1.96	2.01	1.96
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
0.01	0.01	0.02	0.02	0.03	0.02	0.02	0.02	0.00	0.02	0.02	0.00	0.02	0.02	0.01	0.01	0.04	0.00	0.00	0.02	0.03	0.04	0.03	0.00	0.03
2.13	2.41	2.27	2.25	1.97	2.14	1.95	1.95	2.19	2.31	2.07	2.07	2.05	2.17	2.00	1.96	1.99	2.32	2.30	2.14	2.15	1.65	2.34	2.29	2.08
0.03	0.19	0.16	0.28	0.40	0.06	0.06	0.06	0.07	0.12	0.08	0.36	0.06	0.07	0.08	0.23	0.09	0.15	0.10	0.07	0.10	0.46	0.08	0.22	0.18
0.80	0.38	0.54	0.37	0.33	0.75	0.95	0.98	0.71	0.54	0.80	0.36	0.83	0.65	0.80	0.73	0.87	0.50	0.51	0.75	0.51	0.32	0.57	0.44	0.53
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.09	0.06	0.07	0.14	0.34	0.12	0.08	0.07	0.06	0.07	0.08	0.23	0.09	0.14	0.16	0.11	0.10	0.07	0.08	0.08	0.27	0.61	0.05	0.07	0.25
8.04	8.04	8.04	8.04	8.04	8.06	8.04	8.05	8.03	8.04	8.03	8.03	8.03	8.03	8.04	8.03	8.05	8.04	8.02	8.04	8.03	8.03	8.05	8.03	8.05
68.70	78.57	73.70	72.83	63.59	68.03	62.76	62.02	71.36	74.76	67.01	67.43	66.58	70.56	64.63	63.71	63.65	75.44	76.53	68.96	69.93	52.85	75.74	75.02	66.92
0.67	0.48	1.08	0.78	1.34	1.09	1.13	1.15	0.00	0.83	0.88	0.09	0.83	1.08	0.60	0.68	1.95	0.14	0.00	0.83	1.31	1.96	1.35	0.00	1.72
2.12	1.72	1.39	4.17	10.17	3.02	1.69	1.16	2.11	1.73	2.01	7.84	1.99	3.68	4.61	2.96	1.60	2.25	2.74	1.81	7.91	18.58	0.00	2.42	6.92
27.41	12.85	18.46	12.56	11.26	25.95	32.35	33.60	24.23	18.46	27.32	12.36	28.31	22.23	27.37	24.83	29.72	17.09	17.27	25.79	17.31	10.93	19.69	15.09	18.33
0.93	6.39	5.36	9.66	13.64	1.91	2.06	1.96	2.22	4.22	2.78	12.28	2.12	2.43	2.63	7.82	3.07	5.08	3.35	2.50	3.54	15.65	2.85	7.45	6.05
0.17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.11	0.08	0.00	0.00	0.01	0.17	0.03	0.16	0.00	0.00	0.00	0.10	0.11	0.00	0.03	0.37	0.02	0.06
69.63	84.95	79.06	82.49	77.23	69.94	64.83	63.98	73.58	78.98	69.79	79.71	68.71	72.99	67.25	71.53	66.72	80.51	79.88	71.46	73.47	68.50	78.59	82.47	72.97
2.97	2.20	2.48	4.95	11.51	4.11	2.82	2.41	2.19	2.56	2.89	7.93	2.99	4.79	5.38	3.64	3.56	2.40	2.85	2.75	9.22	20.57	1.72	2.44	8.70
27.41	12.85	18.46	12.56	11.26	25.95	32.35	33.60	24.23	18.46	27.32	12.36	28.31	22.23	27.37	24.83	29.72	17.09	17.27	25.79	17.31	10.93	19.69	15.09	18.33
30.37	15.05	20.94	17.51	22.77	30.06	35.17	36.02	26.42	21.02	30.21	20.29	31.29	27.01	32.75	28.47	33.28	19.49	20.12	28.54	26.53	31.50	21.41	17.53	27.03

AMOSTRA 19

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
SiO2	37.66	36.82	37.33	36.94	36.90	36.99	36.35	36.76	37.43	37.28	37.22	36.83	37.62	36.99	37.26	36.91	36.91	37.19	36.38	37.57	37.05	36.89	37.21	36.95	36.63	36.84	37.50	36.74	36.98	37.48
TiO2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.01	0.00	0.02	0.00	0.04	0.01	0.04	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.03	0.01	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Al2O3	22.60	22.01	22.38	22.17	22.32	22.08	21.72	21.59	22.58	22.37	21.92	22.12	22.26	22.19	22.29	22.08	21.98	22.40	22.15	22.41	21.91	22.27	22.44	22.34	21.95	22.27	22.29	22.19	22.06	22.34
FeO	28.93	30.07	32.06	32.72	31.47	31.53	36.05	33.73	31.69	31.21	25.54	34.23	31.09	30.51	32.19	31.48	34.07	31.00	31.95	30.59	30.29	33.01	31.64	32.98	32.59	28.28	31.00	33.50	31.76	30.64
MnO	1.91	2.96	1.30	1.79	1.31	1.01	1.66	1.29	1.11	0.89	6.01	1.15	0.86	1.12	1.00	1.12	1.46	1.64	1.12	1.28	4.37	2.37	0.88	0.73	2.23	4.95	1.07	1.30	2.38	1.48
MgO	8.11	5.96	6.32	5.67	7.03	4.73	3.57	5.16	6.72	7.48	6.37	4.79	7.32	5.79	6.47	5.90	4.90	6.62	6.26	6.75	5.36	3.75	7.23	6.10	5.29	6.00	7.05	5.58	5.87	6.82
CaO	1.05	1.64	0.90	0.94	1.24	3.33	0.75	0.91	1.00	0.93	2.35	0.88	0.94	3.06	1.02	1.93	0.92	1.31	0.97	1.91	1.10	2.47	0.78	1.04	1.46	1.21	1.17	0.86	0.98	1.06
Cr2O3	0.04	0.05	0.03	0.00	0.03	0.04	0.09	0.01	0.03	0.01	0.01	0.06	0.01	0.00	0.03	0.01	0.03	0.02	0.05	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.03	0.00	0.02	0.00	0.02	0.00
NiO	0.00	0.00	0.04	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	0.05	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.04	0.03	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02	0.03	0.00	0.02	0.00	0.01	0.02	0.03	0.02	0.00
No. of oxyg	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00
Reformatted oxide percentages based on 12 oxygens and with Fe2+/Fe3+ calculated assuming full occupancy																														
SiO2	37.66	36.82	37.33	36.94	36.90	36.99	36.35	36.76	37.43	37.28	37.22	36.83	37.62	36.99	37.26	36.91	36.91	37.19	36.38	37.57	37.05	36.89	37.21	36.95	36.63	36.84	37.50	36.74	36.98	37.48
TiO2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.01	0.00	0.02	0.00	0.04	0.01	0.04	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.03	0.01	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Al2O3	22.60	22.01	22.38	22.17	22.32	22.08	21.72	21.59	22.58	22.37	21.92	22.12	22.26	22.19	22.29	22.08	21.98	22.40	22.15	22.41	21.91	22.27	22.44	22.34	21.95	22.27	22.29	22.19	22.06	22.34
Cr2O3	0.04	0.05	0.03	0.00	0.03	0.04	0.09	0.01	0.03	0.01	0.01	0.06	0.01	0.00	0.03	0.01	0.03	0.02	0.05	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.03	0.00	0.02	0.00	0.02	0.00
Fe2O3	0.00	0.10	0.00	0.03	0.45	0.00	0.02	0.20	0.00	0.20	0.17	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.08	0.00	0.07	0.00	0.35	0.00	0.00	0.08	0.11	0.00	0.00
FeO	28.93	29.98	32.06	32.70	31.07	31.53	36.03	33.55	31.69	31.04	25.38	34.23	31.09	30.50	32.19	31.48	34.07	31.00	31.95	30.59	30.22	33.01	31.58	32.98	32.27	28.28	31.00	33.42	31.67	30.64
MnO	1.91	2.96	1.30	1.79	1.31	1.01	1.66	1.29	1.11	0.89	6.01	1.15	0.86	1.12	1.00	1.12	1.46	1.64	1.12	1.28	4.37	2.37	0.88	0.73	2.23	4.95	1.07	1.30	2.38	1.48
MgO	8.11	5.96	6.32	5.67	7.03	4.73	3.57	5.16	6.72	7.48	6.37	4.79	7.32	5.79	6.47	5.90	4.90	6.62	6.26	6.75	5.36	3.75	7.23	6.10	5.29	6.00	7.05	5.58	5.87	6.82
NiO	0.00	0.00	0.04	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	0.05	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.04	0.03	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02	0.03	0.00	0.02	0.00	0.01	0.02	0.03	0.02	0.00
CaO	1.05	1.64	0.90	0.94	1.24	3.33	0.75	0.91	1.00	0.93	2.35	0.88	0.94	3.06	1.02	1.93	0.92	1.31	0.97	1.91	1.10	2.47	0.78	1.04	1.46	1.21	1.17	0.86	0.98	1.06
Total	100.30	99.51	100.35	100.22	100.37	99.73	100.20	99.46	100.63	100.20	99.47	100.07	100.15	99.71	100.28	99.47	100.27	100.18	98.87	100.55	100.12	100.80	100.17	100.17	100.20	99.56	100.11	100.21	100.08	99.81
Si	2.93	2.93	2.93	2.93	2.90	2.94	2.93	2.95	2.92	2.92	2.94	2.93	2.94	2.93	2.93	2.93	2.94	2.92	2.91	2.94	2.94	2.93	2.92	2.92	2.91	2.92	2.94	2.92	2.93	2.94
Al iv	0.07	0.07	0.07	0.07	0.10	0.06	0.07	0.05	0.08	0.08	0.06	0.07	0.06	0.07	0.07	0.07	0.06	0.08	0.09	0.06	0.06	0.07	0.08	0.08	0.09	0.08	0.06	0.08	0.07	0.06
Al vi	2.00	1.99	2.01	2.00	1.97	2.01	1.99	1.99	2.01	1.99	1.99	2.01	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	1.99	2.01	2.00	2.00	1.97	2.01	2.00	1.99	1.99	2.01
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cr	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe3+	0.00	0.01	0.00	0.00	0.03	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00
Fe2+	1.88	1.99	2.12	2.17	2.04	2.11	2.43	2.25	2.08	2.03	1.68	2.30	2.04	2.02	2.12	2.09	2.27	2.04	2.14	2.00	2.01	2.21	2.07	2.18	2.15	1.89	2.03	2.22	2.10	2.03
Mn	0.13	0.20	0.09	0.12	0.09	0.07	0.11	0.09	0.07	0.06	0.40	0.08	0.06	0.07	0.07	0.08	0.10	0.11	0.08	0.08	0.29	0.16	0.06	0.05	0.15	0.33	0.07	0.09	0.16	0.10
Mg	0.94	0.71	0.74	0.67	0.82	0.56	0.43	0.62	0.78	0.87	0.75	0.57	0.85	0.68	0.76	0.70	0.58	0.78	0.75	0.79	0.63	0.44	0.85	0.72	0.63	0.71	0.82	0.66	0.69	0.80
Ni	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ca	0.09	0.14	0.08	0.08	0.10	0.28	0.07	0.08	0.08	0.08	0.20	0.08	0.08	0.26	0.09	0.16	0.08	0.11	0.08	0.16	0.09	0.21	0.07	0.09	0.12	0.10	0.10	0.07	0.08	0.09
Total	8.04	8.04	8.03	8.04	8.06	8.03	8.04	8.03	8.04	8.04	8.03	8.03	8.03	8.04	8.03	8.03	8.03	8.04	8.04	8.03	8.03	8.03	8.04	8.04	8.05	8.04	8.03	8.04	8.04	8.03
Almandine	60.62	64.31	69.24	70.30	64.98	68.96	79.28	73.44	67.86	65.38	54.08	75.41	66.40	65.25	68.92	67.97	74.20	65.96	68.90	64.90	65.29	72.27	66.81	70.71	69.05	60.85	66.23	71.83	68.07	66.52
Andradite	0.00	0.30	0.00	0.08	1.36	0.00	0.07	0.61	0.00	0.59	0.53	0.00	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.24	0.00	0.20	0.00	1.09	0.00	0.00	0.25	0.32	0.00
Grossular	2.86	4.30	2.48	2.65	2.14	9.53	1.88	2.03	2.76	2.05	6.20	2.37	2.62	8.82	2.85	5.56	2.58	3.72	2.69	5.44	2.93	7.12	2.03	3.03	3.09	3.51	3.26	2.27	2.45	3.04
Pyrope	32.09	24.13	25.24	22.87	28.40	19.08	14.64	20.92	26.77	29.92	25.50	19.37	29.00	23.33	25.88	23.85	19.77	26.52	25.65	26.76	21.56	15.14	28.96	24.60	21.53	24.26	28.01	22.65	23.66	27.11
Spessartine	4.30	6.80	2.95	4.10	3.01	2.32	3.86	2.98	2.51	2.01	13.67	2.65	1.94	2.56	2.27	2.57	3.35	3.74	2.60	2.89	9.98	5.43	2.00	1.66	5.15	11.39	2.42	3.00	5.44	3.34
Uvarovite	0.13	0.16	0.09	0.00	0.10	0.11	0.28	0.03	0.10	0.04	0.03	0.20	0.04	0.00	0.09	0.04	0.09	0.05	0.16	0.00	0.00	0.04	0.00	0.00	0.08	0.00	0.07	0.00	0.05	0.00
AlS	64.93	71.11	72.19	74.40	67.99	71.28	83.14	76.41	70.36	67.40	67.75	78.06	68.34	67.81	71.19	70.54	77.55	69.71	71.49	67.80	75.27	77.70	68.81	72.37	74.21	72.23	68.66	74.83	73.51	69.86
GAU	2.98	4.76	2.57	2.73	3.60	9.65	2.22	2.66	2.86	2.68	6.75	2.56	2.67	8.85	2.93	5.61	2.67	3.77</												

31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
36.78	37.27	37.14	36.43	37.46	37.63	37.49	37.18	36.94	37.00	36.34	36.71	36.81	37.50	37.27	37.77	37.07	36.90	37.31	37.14	37.40	37.42	36.93	37.62	36.73	37.06	37.18	37.45	37.23	37.41
0.00	0.01	0.01	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
22.06	22.39	22.10	22.06	22.46	22.31	22.23	22.30	22.04	22.23	21.63	22.01	22.12	22.42	22.25	22.47	22.34	22.21	22.30	22.36	22.33	22.31	21.75	22.56	21.99	22.22	22.36	22.23	22.17	21.76
30.78	30.40	32.15	33.07	30.91	31.57	32.38	31.23	29.39	32.06	32.28	32.88	32.96	30.18	32.04	31.85	32.73	31.97	32.36	31.47	32.08	29.33	33.22	30.27	33.21	32.48	32.00	33.11	34.37	30.34
2.63	1.72	1.80	1.14	0.96	0.78	1.00	0.77	3.07	1.17	1.91	2.73	1.90	1.07	1.12	1.74	0.93	1.02	0.76	0.89	1.45	1.95	1.46	1.13	1.36	1.13	1.07	0.73	1.06	2.01
5.59	7.42	5.62	5.36	6.98	6.61	6.19	6.92	6.14	6.71	4.36	4.73	5.53	7.57	6.16	5.83	5.44	6.80	5.75	7.09	6.34	6.75	5.36	7.39	4.12	6.20	6.16	6.22	4.56	4.63
1.74	0.77	1.01	1.11	1.15	0.97	1.03	1.41	2.15	0.99	2.35	1.16	0.65	1.57	1.22	1.73	1.88	0.80	2.09	0.96	0.87	2.40	0.93	1.90	2.32	0.77	1.49	1.00	1.67	3.93
0.05	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.04	0.00	0.10	0.01	0.05	0.05	0.00	0.00	0.03	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.03	0.03	0.00	0.04	0.06	0.00	0.00	
0.00	0.00	0.04	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.04	0.02	0.00	0.03	0.00	0.00	0.02	0.00	0.02	0.03	0.00	0.02	0.01	0.00	0.07
12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00
36.78	37.27	37.14	36.43	37.46	37.63	37.49	37.18	36.94	37.00	36.34	36.71	36.81	37.50	37.27	37.77	37.07	36.90	37.31	37.14	37.40	37.42	36.93	37.62	36.73	37.06	37.18	37.45	37.23	37.41
0.00	0.01	0.01	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
22.06	22.39	22.10	22.06	22.46	22.31	22.23	22.30	22.04	22.23	21.63	22.01	22.12	22.42	22.25	22.47	22.34	22.21	22.30	22.36	22.33	22.31	21.75	22.56	21.99	22.22	22.36	22.23	22.17	21.76
0.05	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.04	0.00	0.10	0.01	0.05	0.05	0.00	0.00	0.03	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.03	0.03	0.00	0.04	0.06	0.00	0.00	
0.01	0.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.26	0.27	0.04	0.04	0.00	0.16	0.00	0.00	0.00	0.15	0.00	0.04	0.00	0.10	0.08	0.19	0.00	0.00	0.00	0.03	0.00	0.10
30.77	30.35	32.15	33.07	30.91	31.57	32.38	31.20	29.16	31.81	32.24	32.84	32.96	30.03	32.04	31.85	32.73	31.83	32.36	31.43	32.08	29.24	33.15	30.10	33.21	32.48	32.00	33.08	34.37	30.24
2.63	1.72	1.80	1.14	0.96	0.78	1.00	0.77	3.07	1.17	1.91	2.73	1.90	1.07	1.12	1.74	0.93	1.02	0.76	0.89	1.45	1.95	1.46	1.13	1.36	1.13	1.07	0.73	1.06	2.01
5.59	7.42	5.62	5.36	6.98	6.61	6.19	6.92	6.14	6.71	4.36	4.73	5.53	7.57	6.16	5.83	5.44	6.80	5.75	7.09	6.34	6.75	5.36	7.39	4.12	6.20	6.16	6.22	4.56	4.63
0.00	0.00	0.04	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.04	0.02	0.00	0.03	0.00	0.00	0.02	0.00	0.02	0.03	0.00	0.02	0.01	0.00	0.07
1.74	0.77	1.01	1.11	1.15	0.97	1.03	1.41	2.15	0.99	2.35	1.16	0.65	1.57	1.22	1.73	1.88	0.80	2.09	0.96	0.87	2.40	0.93	1.90	2.32	0.77	1.49	1.00	1.67	3.93
99.64	99.98	99.86	99.20	99.93	99.86	100.31	99.82	99.82	100.18	98.97	100.22	100.04	100.37	100.07	101.43	100.44	99.71	100.60	99.92	100.47	100.19	99.67	100.94	99.79	99.86	100.31	100.81	101.05	100.15
2.93	2.92	2.94	2.92	2.94	2.95	2.95	2.93	2.92	2.92	2.93	2.93	2.93	2.92	2.94	2.94	2.92	2.92	2.93	2.92	2.94	2.93	2.95	2.92	2.94	2.93	2.93	2.94	2.94	2.96
0.07	0.08	0.06	0.08	0.06	0.05	0.05	0.07	0.08	0.08	0.07	0.07	0.07	0.08	0.06	0.06	0.08	0.08	0.07	0.08	0.06	0.07	0.05	0.08	0.06	0.07	0.07	0.06	0.06	0.04
2.00	2.00	2.01	2.00	2.01	2.02	2.01	2.00	1.98	1.98	1.99	2.00	2.00	1.99	2.01	2.01	2.00	1.99	2.00	2.00	2.00	1.99	1.99	1.99	2.01	2.01	2.00	1.99	2.00	1.99
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.02	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
2.05	1.99	2.14	2.22	2.04	2.10	2.14	2.05	1.93	2.10	2.18	2.19	2.19	1.96	2.12	2.08	2.17	2.11	2.13	2.07	2.11	1.92	2.21	1.95	2.24	2.16	2.11	2.17	2.28	2.00
0.18	0.11	0.12	0.08	0.06	0.05	0.07	0.05	0.21	0.08	0.13	0.18	0.13	0.07	0.07	0.11	0.06	0.07	0.05	0.06	0.10	0.13	0.10	0.07	0.09	0.08	0.07	0.05	0.07	0.13
0.66	0.87	0.66	0.64	0.82	0.77	0.73	0.81	0.72	0.79	0.52	0.56	0.66	0.88	0.72	0.68	0.64	0.80	0.67	0.83	0.74	0.79	0.64	0.85	0.49	0.73	0.72	0.73	0.54	0.55
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.15	0.06	0.09	0.09	0.10	0.08	0.09	0.12	0.18	0.08	0.20	0.10	0.06	0.13	0.10	0.14	0.16	0.07	0.18	0.08	0.07	0.20	0.08	0.16	0.20	0.07	0.13	0.08	0.14	0.33
8.04	8.04	8.03	8.04	8.03	8.02	8.03	8.04	8.04	8.05	8.03	8.04	8.04	8.04	8.03	8.03	8.04	8.04	8.03	8.04	8.03	8.03	8.03	8.04	8.03	8.03	8.04	8.03	8.03	8.02
66.20	64.21	70.43	72.16	66.76	69.29	70.20	66.43	61.94	67.41	70.73	71.10	71.34	63.01	69.30	68.18	70.55	67.87	69.30	66.77	68.92	61.85	72.34	62.76	73.37	70.26	68.59	70.73	74.54	65.76
0.04	0.17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.12	0.79	0.82	0.14	0.12	0.00	0.50	0.00	0.00	0.00	0.46	0.00	0.13	0.00	0.29	0.23	0.56	0.00	0.00	0.09	0.00	0.32	
4.87	2.04	2.91	3.25	3.25	2.76	2.94	3.93	5.31	2.05	6.49	3.26	1.73	3.83	3.50	4.89	5.33	1.85	6.01	2.60	2.50	6.56	2.39	4.78	6.66	2.23	4.16	2.59	4.81	10.94
22.67	29.67	22.57	21.94	27.79	26.19	24.61	27.75	24.78	27.04	17.88	19.21	22.39	30.10	24.64	23.02	21.88	27.47	22.96	28.45	25.28	26.88	21.62	29.27	16.71	24.94	24.68	24.75	18.24	18.43
6.07	3.92	4.10	2.65	2.17	1.75	2.25	1.76	7.04	2.67	4.45	6.29	4.37	2.41	2.55	3.90	2.13	2.35	1.73	2.02	3.29	4.41	3.34	2.55	3.14	2.57	2.44	1.65	2.42	4.56
0.15	0.00	0.00	0.00	0.03	0.01	0.00	0.00	0.13	0.00	0.31	0.02	0.17	0.15	0.00	0.01	0.10	0.00	0.00	0.04	0.00	0.02	0.09	0.08	0.11	0.00	0.12	0.19	0.00	0.00
72.26	68.13	74.53	74.81	68.93	71.05	72.45	68.19	68.99	70.08	75.18	77.39	75.71	65.42	71.85	72.08	72.68	70.22	71.03	68.79	72.21	66.26	75.67	65.31	76.51	72.83	71.04	72.39	76.95	70.32
5.07	2.21	2.91	3.25	3.28	2.76	2.94	4.05	6.23	2.88	6.94	3.40	1.90	4.47	3.50	4.90	5.43	2.31	6.01	2.77	2.50	6.87	2.71	5.42	6.77	2.23	4.28	2.87	4.81	11.25
22.67	29.67	22.57	21.94	27.79	26.19	24.61	27.75	24.78	27.04	17.88	19.21	22.39	30.10	24.64	23.02	21.88	27.47	22.96	28.45	25.28	26.88	21.62	29.27	16.71	24.94	24.68	24.75	18.24	18.43
27.74	31.87	25.47																											

AMOSTRA 22																														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
SiO2	38.02	37.08	37.19	37.72	36.95	37.31	37.17	36.48	36.81	36.77	37.15	37.57	36.90	37.27	37.46	36.90	37.02	37.22	37.09	37.19	37.11	37.37	36.66	37.59	36.95	37.58	36.66	37.47	36.79	37.04
TiO2	0.00	0.04	0.00	0.00	0.00	0.03	0.02	0.00	0.00	0.00	0.05	0.03	0.01	0.00	0.02	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Al2O3	22.62	21.91	21.75	22.48	22.24	22.10	22.34	22.03	21.44	22.04	22.18	22.31	22.19	21.87	22.41	21.99	22.15	22.02	22.38	21.74	22.37	22.25	21.70	22.53	21.24	21.86	21.36	22.55	21.94	21.78
FeO	30.09	30.97	30.00	30.65	33.69	31.49	31.07	34.04	29.90	29.19	29.80	29.95	32.18	30.80	31.44	32.57	33.97	30.80	32.92	26.62	31.23	31.29	33.28	29.43	29.44	29.90	31.68	29.68	32.63	30.81
MnO	0.70	1.60	1.26	1.07	1.08	2.19	1.28	1.87	2.81	2.16	1.31	1.48	1.32	1.59	1.25	0.89	1.29	1.42	1.49	5.13	1.14	1.14	1.08	0.95	3.77	1.61	2.21	0.69	0.93	2.60
MgO	7.60	5.31	4.49	7.63	5.62	6.24	6.49	4.48	3.71	7.03	4.82	7.74	6.33	4.96	6.90	6.51	4.98	7.12	5.44	5.76	6.87	6.46	5.59	7.83	3.51	6.72	4.37	8.29	4.82	5.90
CaO	1.13	3.24	4.84	1.02	0.81	0.99	1.75	0.93	5.14	1.88	4.84	0.93	1.03	3.56	0.80	0.89	0.76	0.82	0.88	2.99	1.17	1.30	0.87	1.62	4.53	2.04	2.59	0.98	2.73	2.02
Cr2O3	0.01	0.04	0.00	0.01	0.03	0.03	0.05	0.00	0.03	0.03	0.00	0.00	0.00	0.04	0.02	0.00	0.00	0.03	0.01	0.01	0.03	0.00	0.00	0.03	0.00	0.04	0.00	0.02	0.01	0.01
NiO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	0.00	0.04	0.00	0.00	0.01	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.02	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
No. of oxyg	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00
Reformatted oxide percentages based on 12 oxygens and with Fe2+/Fe3+ calculated assuming full occupancy																														
SiO2	38.02	37.08	37.19	37.72	36.95	37.31	37.17	36.48	36.81	36.77	37.15	37.57	36.90	37.27	37.46	36.90	37.02	37.22	37.09	37.19	37.11	37.37	36.66	37.59	36.95	37.58	36.66	37.47	36.79	37.04
TiO2	0.00	0.04	0.00	0.00	0.00	0.03	0.02	0.00	0.00	0.00	0.05	0.03	0.01	0.00	0.02	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Al2O3	22.62	21.91	21.75	22.48	22.24	22.10	22.34	22.03	21.44	22.04	22.18	22.31	22.19	21.87	22.41	21.99	22.15	22.02	22.38	21.74	22.37	22.25	21.70	22.53	21.24	21.86	21.36	22.55	21.94	21.78
Cr2O3	0.01	0.04	0.00	0.01	0.03	0.03	0.05	0.00	0.03	0.03	0.00	0.00	0.00	0.04	0.02	0.00	0.00	0.03	0.01	0.01	0.03	0.00	0.00	0.03	0.00	0.04	0.00	0.02	0.01	0.01
Fe2O3	0.00	0.29	0.05	0.03	0.00	0.11	0.00	0.00	0.52	0.34	0.00	0.08	0.16	0.10	0.00	0.31	0.00	0.10	0.00	0.25	0.00	0.00	0.19	0.00	0.33	0.18	0.18	0.00	0.10	0.55
FeO	30.09	30.71	29.95	30.62	33.69	31.39	31.07	34.04	29.44	28.88	29.80	29.88	32.04	30.71	31.44	32.29	33.97	30.71	32.92	26.39	31.23	31.29	33.11	29.43	29.15	29.73	31.51	29.68	32.54	30.31
MnO	0.70	1.60	1.26	1.07	1.08	2.19	1.28	1.87	2.81	2.16	1.31	1.48	1.32	1.59	1.25	0.89	1.29	1.42	1.49	5.13	1.14	1.14	1.08	0.95	3.77	1.61	2.21	0.69	0.93	2.60
MgO	7.60	5.31	4.49	7.63	5.62	6.24	6.49	4.48	3.71	7.03	4.82	7.74	6.33	4.96	6.90	6.51	4.98	7.12	5.44	5.76	6.87	6.46	5.59	7.83	3.51	6.72	4.37	8.29	4.82	5.90
NiO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	0.00	0.04	0.00	0.00	0.01	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.02	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
CaO	1.13	3.24	4.84	1.02	0.81	0.99	1.75	0.93	5.14	1.88	4.84	0.93	1.03	3.56	0.80	0.89	0.76	0.82	0.88	2.99	1.17	1.30	0.87	1.62	4.53	2.04	2.59	0.98	2.73	2.02
Total	100.17	100.20	99.53	100.58	100.42	100.43	100.17	99.88	99.89	99.13	100.15	100.01	99.99	100.11	100.29	99.78	100.18	99.43	100.21	99.47	99.92	99.81	99.21	99.97	99.49	99.75	98.88	99.67	99.85	100.21
Si	2.95	2.93	2.96	2.94	2.92	2.94	2.92	2.92	2.94	2.91	2.93	2.94	2.92	2.95	2.93	2.92	2.94	2.94	2.93	2.95	2.92	2.94	2.94	2.93	2.97	2.96	2.96	2.93	2.93	2.93
Al iv	0.05	0.07	0.04	0.06	0.08	0.06	0.08	0.08	0.06	0.09	0.07	0.06	0.08	0.05	0.07	0.08	0.06	0.06	0.07	0.05	0.08	0.06	0.06	0.07	0.03	0.04	0.04	0.07	0.07	0.07
Al vi	2.02	1.98	2.00	2.00	2.00	1.99	2.00	2.00	1.96	1.98	2.00	1.99	1.99	1.99	2.00	1.98	2.01	1.99	2.02	1.98	2.00	2.01	1.99	2.00	1.98	1.99	1.99	2.00	1.99	1.96
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cr	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe3+	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.03	0.02	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.02	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.02	0.01	0.01	0.00	0.01	0.03
Fe2+	1.98	2.03	1.99	1.99	2.23	2.07	2.04	2.29	1.97	1.91	1.97	1.95	2.12	2.03	2.07	2.14	2.27	2.03	2.20	1.75	2.06	2.07	2.22	1.92	1.96	1.96	2.13	1.94	2.17	2.01
Mn	0.05	0.11	0.08	0.07	0.07	0.15	0.09	0.13	0.19	0.14	0.09	0.10	0.09	0.11	0.08	0.06	0.09	0.10	0.10	0.34	0.08	0.08	0.07	0.06	0.26	0.11	0.15	0.05	0.06	0.17
Mg	0.88	0.63	0.53	0.88	0.66	0.73	0.76	0.54	0.44	0.83	0.57	0.90	0.75	0.59	0.81	0.77	0.59	0.84	0.64	0.68	0.81	0.76	0.67	0.91	0.42	0.79	0.53	0.96	0.57	0.70
Ni	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ca	0.09	0.27	0.41	0.09	0.07	0.08	0.15	0.08	0.44	0.16	0.41	0.08	0.09	0.30	0.07	0.08	0.06	0.07	0.07	0.25	0.10	0.11	0.07	0.14	0.39	0.17	0.22	0.08	0.23	0.17
Total	8.02	8.04	8.02	8.03	8.04	8.03	8.04	8.04	8.04	8.05	8.03	8.03	8.04	8.03	8.03	8.04	8.03	8.03	8.03	8.03	8.04	8.03	8.03	8.03	8.02	8.02	8.02	8.04	8.04	8.04
Almandine	65.48	65.67	65.20	64.55	72.50	67.23	66.03	74.62	63.56	61.06	63.73	63.31	68.41	66.31	67.42	69.08	74.81	65.91	72.20	56.64	66.43	67.93	72.26	62.21	64.05	63.89	69.57	62.68	70.42	64.48
Andradite	0.00	0.88	0.15	0.10	0.00	0.33	0.01	0.00	1.58	1.04	0.01	0.23	0.48	0.31	0.00	0.94	0.00	0.30	0.00	0.76	0.00	0.00	0.57	0.00	1.01	0.55	0.56	0.00	0.30	1.68
Grossular	3.14	8.36	13.79	2.79	2.23	2.42	4.85	2.73	13.29	4.33	13.94	2.42	2.52	9.81	2.23	1.65	2.20	1.96	2.49	7.80	3.31	3.71	1.96	4.53	12.14	5.17	7.01	2.73	7.61	4.13
Pyrope	29.79	21.34	18.00	30.14	22.69	24.94	26.02	18.32	15.02	28.50	19.35	30.70	25.55	19.83	27.47	26.28	20.03	28.50	21.88	23.07	27.58	25.78	22.72	31.04	14.16	26.65	17.76	32.96	19.51	23.73
Spessartine	1.55	3.64	2.87	2.41	2.48	4.98	2.91	4.33	6.46	4.97	2.98	3.34	3.03	3.61	2.84	2.05	2.96	3.24	3.39	11.69	2.60	2.57	2.50	2.14	8.65	3.63	5.10	1.57	2.13	5.95
Uvarovite	0.04	0.11	0.00	0.02	0.11	0.09	0.17	0.00	0.09	0.11	0.00	0.00	0.00	0.13	0.05	0.00	0.00	0.09	0.04	0.04	0.08	0.00	0.09	0.00	0.11	0.00	0.05	0.03	0.03	
AlS	67.03	69.31	68.06	66.96	74.98	72.21	68.94	78.95	70.02	66.03	66.71	66.65	71.44	69.92	70.26	71.13	77.77	69.15	75.59	68.32	69.03	70.51	74.75	64.34	72.70	67.52	74.67	64.25	72.55	70.43
GAU	3.18	9.35	13.93	2.91	2.33	2.84	5.04	2.73	14.96	5.47	13.95	2.65	3.00	10.25	2.28	2.59	2.20	2.35	2.54	8.61	3.39	3.71	2.							

31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	
37.34	37.64	36.99	36.69	37.49	37.19	36.26	36.58	37.16	37.37	37.35	37.23	36.59	37.07	37.09	37.46	36.92	36.97	36.44	36.97	37.36	36.42	37.15	37.02	37.14	36.80	37.50	37.01	36.94	36.88	
0.02	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.01	0.00	0.03	0.01	0.00	0.01	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
22.22	22.31	22.17	21.73	22.55	22.14	21.84	21.76	21.70	22.21	22.17	22.27	22.12	21.34	21.80	22.49	22.04	22.43	21.72	21.92	22.12	21.71	22.29	21.81	22.20	21.83	22.59	21.92	21.98	21.62	
32.50	29.69	31.60	30.89	30.82	31.12	31.98	32.65	29.40	31.09	29.99	31.95	33.30	30.77	30.72	28.58	31.99	33.78	31.22	30.90	31.96	24.68	31.55	31.85	32.02	34.03	30.51	30.38	31.05	33.80	
1.62	4.57	1.33	2.07	1.19	1.04	1.76	1.11	5.67	0.77	0.99	1.02	0.67	2.77	1.55	1.67	1.91	1.04	2.31	1.03	0.91	9.17	1.02	1.63	1.47	1.50	2.83	1.32	2.69	0.70	
6.15	5.65	6.30	3.65	7.38	6.89	5.45	5.88	4.83	6.04	7.54	6.46	4.73	4.20	4.17	8.10	5.60	5.31	3.70	4.29	6.69	5.24	6.64	6.21	6.10	4.78	6.60	5.95	5.69	5.61	
0.88	1.46	0.97	4.36	0.91	1.03	1.14	0.76	1.44	2.49	1.36	0.89	1.93	3.30	4.16	1.60	1.17	0.78	4.19	4.71	1.00	1.29	0.87	0.83	0.94	0.87	0.59	2.60	1.29	0.78	
0.03	0.01	0.07	0.01	0.02	0.05	0.07	0.00	0.00	0.00	0.10	0.05	0.01	0.02	0.02	0.00	0.05	0.01	0.00	0.05	0.02	0.00	0.03	0.04	0.08	0.01	0.00	0.07	0.02	0.00	
0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.02	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.05	0.00	0.00	0.08	0.00		
12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	
37.34	37.64	36.99	36.69	37.49	37.19	36.26	36.58	37.16	37.37	37.35	37.23	36.59	37.07	37.09	37.46	36.92	36.97	36.44	36.97	37.36	36.42	37.15	37.02	37.14	36.80	37.50	37.01	36.94	36.88	
0.02	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.01	0.00	0.03	0.01	0.00	0.01	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
22.22	22.31	22.17	21.73	22.55	22.14	21.84	21.76	21.70	22.21	22.17	22.27	22.12	21.34	21.80	22.49	22.04	22.43	21.72	21.92	22.12	21.71	22.29	21.81	22.20	21.83	22.59	21.92	21.98	21.62	
0.03	0.01	0.07	0.01	0.02	0.05	0.07	0.00	0.00	0.00	0.10	0.05	0.01	0.02	0.02	0.00	0.05	0.01	0.00	0.05	0.02	0.00	0.03	0.04	0.08	0.01	0.00	0.07	0.02	0.00	
0.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06	0.16	0.00	0.06	0.00	0.00	0.22	0.00	0.14	0.00	0.00	0.25	0.03	0.07	0.00	0.00	0.11	0.00	0.00	0.00	0.04	0.04	0.20	
32.44	29.69	31.60	30.89	30.82	31.12	31.98	32.59	29.26	31.09	29.93	31.95	33.30	30.58	30.72	28.46	31.99	33.78	31.00	30.86	31.90	24.67	31.55	31.75	32.02	34.03	30.51	30.34	31.01	33.61	
1.62	4.57	1.33	2.07	1.19	1.04	1.76	1.11	5.67	0.77	0.99	1.02	0.67	2.77	1.55	1.67	1.91	1.04	2.31	1.03	0.91	9.17	1.02	1.63	1.47	1.50	2.83	1.32	2.69	0.70	
6.15	5.65	6.30	3.65	7.38	6.89	5.45	5.88	4.83	6.04	7.54	6.46	4.73	4.20	4.17	8.10	5.60	5.31	3.70	4.29	6.69	5.24	6.64	6.21	6.10	4.78	6.60	5.95	5.69	5.61	
0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.02	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.05	0.00	0.00	0.08	0.00		
0.88	1.46	0.97	4.36	0.91	1.03	1.14	0.76	1.44	2.49	1.36	0.89	1.93	3.30	4.16	1.60	1.17	0.78	4.19	4.71	1.00	1.29	0.87	0.83	0.94	0.87	0.59	2.60	1.29	0.78	
100.77	101.32	99.45	99.39	100.38	99.45	98.51	98.76	100.26	99.98	99.56	99.87	99.35	99.48	99.49	99.93	99.73	100.34	99.60	99.90	100.07	98.52	99.56	99.40	99.97	99.88	100.61	99.26	99.74	99.39	
2.93	2.94	2.93	2.94	2.93	2.94	2.92	2.94	2.95	2.94	2.94	2.94	2.93	2.97	2.96	2.92	2.94	2.92	2.93	2.94	2.94	2.94	2.93	2.94	2.93	2.94	2.93	2.94	2.94	2.95	
0.07	0.06	0.07	0.06	0.07	0.06	0.08	0.06	0.05	0.06	0.06	0.06	0.07	0.03	0.04	0.08	0.06	0.08	0.07	0.06	0.06	0.06	0.07	0.06	0.07	0.06	0.07	0.06	0.06	0.05	
1.99	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	1.99	2.00	1.99	2.01	2.01	1.98	2.01	1.99	2.00	2.02	1.98	1.99	1.99	2.00	2.01	1.99	2.00	2.00	2.01	1.99	2.00	1.99	
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	
2.13	1.94	2.11	2.08	2.02	2.06	2.16	2.19	1.95	2.05	1.97	2.12	2.25	2.05	2.06	1.86	2.13	2.26	2.08	2.05	2.10	1.66	2.10	2.11	2.13	2.28	2.01	2.02	2.06	2.25	
0.11	0.30	0.09	0.14	0.08	0.07	0.12	0.08	0.38	0.05	0.07	0.07	0.05	0.19	0.10	0.11	0.13	0.07	0.16	0.07	0.06	0.63	0.07	0.11	0.10	0.10	0.19	0.09	0.18	0.05	
0.72	0.66	0.74	0.44	0.86	0.81	0.66	0.70	0.57	0.71	0.88	0.76	0.56	0.50	0.50	0.94	0.66	0.63	0.44	0.51	0.79	0.63	0.78	0.74	0.72	0.57	0.77	0.70	0.67	0.67	
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
0.07	0.12	0.08	0.37	0.08	0.09	0.10	0.07	0.12	0.21	0.11	0.08	0.17	0.28	0.35	0.13	0.10	0.07	0.36	0.40	0.08	0.11	0.07	0.07	0.08	0.07	0.05	0.22	0.11	0.07	
8.03	8.03	8.03	8.03	8.04	8.03	8.04	8.03	8.02	8.03	8.03	8.03	8.03	8.02	8.02	8.04	8.03	8.04	8.04	8.03	8.03	8.03	8.03	8.03	8.03	8.03	8.03	8.03	8.03	8.03	8.03
69.24	63.21	68.76	67.70	65.33	67.07	70.08	71.23	63.54	67.03	63.75	69.26	73.53	67.26	67.69	59.44	69.62	73.93	67.18	66.69	68.38	53.42	68.51	68.84	69.49	74.64	65.69	65.47	67.12	73.48	
0.22	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.48	0.00	0.19	0.00	0.00	0.66	0.00	0.42	0.00	0.00	0.77	0.11	0.20	0.00	0.00	0.34	0.00	0.00	0.13	0.12	0.62		
2.19	4.13	2.56	12.70	2.56	2.81	3.15	2.00	3.67	7.13	3.38	2.39	5.64	8.80	11.94	4.15	3.25	2.24	11.54	13.38	2.61	3.80	2.43	1.95	2.44	2.51	1.68	7.19	3.55	1.64	
24.56	22.36	25.39	14.81	29.36	27.60	22.42	23.98	19.38	24.09	30.10	25.87	19.26	16.89	16.77	32.22	22.60	21.41	15.13	17.30	26.71	21.43	26.65	25.02	24.46	19.36	26.23	23.97	22.97	22.67	
3.68	10.28	3.05	4.77	2.70	2.37	4.12	2.58	12.93	1.75	2.25	2.31	1.54	6.32	3.54	3.77	4.38	2.39	5.37	2.36	2.05	21.34	2.32	3.73	3.35	3.45	6.40	3.03	6.17	1.60	
0.10	0.02	0.24	0.02	0.05	0.16	0.22	0.01	0.00	0.00	0.32	0.17	0.02	0.06	0.06	0.00	0.15	0.03	0.01	0.17	0.05	0.00	0.09	0.12	0.26	0.03	0.00	0.21	0.07	0.00	
72.93	73.49	71.81	72.46	68.03	69.44	74.20	73.81	76.46	68.78	66.00	71.57	75.07	73.58	71.23	63.21	74.00	76.32	72.55	69.05	70.43	74.76	70.83	72.57	72.84	78.09	72.09	68.50	73.29	75.08	
2.52	4.15	2.80	12.72	2.61	2.96	3.37	2.22	4.15	7.13	3.90	2.56	5.66	9.52	12.00	4.56	3.40	2.27	12.32	13.65	2.86	3.80	2.52	2.40	2.70	2.54	1.68	7.54	3.74	2.25	
24.56	22.36	25.39	14.81	29.36	27.60	22.42	23.98	19.38	24.09	30.10	25.87	19.26	16.89	16.77	32.22	22.60	21.41	15.13	17.30	26.71	21.43	26.65	25.02	24.46	19.36	26.23	23.97	22.97	22.67	
27.07																														

AMOSTRA 25	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
SiO2	37.17	36.33	36.53	36.65	36.89	37.02	36.50	37.71	37.55	36.98	36.96	37.04	37.48	36.51	36.00	37.55	37.37	37.31	36.55	36.28	36.65	36.80	36.66	37.11	37.37	36.80	37.46	36.87	37.23	37.34
TiO2	0.00	0.02	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.00	0.01	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06	0.00	0.00	0.00	0.06
Al2O3	21.68	21.65	21.66	21.55	21.74	21.62	21.66	22.17	22.22	22.03	21.31	22.02	21.54	21.62	21.91	22.23	21.98	22.23	21.50	21.35	22.00	21.40	21.55	21.85	22.34	21.89	22.26	21.77	22.13	21.86
FeO	34.40	35.14	33.84	33.91	34.89	30.20	32.01	30.19	31.35	30.01	33.03	33.97	23.09	34.88	32.33	29.05	31.12	30.94	28.28	33.68	33.81	25.63	31.83	32.46	31.13	31.73	31.67	32.60	31.58	33.60
MnO	2.39	1.80	1.95	1.30	1.66	1.65	2.16	0.88	1.12	1.31	1.45	1.59	7.93	1.32	1.13	0.79	1.11	1.50	3.52	1.89	2.11	8.40	3.16	2.05	1.07	1.35	0.83	1.11	0.96	1.19
MgO	4.18	4.14	4.33	4.23	4.61	4.14	5.16	8.14	7.27	5.74	4.55	5.27	7.71	4.43	6.56	8.50	7.28	6.96	4.34	3.76	4.91	5.58	3.01	5.76	7.90	5.72	7.42	4.09	7.43	5.74
CaO	0.87	0.75	1.43	2.40	0.89	4.94	2.11	0.79	0.86	3.66	2.85	0.66	2.04	0.94	0.90	0.97	0.83	0.92	5.25	2.89	1.32	1.48	3.48	1.26	0.90	2.48	0.90	3.96	0.79	1.01
Cr2O3	0.03	0.00	0.00	0.08	0.00	0.03	0.06	0.01	0.02	0.03	0.01	0.02	0.05	0.03	0.02	0.05	0.03	0.02	0.00	0.03	0.06	0.00	0.05	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	0.02
NiO	0.06	0.00	0.02	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.04	0.00	0.02	0.01	0.03	0.04	0.01	0.04	0.00	0.00	0.01	0.00	0.02	0.05	0.05	0.00	0.05	0.00	0.00	0.06	0.00	0.03
No. of oxyg	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00
Reformatted oxide percentages based on 12 oxygens and with Fe2+/Fe3+ calculated assuming full occupancy																														
SiO2	37.17	36.33	36.53	36.65	36.89	37.02	36.50	37.71	37.55	36.98	36.96	37.04	37.48	36.51	36.00	37.55	37.37	37.31	36.55	36.28	36.65	36.80	36.66	37.11	37.37	36.80	37.46	36.87	37.23	37.34
TiO2	0.00	0.02	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.00	0.01	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06	0.00	0.00	0.00	0.06
Al2O3	21.68	21.65	21.66	21.55	21.74	21.62	21.66	22.17	22.22	22.03	21.31	22.02	21.54	21.62	21.91	22.23	21.98	22.23	21.50	21.35	22.00	21.40	21.55	21.85	22.34	21.89	22.26	21.77	22.13	21.86
Cr2O3	0.03	0.00	0.00	0.08	0.00	0.03	0.06	0.01	0.02	0.03	0.01	0.02	0.05	0.03	0.02	0.05	0.03	0.02	0.00	0.03	0.06	0.00	0.05	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	0.02
Fe2O3	0.07	0.21	0.20	0.42	0.33	0.19	0.51	0.21	0.19	0.27	0.72	0.07	1.03	0.20	0.60	0.02	0.24	0.00	0.71	0.71	0.42	0.60	0.00	0.44	0.60	0.50	0.34	0.42	0.41	0.34
FeO	34.34	34.95	33.66	33.53	34.59	30.03	31.55	30.01	31.18	29.77	32.38	33.90	22.16	34.69	31.79	29.02	30.91	30.94	27.64	33.04	33.43	25.09	31.83	32.06	30.59	31.28	31.36	32.23	31.22	33.29
MnO	2.39	1.80	1.95	1.30	1.66	1.65	2.16	0.88	1.12	1.31	1.45	1.59	7.93	1.32	1.13	0.79	1.11	1.50	3.52	1.89	2.11	8.40	3.16	2.05	1.07	1.35	0.83	1.11	0.96	1.19
MgO	4.18	4.14	4.33	4.23	4.61	4.14	5.16	8.14	7.27	5.74	4.55	5.27	7.71	4.43	6.56	8.50	7.28	6.96	4.34	3.76	4.91	5.58	3.01	5.76	7.90	5.72	7.42	4.09	7.43	5.74
NiO	0.06	0.00	0.02	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.04	0.00	0.02	0.01	0.03	0.04	0.01	0.04	0.00	0.00	0.01	0.00	0.02	0.05	0.05	0.00	0.05	0.00	0.06	0.00	0.03	
CaO	0.87	0.75	1.43	2.40	0.89	4.94	2.11	0.79	0.86	3.66	2.85	0.66	2.04	0.94	0.90	0.97	0.83	0.92	5.25	2.89	1.32	1.48	3.48	1.26	0.90	2.48	0.90	3.96	0.79	1.01
Total	100.77	99.83	99.78	100.19	100.74	99.62	99.71	99.92	100.46	99.83	100.26	100.58	99.97	99.78	98.91	99.20	99.74	99.89	99.57	99.95	100.91	99.40	99.78	100.54	100.82	100.07	100.57	100.50	100.23	100.88
Si	2.96	2.93	2.93	2.93	2.94	2.95	2.92	2.94	2.94	2.92	2.94	2.94	2.94	2.93	2.89	2.94	2.94	2.94	2.92	2.92	2.91	2.94	2.95	2.93	2.91	2.92	2.93	2.92	2.94	2.94
Al iv	0.04	0.07	0.07	0.07	0.06	0.05	0.08	0.06	0.06	0.08	0.06	0.06	0.06	0.07	0.11	0.06	0.06	0.06	0.08	0.08	0.09	0.06	0.05	0.07	0.09	0.08	0.07	0.07	0.08	0.06
Al vi	1.99	1.98	1.99	1.97	1.98	1.98	1.96	1.99	1.99	1.98	1.95	1.99	1.93	1.98	1.96	1.99	1.98	2.00	1.95	1.95	1.97	1.96	2.00	1.97	1.96	1.96	1.98	1.97	1.97	1.97
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cr	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe3+	0.00	0.01	0.01	0.03	0.02	0.01	0.03	0.01	0.01	0.02	0.04	0.00	0.06	0.01	0.04	0.00	0.01	0.00	0.04	0.04	0.03	0.04	0.00	0.03	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02
Fe2+	2.29	2.36	2.26	2.24	2.30	2.00	2.11	1.96	2.04	1.97	2.16	2.25	1.45	2.33	2.13	1.90	2.03	2.04	1.85	2.22	2.22	1.68	2.14	2.12	1.99	2.07	2.05	2.14	2.05	2.19
Mn	0.16	0.12	0.13	0.09	0.11	0.11	0.15	0.06	0.07	0.09	0.10	0.11	0.53	0.09	0.08	0.05	0.07	0.10	0.24	0.13	0.14	0.57	0.22	0.14	0.07	0.09	0.05	0.07	0.06	0.08
Mg	0.50	0.50	0.52	0.50	0.55	0.49	0.61	0.95	0.85	0.68	0.54	0.62	0.90	0.53	0.78	0.99	0.85	0.82	0.52	0.45	0.58	0.66	0.36	0.68	0.92	0.68	0.86	0.48	0.87	0.67
Ni	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ca	0.07	0.06	0.12	0.21	0.08	0.42	0.18	0.07	0.07	0.31	0.24	0.06	0.17	0.08	0.08	0.08	0.07	0.08	0.45	0.25	0.11	0.13	0.30	0.11	0.08	0.21	0.08	0.34	0.07	0.09
Total	8.02	8.04	8.03	8.04	8.04	8.03	8.05	8.03	8.03	8.04	8.04	8.03	8.04	8.03	8.06	8.03	8.03	8.03	8.05	8.05	8.05	8.04	8.02	8.04	8.05	8.05	8.04	8.04	8.04	8.03
Almandine	75.28	76.63	73.62	72.76	74.97	65.27	67.73	63.60	66.16	63.27	70.08	73.26	45.57	76.10	67.50	61.73	66.06	66.15	58.78	71.61	71.32	53.73	70.29	68.54	63.48	66.52	66.03	69.42	65.79	71.48
Andradite	0.20	0.65	0.61	1.31	1.02	0.59	1.59	0.61	0.58	0.81	2.21	0.22	3.10	0.62	1.89	0.07	0.71	0.00	2.20	2.21	1.30	1.83	0.00	1.34	1.80	1.52	1.03	1.27	1.23	1.04
Grossular	2.23	1.56	3.59	5.47	1.56	13.60	4.40	1.59	1.81	9.69	6.03	1.64	2.59	2.04	0.73	2.52	1.57	2.59	13.18	6.24	2.37	2.49	10.01	2.30	0.78	5.69	1.54	10.24	0.82	1.80
Pyrope	16.76	16.97	17.66	17.22	18.63	16.66	21.06	32.17	28.85	23.14	18.33	21.20	30.66	18.09	27.18	33.73	29.05	27.81	17.68	15.44	19.95	22.61	12.25	23.12	31.52	23.18	29.52	16.53	29.74	22.93
Spessartine	5.45	4.19	4.52	3.00	3.82	3.78	5.01	1.98	2.53	2.99	3.33	3.63	17.93	3.06	2.65	1.78	2.51	3.40	8.16	4.42	4.87	19.34	7.31	4.69	2.42	3.10	1.88	2.55	2.19	2.69
Uvarovite	0.08	0.00	0.00	0.25	0.00	0.11	0.20	0.04	0.07	0.10	0.02	0.05	0.16	0.08	0.06	0.17	0.10	0.05	0.00	0.09	0.18	0.00	0.15	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.22	0.05
AlS	80.73	80.83	78.14	75.76	78.79	69.05	72.74	65.58	68.69	66.26	73.41	76.89	63.49	79.17	70.15	63.50	68.57	69.55	66.94	76.03	76.20	73.07	77.59	73.23	65.90	69.62	67.91	71.97	67.98	74.18
GAU	2.51	2.20	4.19	7.02	2.58	14.30	6.20	2.24	2.47	10.60	8.26	1.91</																		

31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54
38.16	36.99	36.80	36.84	36.75	36.92	37.35	36.57	36.97	36.96	36.87	37.26	36.30	36.50	37.30	36.47	36.40	36.73	36.41	36.77	36.71	36.81	36.82	36.88
0.00	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.06	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.01	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02
22.34	21.56	21.74	21.77	21.44	21.47	21.60	21.59	21.81	21.61	21.25	21.88	21.79	21.71	22.05	21.87	21.68	22.04	21.58	21.72	21.98	21.61	21.59	21.97
28.15	31.36	31.67	31.84	31.99	33.49	25.10	35.01	32.59	31.15	30.56	31.63	33.76	34.65	31.90	35.37	32.83	32.25	34.88	33.28	34.85	33.45	33.01	33.17
0.72	1.28	2.46	1.31	1.47	0.82	3.85	1.39	0.82	1.21	4.34	1.44	1.35	2.59	1.55	1.11	1.52	1.36	1.39	1.99	1.11	1.89	1.85	1.43
9.64	4.73	6.01	6.39	4.83	5.22	8.10	4.46	6.33	6.38	5.30	6.03	5.43	3.39	6.07	4.34	5.81	6.36	4.33	4.75	5.15	4.83	4.63	5.78
0.80	3.97	1.14	1.20	2.99	1.28	3.15	0.84	1.27	1.70	1.07	1.84	0.81	1.29	1.35	0.76	0.80	1.01	0.87	1.27	0.34	1.16	1.53	0.90
0.03	0.01	0.03	0.01	0.03	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.01	0.01	0.06	0.04	0.03	0.00	0.02	0.02	0.01	0.00	0.00	0.01
0.04	0.05	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.03	0.01	0.00	0.03	0.00	0.04	0.00	0.01	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.02	0.05
12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00
38.16	36.99	36.80	36.84	36.75	36.92	37.35	36.57	36.97	36.96	36.87	37.26	36.30	36.50	37.30	36.47	36.40	36.73	36.41	36.77	36.71	36.81	36.82	36.88
0.00	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.06	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.01	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02
22.34	21.56	21.74	21.77	21.44	21.47	21.60	21.59	21.81	21.61	21.25	21.88	21.79	21.71	22.05	21.87	21.68	22.04	21.58	21.72	21.98	21.61	21.59	21.97
0.03	0.01	0.03	0.01	0.03	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.01	0.01	0.06	0.04	0.03	0.00	0.02	0.02	0.01	0.00	0.00	0.01
0.24	0.54	0.52	0.39	0.52	0.17	1.01	0.27	0.46	0.38	0.54	0.29	0.39	0.00	0.07	0.00	0.37	0.34	0.15	0.11	0.06	0.20	0.06	0.28
27.94	30.88	31.20	31.48	31.52	33.34	24.18	34.76	32.17	30.81	30.07	31.36	33.41	34.65	31.83	35.37	32.49	31.94	34.74	33.18	34.79	33.26	32.96	32.92
0.72	1.28	2.46	1.31	1.47	0.82	3.85	1.39	0.82	1.21	4.34	1.44	1.35	2.59	1.55	1.11	1.52	1.36	1.39	1.99	1.11	1.89	1.85	1.43
9.64	4.73	6.01	6.39	4.83	5.22	8.10	4.46	6.33	6.38	5.30	6.03	5.43	3.39	6.07	4.34	5.81	6.36	4.33	4.75	5.15	4.83	4.63	5.78
0.04	0.05	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.03	0.01	0.00	0.03	0.00	0.04	0.00	0.01	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.02	0.05
0.80	3.97	1.14	1.20	2.99	1.28	3.15	0.84	1.27	1.70	1.07	1.84	0.81	1.29	1.35	0.76	0.80	1.01	0.87	1.27	0.34	1.16	1.53	0.90
99.90	100.04	99.90	99.40	99.54	99.22	99.26	99.89	99.85	99.11	99.46	100.12	99.51	100.18	100.28	99.98	99.11	99.82	99.49	99.80	100.15	99.78	99.45	100.25
2.95	2.94	2.92	2.93	2.94	2.96	2.93	2.94	2.93	2.94	2.95	2.94	2.91	2.94	2.94	2.93	2.92	2.91	2.94	2.94	2.93	2.95	2.95	2.92
0.05	0.06	0.08	0.07	0.06	0.04	0.07	0.06	0.07	0.06	0.05	0.06	0.09	0.06	0.06	0.07	0.08	0.09	0.06	0.06	0.07	0.05	0.05	0.08
1.98	1.96	1.96	1.97	1.96	1.99	1.93	1.98	1.97	1.97	1.96	1.98	1.97	2.00	1.99	2.00	1.97	1.98	1.99	1.99	2.00	1.99	2.00	1.98
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.01	0.03	0.03	0.02	0.03	0.01	0.06	0.02	0.03	0.02	0.03	0.02	0.02	0.00	0.00	0.00	0.02	0.02	0.01	0.01	0.00	0.01	0.00	0.02
1.80	2.05	2.07	2.09	2.11	2.23	1.59	2.34	2.13	2.05	2.01	2.07	2.24	2.33	2.10	2.38	2.18	2.12	2.34	2.22	2.32	2.23	2.21	2.18
0.05	0.09	0.17	0.09	0.10	0.06	0.26	0.09	0.05	0.08	0.29	0.10	0.09	0.18	0.10	0.08	0.10	0.09	0.09	0.13	0.07	0.13	0.13	0.10
1.11	0.56	0.71	0.76	0.58	0.62	0.95	0.53	0.75	0.76	0.63	0.71	0.65	0.41	0.71	0.52	0.69	0.75	0.52	0.57	0.61	0.58	0.55	0.68
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.07	0.34	0.10	0.10	0.26	0.11	0.26	0.07	0.11	0.14	0.09	0.16	0.07	0.11	0.11	0.07	0.07	0.09	0.07	0.11	0.03	0.10	0.13	0.08
8.03	8.04	8.04	8.04	8.04	8.02	8.05	8.03	8.04	8.03	8.03	8.03	8.05	8.03	8.03	8.04	8.04	8.05	8.03	8.03	8.04	8.03	8.02	8.04
58.51	66.52	66.67	67.66	68.31	73.33	49.91	76.13	68.93	66.58	65.49	67.34	72.13	76.37	68.36	77.46	70.32	68.11	76.49	72.47	75.55	72.71	72.53	70.73
0.70	1.64	1.60	1.21	1.60	0.52	3.07	0.84	1.41	1.16	1.65	0.88	1.22	0.00	0.22	0.00	1.16	1.05	0.46	0.33	0.19	0.62	0.19	0.86
1.45	9.82	1.63	2.24	7.02	3.19	5.92	1.63	2.26	3.77	1.38	4.40	1.13	3.77	3.49	2.10	1.09	1.89	2.03	3.29	0.76	2.75	4.26	1.71
37.65	19.05	24.35	25.84	19.60	21.07	32.34	18.19	25.52	25.73	21.45	24.11	22.32	13.83	24.24	17.74	23.79	25.82	17.73	19.26	20.91	19.57	18.76	23.36
1.59	2.94	5.66	3.02	3.38	1.88	8.72	3.22	1.87	2.76	9.96	3.27	3.16	6.00	3.52	2.58	3.54	3.13	3.23	4.58	2.56	4.36	4.26	3.29
0.09	0.03	0.09	0.04	0.09	0.01	0.04	0.00	0.00	0.00	0.07	0.00	0.04	0.03	0.17	0.13	0.09	0.00	0.06	0.07	0.04	0.00	0.00	0.04
60.11	69.46	72.33	70.67	71.69	75.21	58.63	79.34	70.80	69.35	75.46	70.61	75.29	82.38	71.88	80.03	73.87	71.24	79.72	77.05	78.10	77.06	76.79	74.03
2.24	11.49	3.32	3.48	8.71	3.72	9.03	2.47	3.68	4.93	3.10	5.29	2.40	3.79	3.88	2.23	2.34	2.94	2.55	3.69	0.99	3.37	4.45	2.61
37.65	19.05	24.35	25.84	19.60	21.07	32.34	18.19	25.52	25.73	21.45	24.11	22.32	13.83	24.24	17.74	23.79	25.82	17.73	19.26	20.91	19.57	18.76	23.36
39.89	30.54	27.67	29.33	28.31	24.79	41.37	20.66	29.20	30.65	24.54	29.39	24.71	17.62	28.12	19.97	26.13	28.76	20.28	22.95	21.90	22.94	23.21	25.97

AMOSTRA 29	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
SiO2	36.61	37.33	36.75	37.11	36.72	37.25	36.78	36.48	36.12	36.76	36.85	36.38	36.28	36.46	37.03	36.64	37.31	36.83	35.97	36.98	36.93	36.58	36.08	36.27	37.55	36.28	37.07	37.06	36.71	36.95
TiO2	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.01
Al2O3	21.83	21.92	21.80	21.62	21.93	22.03	22.25	22.01	21.73	21.84	21.99	21.70	21.32	21.85	22.11	22.07	22.23	22.05	21.66	21.86	21.63	21.61	21.53	22.05	22.18	21.59	22.24	22.03	22.01	22.24
FeO	28.48	28.73	29.90	30.28	33.16	31.19	32.28	33.36	33.22	31.07	29.33	31.77	29.48	32.01	30.53	30.87	31.80	30.20	34.13	30.93	28.88	31.98	33.41	33.18	28.81	33.63	30.18	30.34	30.75	31.03
MnO	5.97	1.98	1.72	1.26	2.02	1.20	1.17	1.12	1.75	1.38	1.29	0.53	2.16	0.92	0.72	1.24	0.95	1.71	3.70	1.13	1.45	1.36	2.11	1.27	1.75	2.39	0.94	0.97	1.09	0.91
MgO	4.65	6.74	5.08	6.88	4.91	6.47	5.70	5.32	4.41	6.38	7.39	5.47	4.42	5.78	7.52	6.70	6.16	6.77	2.82	5.57	4.24	6.07	3.97	5.30	7.08	4.17	7.38	7.09	5.45	6.18
CaO	1.35	2.30	3.58	1.01	0.84	0.97	0.83	0.92	1.13	0.98	0.74	1.93	3.61	1.40	0.80	0.84	1.00	1.16	0.99	2.53	5.73	0.54	1.46	0.70	1.62	0.73	0.89	1.25	2.49	1.67
Cr2O3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.04	0.03	0.02	0.02	0.06	0.06	0.00	0.00	0.01	0.03	0.00	0.00	0.03	0.01	0.04	0.01	0.00	0.10	0.00	0.01	0.01	0.03	0.04	0.00	0.00
NiO	0.01	0.03	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02	0.00	0.00	0.02	0.05	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.03	0.01	0.00	0.07	0.02	0.04	0.00	0.05
No. of oxyg	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00
Reformatted oxide percentages based on 12 oxygens and with Fe2+/Fe3+ calculated assuming full occupancy																														
SiO2	36.61	37.33	36.75	37.11	36.72	37.25	36.78	36.48	36.12	36.76	36.85	36.38	36.28	36.46	37.03	36.64	37.31	36.83	35.97	36.98	36.93	36.58	36.08	36.27	37.55	36.28	37.07	37.06	36.71	36.95
TiO2	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.01
Al2O3	21.83	21.92	21.80	21.62	21.93	22.03	22.25	22.01	21.73	21.84	21.99	21.70	21.32	21.85	22.11	22.07	22.23	22.05	21.66	21.86	21.63	21.61	21.53	22.05	22.18	21.59	22.24	22.03	22.01	22.24
Cr2O3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.04	0.03	0.02	0.02	0.06	0.06	0.00	0.00	0.01	0.03	0.00	0.00	0.03	0.01	0.04	0.01	0.00	0.10	0.00	0.01	0.01	0.03	0.04	0.00	0.00
Fe2O3	0.00	0.03	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
FeO	28.48	28.71	29.88	30.28	33.16	31.19	32.28	33.36	33.22	31.07	29.33	31.77	29.48	32.01	30.53	30.87	31.80	30.20	34.13	30.93	28.83	31.98	33.41	33.18	28.81	33.63	30.18	30.34	30.75	31.03
MnO	5.97	1.98	1.72	1.26	2.02	1.20	1.17	1.12	1.75	1.38	1.29	0.53	2.16	0.92	0.72	1.24	0.95	1.71	3.70	1.13	1.45	1.36	2.11	1.27	1.75	2.39	0.94	0.97	1.09	0.91
MgO	4.65	6.74	5.08	6.88	4.91	6.47	5.70	5.32	4.41	6.38	7.39	5.47	4.42	5.78	7.52	6.70	6.16	6.77	2.82	5.57	4.24	6.07	3.97	5.30	7.08	4.17	7.38	7.09	5.45	6.18
NiO	0.01	0.03	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02	0.00	0.00	0.02	0.05	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.03	0.01	0.00	0.07	0.02	0.04	0.00	0.05
CaO	1.35	2.30	3.58	1.01	0.84	0.97	0.83	0.92	1.13	0.98	0.74	1.93	3.61	1.40	0.80	0.84	1.00	1.16	0.99	2.53	5.73	0.54	1.46	0.70	1.62	0.73	0.89	1.25	2.49	1.67
Total	98.90	99.04	98.84	98.16	99.61	99.15	99.02	99.24	98.46	98.52	97.65	97.77	97.28	98.46	98.76	98.36	99.45	98.75	99.28	99.04	98.93	98.14	98.68	98.79	99.01	98.86	98.77	98.81	98.49	99.04
Si	2.94	2.95	2.94	2.96	2.94	2.95	2.93	2.92	2.93	2.94	2.94	2.94	2.96	2.93	2.93	2.93	2.95	2.93	2.93	2.95	2.95	2.95	2.93	2.92	2.95	2.94	2.93	2.94	2.94	2.93
Al iv	0.06	0.05	0.06	0.04	0.06	0.05	0.07	0.08	0.07	0.06	0.06	0.06	0.04	0.07	0.07	0.07	0.05	0.07	0.07	0.05	0.05	0.05	0.07	0.08	0.05	0.06	0.07	0.06	0.06	0.07
Al vi	2.01	2.00	2.00	2.00	2.01	2.01	2.02	2.00	2.01	2.00	2.01	2.01	2.00	2.00	2.00	2.01	2.02	2.00	2.01	2.00	1.99	2.00	2.00	2.01	2.02	2.01	2.01	2.00	2.02	2.01
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cr	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe3+	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe2+	1.93	1.90	2.00	2.03	2.23	2.08	2.18	2.24	2.27	2.08	1.98	2.16	2.01	2.15	2.03	2.07	2.13	2.01	2.34	2.07	1.93	2.16	2.27	2.25	1.92	2.29	2.01	2.02	2.08	2.08
Mn	0.41	0.13	0.12	0.09	0.14	0.08	0.08	0.08	0.12	0.09	0.09	0.04	0.15	0.06	0.05	0.08	0.06	0.12	0.26	0.08	0.10	0.09	0.14	0.09	0.12	0.16	0.06	0.06	0.07	0.06
Mg	0.56	0.79	0.61	0.82	0.59	0.76	0.68	0.64	0.53	0.76	0.88	0.66	0.54	0.69	0.89	0.80	0.72	0.80	0.34	0.66	0.50	0.73	0.48	0.64	0.83	0.50	0.87	0.84	0.65	0.73
Ni	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ca	0.12	0.20	0.31	0.09	0.07	0.08	0.07	0.08	0.10	0.08	0.06	0.17	0.31	0.12	0.07	0.07	0.08	0.10	0.09	0.22	0.49	0.05	0.13	0.06	0.14	0.06	0.08	0.11	0.21	0.14
Total	8.03	8.02	8.03	8.02	8.03	8.02	8.03	8.04	8.03	8.03	8.03	8.03	8.02	8.03	8.03	8.03	8.02	8.03	8.03	8.03	8.02	8.03	8.03	8.04	8.02	8.03	8.03	8.03	8.03	8.03
Almandine	63.32	62.00	65.00	66.59	72.97	68.61	71.81	72.94	74.36	68.09	64.99	70.67	66.15	70.11	65.79	67.43	70.38	65.30	76.64	67.63	62.93	70.53	74.30	73.19	63.29	75.15	65.59	65.67	68.10	68.11
Andradite	0.00	0.08	0.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.18	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Grossular	3.93	6.53	10.37	2.90	2.36	2.64	2.33	2.66	3.28	2.65	1.94	5.70	10.65	4.09	2.19	2.45	2.88	3.30	2.93	7.19	16.43	1.59	4.03	2.05	4.60	2.10	2.48	3.49	7.26	4.86
Pyrope	18.93	26.89	20.60	27.63	19.93	25.89	23.10	21.74	18.19	25.89	29.90	22.40	18.16	23.64	30.26	27.26	24.59	27.38	11.69	22.46	17.10	24.73	16.42	21.79	28.12	17.12	29.69	28.50	22.13	24.94
Spessartine	13.80	4.49	3.96	2.87	4.66	2.73	2.69	2.61	4.09	3.17	2.97	1.23	5.04	2.13	1.65	2.86	2.15	3.93	8.72	2.58	3.33	3.14	4.94	2.97	3.96	5.59	2.15	2.21	2.51	2.09
Uvarovite	0.01	0.00	0.00	0.00	0.08	0.14	0.08	0.06	0.08	0.21	0.20	0.00	0.00	0.03	0.11	0.00	0.00	0.09	0.02	0.14	0.03	0.00	0.32	0.00	0.03	0.04	0.10	0.13	0.00	0.00
AlS	77.12	66.49	68.96	69.47	77.63	71.34	74.50	75.55	78.45	71.26	67.96	71.91	71.19	72.24	67.44	70.29	72.53	69.23	85.36	70.21	66.26	73.68	79.24	76.15	67.24	80.73	67.73	67.88	70.61	70.21
GAU	3.95	6.61	10.44	2.90	2.44	2.78	2.41	2.71	3.36	2.86																				

31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
36.24	37.09	94.17	36.93	36.12	36.64	36.82	36.46	37.08	37.34	36.56	36.83	35.67	37.28	35.92	36.71	35.87	36.34	36.82	37.22	36.41	36.89	37.09	36.82	37.19	36.86	36.92	36.31	37.16	36.90
0.01	0.08	0.04	0.00	0.01	0.02	0.00	0.00	0.02	0.03	0.02	0.00	0.00	0.00	0.03	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.00	0.00	0.00	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
21.63	22.18	0.00	21.83	21.33	22.14	22.35	22.17	22.01	22.38	21.97	21.95	21.58	22.28	21.96	21.80	21.50	21.68	21.86	22.23	21.39	21.75	21.55	22.26	22.32	21.91	22.58	22.02	22.22	22.18
25.38	25.55	0.45	22.35	30.96	31.78	30.51	30.46	28.89	27.78	34.10	30.85	35.63	29.79	31.69	32.42	30.42	32.76	31.10	31.12	26.27	25.55	25.82	30.00	30.19	30.89	30.97	32.96	28.63	29.69
8.58	5.89	0.00	9.23	2.25	1.16	0.87	1.49	3.89	0.67	1.49	1.28	3.13	0.87	1.22	1.04	3.49	1.90	2.31	1.18	2.01	6.03	5.14	0.99	0.91	1.20	1.39	1.19	0.88	1.03
5.46	6.88	0.01	6.65	4.36	5.94	7.21	5.00	5.51	9.11	4.36	5.89	2.31	7.84	5.79	5.55	3.26	4.84	5.20	6.67	3.59	6.80	6.86	7.64	7.04	6.72	6.77	4.35	8.56	7.39
1.12	1.39	0.01	1.53	2.49	0.83	0.91	3.52	1.80	1.28	0.75	1.49	0.62	0.89	1.66	1.24	3.86	0.93	1.62	0.85	8.97	1.06	2.08	0.69	1.36	0.81	1.09	2.80	0.91	0.88
0.00	0.02	0.00	0.01	0.00	0.01	0.03	0.00	0.04	0.07	0.02	0.04	0.03	0.00	0.00	0.04	0.00	0.00	0.00	0.13	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.04	0.04	0.00	0.03
0.00	0.00	0.01	0.00	0.03	0.03	0.00	0.02	0.00	0.00	0.01	0.01	0.03	0.06	0.00	0.06	0.00	0.05	0.00	0.01	0.00	0.00	0.03	0.00	0.00	0.03	0.00	0.00	0.02	0.00
12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00
36.24	37.09	94.17	36.93	36.12	36.64	36.82	36.46	37.08	37.34	36.56	36.83	35.67	37.28	35.92	36.71	35.87	36.34	36.82	37.22	36.41	36.89	37.09	36.82	37.19	36.86	36.92	36.31	37.16	36.90
0.01	0.08	0.04	0.00	0.01	0.02	0.00	0.00	0.02	0.03	0.02	0.00	0.00	0.00	0.03	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.00	0.00	0.00	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
21.63	22.18	0.00	21.83	21.33	22.14	22.35	22.17	22.01	22.38	21.97	21.95	21.58	22.28	21.96	21.80	21.50	21.68	21.86	22.23	21.39	21.75	21.55	22.26	22.32	21.91	22.58	22.02	22.22	22.18
0.00	0.02	0.00	0.01	0.00	0.01	0.03	0.00	0.04	0.07	0.02	0.04	0.03	0.00	0.00	0.04	0.00	0.00	0.00	0.13	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.04	0.04	0.00	0.03
0.21	0.00	0.00	0.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.15	0.00	0.13	0.00	0.00	0.00	0.76	0.00	0.37	0.00	0.00	0.00	0.00	0.08	0.00	0.00
25.19	25.55	0.45	22.29	30.96	31.78	30.51	30.46	28.89	27.77	34.10	30.85	35.63	29.79	31.55	32.42	30.30	32.76	31.10	31.12	25.58	25.55	25.49	30.00	30.19	30.89	30.97	32.89	28.62	29.69
8.58	5.89	0.00	9.23	2.25	1.16	0.87	1.49	3.89	0.67	1.49	1.28	3.13	0.87	1.22	1.04	3.49	1.90	2.31	1.18	2.01	6.03	5.14	0.99	0.91	1.20	1.39	1.19	0.88	1.03
5.46	6.88	0.01	6.65	4.36	5.94	7.21	5.00	5.51	9.11	4.36	5.89	2.31	7.84	5.79	5.55	3.26	4.84	5.20	6.67	3.59	6.80	6.86	7.64	7.04	6.72	6.77	4.35	8.56	7.39
0.00	0.00	0.01	0.00	0.03	0.03	0.00	0.02	0.00	0.00	0.01	0.01	0.03	0.06	0.00	0.06	0.00	0.05	0.00	0.01	0.00	0.00	0.03	0.00	0.00	0.03	0.00	0.00	0.02	0.00
1.12	1.39	0.01	1.53	2.49	0.83	0.91	3.52	1.80	1.28	0.75	1.49	0.62	0.89	1.66	1.24	3.86	0.93	1.62	0.85	8.97	1.06	2.08	0.69	1.36	0.81	1.09	2.80	0.91	0.88
98.44	99.09	94.69	98.54	97.56	98.54	98.70	99.12	99.23	98.66	99.28	98.36	98.98	99.01	98.28	98.86	98.42	98.50	98.89	99.41	98.75	98.09	98.71	98.41	99.03	98.42	99.76	99.69	98.37	98.09
2.93	2.93	5.53	2.94	2.95	2.93	2.92	2.91	2.95	2.93	2.94	2.94	2.92	2.94	2.90	2.94	2.92	2.94	2.95	2.94	2.92	2.95	2.95	2.92	2.93	2.94	2.91	2.91	2.93	2.93
0.07	0.07	0.00	0.06	0.05	0.07	0.08	0.09	0.05	0.07	0.06	0.06	0.08	0.06	0.10	0.06	0.08	0.06	0.05	0.06	0.08	0.05	0.05	0.08	0.07	0.06	0.09	0.09	0.07	0.07
1.99	2.00	0.00	1.99	2.00	2.02	2.01	2.00	2.01	1.99	2.02	2.02	2.01	2.00	1.99	2.00	1.99	2.01	2.01	2.01	1.95	2.00	1.97	2.01	2.01	2.00	2.01	1.99	2.00	2.01
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.05	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1.70	1.70	0.93	1.49	2.12	2.15	2.04	2.04	1.94	1.82	2.32	2.09	2.46	1.97	2.13	2.18	2.07	2.23	2.10	2.08	1.72	1.71	1.69	2.00	2.01	2.07	2.05	2.20	1.89	2.00
0.59	0.39	0.00	0.62	0.16	0.08	0.06	0.10	0.26	0.04	0.10	0.09	0.22	0.06	0.08	0.07	0.24	0.13	0.16	0.08	0.14	0.41	0.35	0.07	0.06	0.08	0.09	0.08	0.06	0.07
0.66	0.81	0.00	0.79	0.53	0.71	0.85	0.60	0.65	1.06	0.52	0.70	0.28	0.92	0.70	0.66	0.40	0.58	0.62	0.78	0.43	0.81	0.90	0.83	0.80	0.80	0.52	1.01	0.88	
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.10	0.12	0.00	0.13	0.22	0.07	0.08	0.30	0.15	0.11	0.06	0.13	0.05	0.08	0.14	0.11	0.34	0.08	0.14	0.07	0.77	0.09	0.18	0.06	0.11	0.07	0.09	0.24	0.08	0.07
8.04	8.03	6.47	8.03	8.02	8.03	8.04	8.04	8.02	8.04	8.03	8.02	8.04	8.03	8.05	8.03	8.04	8.03	8.02	8.03	8.05	8.02	8.03	8.04	8.03	8.03	8.04	8.05	8.03	8.03
54.18	54.85	0.00	47.55	69.33	70.73	66.19	65.77	63.77	58.43	76.59	68.86	81.08	64.11	68.15	71.47	66.67	72.98	68.95	68.15	54.22	55.57	54.69	64.78	65.80	67.71	66.29	71.10	61.02	65.26
0.67	0.00	0.00	0.22	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.48	0.00	0.42	0.00	0.00	0.00	2.35	0.00	1.12	0.00	0.00	0.00	0.25	0.01	0.00	
2.63	3.95	0.00	4.18	7.40	2.38	2.55	10.33	5.08	3.41	2.15	4.21	1.75	2.56	4.48	3.49	11.12	2.75	4.71	2.02	24.04	3.08	4.58	2.01	3.91	2.34	3.04	7.88	2.62	2.46
22.47	27.66	100.00	26.86	18.01	24.18	29.17	20.44	22.14	36.39	17.76	23.85	9.65	31.35	24.01	22.53	13.56	19.84	21.03	26.72	14.69	27.49	27.57	30.93	28.22	27.19	27.34	17.87	34.34	29.83
20.06	13.46	0.00	21.16	5.26	2.68	2.00	3.46	8.87	1.53	3.44	2.95	7.42	1.98	2.88	2.39	8.23	4.43	5.31	2.69	4.69	13.85	11.73	4.28	2.07	2.76	3.20	2.77	2.01	2.36
0.00	0.07	0.00	0.03	0.00	0.04	0.09	0.00	0.13	0.23	0.06	0.13	0.10	0.00	0.01	0.12	0.00	0.00	0.00	0.42	0.01	0.00	0.32	0.00	0.00	0.13	0.13	0.00	0.09	
74.24	68.31	0.00	68.72	74.59	73.40	68.19	69.23	72.65	59.95	80.03	71.81	88.50	66.09	71.03	73.86	74.91	77.41	74.26	70.84	58.90	69.43	66.42	67.06	67.87	70.47	69.49	73.87	63.03	67.62
3.30	4.03	0.00	4.43	7.40	2.42	2.64	10.34	5.21	3.66	2.21	4.34	1.85	2.56	4.96	3.61	11.54	2.75	4.71	2.44	26.41	3.08	6.02	2.01	3.91	2.34	3.17	8.26	2.63	2.54
22.47	27.66	100.00	26.86	18.01	24.18	29.17	20.44	22.14	36.39	17.76	23.85	9.65	31.35	24.01	22.53	13.56	19.84	21.03	26.72	1									

AMOSTRA 35	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
SiO2	36.50	36.92	36.73	37.62	37.22	37.20	35.63	37.98	37.71	36.69	37.39	37.33	37.46	36.78	37.68	36.91	37.67	38.40	36.99	37.62	36.09	36.13	37.08	37.27	37.21	37.42	36.89	36.91	36.75	36.80
TiO2	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.01	0.02	0.00	0.00	0.02	0.03	0.05	0.06	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00
Al2O3	22.15	22.12	21.72	22.53	22.10	22.19	21.26	22.42	22.45	21.74	21.74	22.23	22.30	21.97	22.63	21.84	22.26	22.73	22.22	22.46	21.85	21.88	22.38	22.32	22.34	22.46	21.75	21.96	21.98	21.61
FeO	33.38	32.33	32.57	30.83	33.08	32.00	29.41	30.21	29.91	29.71	30.28	32.39	30.25	33.93	29.46	31.84	28.68	32.82	32.06	31.05	34.25	30.97	31.81	31.88	33.65	32.10	32.45	32.04	33.68	31.08
MnO	1.99	1.13	3.21	0.91	1.26	1.07	0.96	1.00	1.57	3.15	3.12	1.44	1.44	1.56	0.91	2.98	2.78	1.70	1.14	1.02	2.46	6.09	1.45	0.91	0.63	1.15	2.26	0.95	2.04	1.43
MgO	4.65	5.30	3.98	7.52	5.60	5.71	6.64	7.69	7.81	4.13	4.63	5.84	7.23	4.80	8.32	3.92	7.65	5.77	6.49	7.10	4.01	3.65	6.46	6.03	5.77	5.91	4.06	6.40	4.54	5.97
CaO	0.88	2.35	1.60	0.79	0.90	1.94	0.94	0.93	0.72	3.86	3.26	1.11	1.15	0.64	0.80	2.61	1.21	0.71	0.91	1.02	0.87	0.80	0.89	1.77	0.76	1.82	3.33	1.14	1.11	1.77
Cr2O3	0.02	0.06	0.02	0.04	0.05	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.05	0.06	0.00	0.01	0.04	0.04	0.03	0.02	0.02	0.00	0.06	0.01	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.01	0.02	0.01
NiO	0.05	0.03	0.00	0.01	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.01	0.00	0.00	0.03	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.00	0.03	0.00	0.01	0.00
No. of oxyg	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00
Reformatted oxide percentages based on 12 oxygens and with Fe2+/Fe3+ calculated assuming full occupancy																														
SiO2	36.50	36.92	36.73	37.62	37.22	37.20	35.63	37.98	37.71	36.69	37.39	37.33	37.46	36.78	37.68	36.91	37.67	38.40	36.99	37.62	36.09	36.13	37.08	37.27	37.21	37.42	36.89	36.91	36.75	36.80
TiO2	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.01	0.02	0.00	0.00	0.02	0.03	0.05	0.06	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00
Al2O3	22.15	22.12	21.72	22.53	22.10	22.19	21.26	22.42	22.45	21.74	21.74	22.23	22.30	21.97	22.63	21.84	22.26	22.73	22.22	22.46	21.85	21.88	22.38	22.32	22.34	22.46	21.75	21.96	21.98	21.61
Cr2O3	0.02	0.06	0.02	0.04	0.05	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.05	0.06	0.00	0.01	0.04	0.04	0.03	0.02	0.02	0.00	0.06	0.01	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.01	0.02	0.01
Fe2O3	0.00	0.09	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	0.18	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.19	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.48	0.16	0.00	0.20	
FeO	33.38	32.25	32.57	30.83	33.08	32.00	29.41	30.21	29.91	29.67	30.12	32.39	30.25	33.93	29.46	31.84	28.51	32.82	32.04	31.05	34.25	30.97	31.81	31.88	33.65	32.10	32.01	31.89	33.68	30.90
MnO	1.99	1.13	3.21	0.91	1.26	1.07	0.96	1.00	1.57	3.15	3.12	1.44	1.44	1.56	0.91	2.98	2.78	1.70	1.14	1.02	2.46	6.09	1.45	0.91	0.63	1.15	2.26	0.95	2.04	1.43
MgO	4.65	5.30	3.98	7.52	5.60	5.71	6.64	7.69	7.81	4.13	4.63	5.84	7.23	4.80	8.32	3.92	7.65	5.77	6.49	7.10	4.01	3.65	6.46	6.03	5.77	5.91	4.06	6.40	4.54	5.97
NiO	0.05	0.03	0.00	0.01	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.01	0.00	0.00	0.03	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.00	0.03	0.00	0.01	0.00	0.00
CaO	0.88	2.35	1.60	0.79	0.90	1.94	0.94	0.93	0.72	3.86	3.26	1.11	1.15	0.64	0.80	2.61	1.21	0.71	0.91	1.02	0.87	0.80	0.89	1.77	0.76	1.82	3.33	1.14	1.11	1.77
Total	99.62	100.25	99.83	100.26	100.26	100.14	94.87	100.22	100.17	99.34	100.52	100.45	99.89	99.70	99.82	100.13	100.34	102.14	99.82	100.27	99.59	99.53	100.06	100.19	100.40	100.87	100.80	99.44	100.13	98.70
Si	2.92	2.92	2.95	2.93	2.94	2.94	2.94	2.95	2.94	2.94	2.96	2.94	2.94	2.94	2.93	2.95	2.94	2.96	2.93	2.94	2.92	2.92	2.92	2.93	2.93	2.93	2.93	2.93	2.93	2.95
Al iv	0.08	0.08	0.05	0.07	0.06	0.06	0.06	0.05	0.06	0.06	0.04	0.06	0.06	0.06	0.07	0.05	0.06	0.04	0.07	0.06	0.08	0.08	0.08	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.05
Al vi	2.01	1.99	2.00	2.01	2.00	2.00	2.01	2.01	2.00	2.00	1.98	2.00	2.00	2.01	2.01	2.00	1.98	2.03	2.00	2.01	2.00	2.01	2.00	2.01	2.01	2.00	1.97	1.99	2.00	1.99
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cr	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe3+	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.01	0.00	0.01
Fe2+	2.25	2.14	2.19	2.02	2.20	2.12	2.05	1.98	1.95	1.99	1.99	2.14	1.99	2.28	1.93	2.13	1.86	2.15	2.12	2.04	2.31	2.10	2.10	2.11	2.23	2.11	2.13	2.12	2.25	2.07
Mn	0.13	0.08	0.22	0.06	0.08	0.07	0.07	0.07	0.10	0.21	0.21	0.10	0.10	0.11	0.06	0.20	0.18	0.11	0.08	0.07	0.17	0.42	0.10	0.06	0.04	0.08	0.15	0.06	0.14	0.10
Mg	0.55	0.63	0.48	0.87	0.66	0.67	0.82	0.89	0.91	0.49	0.55	0.69	0.85	0.57	0.96	0.47	0.89	0.66	0.76	0.83	0.48	0.44	0.76	0.71	0.68	0.69	0.48	0.76	0.54	0.71
Ni	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ca	0.08	0.20	0.14	0.07	0.08	0.16	0.08	0.08	0.06	0.33	0.28	0.09	0.10	0.05	0.07	0.22	0.10	0.06	0.08	0.09	0.08	0.07	0.08	0.15	0.06	0.15	0.28	0.10	0.10	0.15
Total	8.04	8.04	8.03	8.03	8.03	8.03	8.03	8.02	8.03	8.03	8.02	8.03	8.03	8.03	8.03	8.03	8.03	8.02	8.04	8.03	8.04	8.04	8.04	8.04	8.03	8.03	8.03	8.04	8.04	8.03
Almandine	73.84	69.19	71.79	65.92	72.11	69.10	67.13	64.97	63.57	64.65	65.11	70.22	64.66	75.08	62.78	69.75	60.04	71.87	68.61	66.65	75.05	68.30	68.18	68.72	73.24	68.65	68.72	68.66	73.65	67.35
Andradite	0.00	0.27	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.16	0.53	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.58	0.00	0.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.47	0.48	0.00	0.61	
Grossular	2.52	6.34	4.58	2.12	2.45	5.53	2.79	2.63	2.04	11.12	8.66	2.97	3.30	1.83	2.15	7.46	2.75	1.90	2.48	2.89	2.39	2.33	2.57	5.09	2.19	5.16	8.19	2.81	3.18	4.53
Pyrope	18.97	21.39	16.14	29.78	22.41	22.86	27.77	30.18	30.87	16.79	18.48	23.34	28.78	19.47	32.92	15.84	30.28	22.41	26.14	28.15	16.58	15.05	25.95	24.11	23.13	23.52	16.42	25.86	18.42	24.19
Spessartine	4.61	2.60	7.41	2.05	2.87	2.45	2.28	2.23	3.52	7.28	7.06	3.27	3.26	3.60	2.03	6.84	6.25	3.74	2.62	2.30	5.78	14.28	3.30	2.08	1.44	2.61	5.19	2.17	4.69	3.30
Uvarovite	0.06	0.21	0.07	0.13	0.15	0.06	0.03	0.00	0.00	0.00	0.16	0.20	0.00	0.03	0.12	0.12	0.10	0.06	0.07	0.00	0.20	0.02	0.00	0.00	0.00	0.06	0.00	0.02	0.05	0.03
AlS	78.45	71.79	79.20	67.96	74.99	71.54	69.42	67.20	67.10	71.92	72.17	73.49	67.92	78.68	64.82	76.59	66.29	75.62	71.23	68.96	80.83	82.59	71.48	70.79	74.68	71.26	73.92	70.83	78.34	70.64
GAU	2.58	6.82	4.65	2.25	2.60	5.60	2.82	2.63	2.04	11.29	9.35	3																		

31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	
37.52	37.51	37.51	37.28	38.04	36.97	36.93	37.05	37.49	37.54	37.90	36.78	37.06	36.98	37.66	36.96	37.01	38.06	37.87	37.89	37.85	37.74	36.73	37.44	37.92	37.50	37.52	36.97	37.90	37.46	
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.05	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	
22.19	22.39	21.98	22.36	22.38	22.09	22.22	22.02	22.20	22.38	22.79	21.82	21.90	22.01	22.43	22.37	22.08	22.64	22.45	22.91	22.45	22.19	21.61	22.43	22.24	22.46	22.26	21.91	22.90	22.69	
31.03	30.90	31.56	31.31	31.24	31.01	31.76	33.24	31.48	32.28	32.32	32.88	32.30	32.41	32.63	31.00	32.77	30.15	28.86	30.03	31.31	30.61	30.84	30.95	28.68	29.62	30.90	29.77	30.63	32.40	
1.10	0.97	1.02	1.70	0.79	1.42	0.81	1.38	0.80	1.99	0.90	0.86	0.97	2.23	1.00	1.24	1.38	0.70	0.77	0.88	0.97	1.04	2.10	1.05	1.49	2.56	1.24	4.06	1.20	1.08	
6.38	7.11	6.45	6.32	6.82	5.36	6.96	5.62	6.91	6.27	5.56	5.19	5.84	5.71	6.55	7.05	5.54	8.00	8.81	7.96	7.63	7.31	4.96	7.06	7.60	7.18	7.23	5.96	7.09	6.10	
1.45	0.99	1.46	1.08	1.57	2.78	0.94	1.04	0.71	0.92	1.64	2.19	1.57	0.97	0.80	0.83	1.22	1.20	0.96	0.94	0.69	1.07	2.95	0.99	1.93	0.97	1.00	1.35	0.95	1.26	
0.03	0.05	0.00	0.03	0.06	0.01	0.00	0.03	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.08	0.00	0.06	0.05	0.04	0.03	0.00	0.00	0.01	0.05	0.07	0.07	0.03	0.02	0.00	0.00	0.01	
0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.03	0.00	0.00	0.04	0.07	0.05	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.02	0.00	0.00	0.00	0.02	
12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00
37.52	37.51	37.51	37.28	38.04	36.97	36.93	37.05	37.49	37.54	37.90	36.78	37.06	36.98	37.66	36.96	37.01	38.06	37.87	37.89	37.85	37.74	36.73	37.44	37.92	37.50	37.52	36.97	37.90	37.46	
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.05	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	
22.19	22.39	21.98	22.36	22.38	22.09	22.22	22.02	22.20	22.38	22.79	21.82	21.90	22.01	22.43	22.37	22.08	22.64	22.45	22.91	22.45	22.19	21.61	22.43	22.24	22.46	22.26	21.91	22.90	22.69	
0.03	0.05	0.00	0.03	0.06	0.01	0.00	0.03	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.08	0.00	0.06	0.05	0.04	0.03	0.00	0.00	0.01	0.05	0.07	0.07	0.03	0.02	0.00	0.00	0.01	
0.00	0.00	0.07	0.00	0.00	0.00	0.17	0.15	0.00	0.16	0.00	0.27	0.09	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.09	0.00	0.25	0.00	0.00	0.00	0.06	0.35	0.00	0.00	
31.03	30.90	31.50	31.31	31.24	31.01	31.61	33.11	31.48	32.13	32.32	32.64	32.22	32.63	31.00	32.77	30.15	28.86	30.03	31.23	30.61	30.62	30.95	28.68	29.62	30.85	29.46	30.63	32.40		
1.10	0.97	1.02	1.70	0.79	1.42	0.81	1.38	0.80	1.99	0.90	0.86	0.97	2.23	1.00	1.24	1.38	0.70	0.77	0.88	0.97	1.04	2.10	1.05	1.49	2.56	1.24	4.06	1.20	1.08	
6.38	7.11	6.45	6.32	6.82	5.36	6.96	5.62	6.91	6.27	5.56	5.19	5.84	5.71	6.55	7.05	5.54	8.00	8.81	7.96	7.63	7.31	4.96	7.06	7.60	7.18	7.23	5.96	7.09	6.10	
0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.03	0.00	0.00	0.04	0.07	0.05	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.02	0.00	0.00	0.00	0.02	
1.45	0.99	1.46	1.08	1.57	2.78	0.94	1.04	0.71	0.92	1.64	2.19	1.57	0.97	0.80	0.83	1.22	1.20	0.96	0.94	0.69	1.07	2.95	0.99	1.93	0.97	1.00	1.35	0.95	1.26	
99.75	99.91	99.98	100.08	100.89	99.67	99.67	100.40	99.63	101.44	101.19	99.80	99.65	100.43	101.06	99.50	100.08	100.79	99.78	100.62	100.91	99.96	99.31	99.97	99.98	100.36	100.18	100.06	100.67	101.02	
2.95	2.94	2.95	2.93	2.95	2.93	2.92	2.93	2.95	2.93	2.94	2.93	2.94	2.93	2.94	2.92	2.93	2.94	2.94	2.93	2.94	2.95	2.94	2.93	2.95	2.93	2.94	2.93	2.93	2.92	
0.05	0.06	0.05	0.07	0.05	0.07	0.08	0.07	0.05	0.07	0.06	0.07	0.06	0.07	0.06	0.08	0.07	0.06	0.06	0.07	0.06	0.05	0.06	0.07	0.05	0.07	0.06	0.07	0.07	0.08	
2.01	2.01	2.00	2.01	2.01	2.00	1.99	1.99	2.01	1.99	2.03	1.98	1.99	1.98	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.02	1.99	2.00	1.98	2.01	2.00	2.00	2.00	1.98	2.03	2.01
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.01	0.00	0.02	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	
2.06	2.04	2.08	2.08	2.04	2.06	2.09	2.19	2.09	2.10	2.14	2.18	2.14	2.13	2.13	2.05	2.18	1.96	1.88	1.96	2.03	2.01	2.05	2.04	1.87	1.94	2.02	1.95	2.02	2.13	
0.07	0.06	0.07	0.11	0.05	0.10	0.05	0.09	0.05	0.13	0.06	0.06	0.06	0.15	0.07	0.08	0.09	0.05	0.05	0.06	0.06	0.07	0.14	0.07	0.10	0.17	0.08	0.27	0.08	0.07	
0.75	0.83	0.76	0.74	0.79	0.63	0.82	0.66	0.81	0.73	0.64	0.62	0.69	0.67	0.76	0.83	0.65	0.92	1.02	0.92	0.88	0.85	0.59	0.82	0.88	0.84	0.84	0.70	0.82	0.71	
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
0.12	0.08	0.12	0.09	0.13	0.24	0.08	0.09	0.06	0.08	0.14	0.19	0.13	0.08	0.07	0.07	0.10	0.10	0.08	0.08	0.06	0.09	0.25	0.08	0.16	0.08	0.08	0.11	0.08	0.11	
8.02	8.03	8.02	8.03	8.02	8.03	8.04	8.04	8.02	8.04	8.02	8.04	8.03	8.04	8.03	8.04	8.03	8.03	8.03	8.03	8.03	8.02	8.03	8.03	8.02	8.03	8.03	8.04	8.03	8.04	
68.00	66.73	67.89	67.77	67.12	67.07	67.31	71.21	68.70	67.98	71.47	70.61	69.76	69.08	69.58	66.34	71.01	63.74	60.88	64.08	65.84	65.78	66.44	66.69	61.33	62.92	65.61	62.75	66.73	69.69	
0.00	0.00	0.21	0.00	0.00	0.00	0.53	0.45	0.00	0.48	0.00	0.83	0.26	0.62	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.25	0.00	0.75	0.00	0.00	0.18	1.08	0.00	0.00		
4.06	2.68	3.95	2.99	4.23	8.03	2.20	2.48	2.04	2.12	4.64	5.53	4.27	1.94	2.26	2.20	3.38	3.25	2.62	2.65	1.68	3.01	7.67	2.60	5.23	2.68	2.62	2.82	2.69	3.58	
25.36	28.26	25.64	25.26	26.71	21.61	28.09	22.62	27.47	24.90	21.87	21.03	23.50	23.01	25.92	28.42	22.31	31.33	34.66	31.30	30.06	28.86	20.12	28.11	29.89	28.52	28.74	24.04	27.90	24.27	
2.49	2.18	2.31	3.87	1.76	3.26	1.87	3.15	1.80	4.49	2.01	1.97	2.21	5.10	2.25	2.85	3.15	1.57	1.73	1.96	2.16	2.33	4.85	2.37	3.32	5.78	2.80	9.30	2.67	2.44	
0.09	0.14	0.00	0.10	0.18	0.04	0.00	0.09	0.00	0.02	0.00	0.03	0.00	0.24	0.00	0.19	0.16	0.12	0.10	0.00	0.01	0.02	0.17	0.22	0.23	0.10	0.05	0.00	0.00	0.02	
70.49	68.91	70.20	71.65	68.87	70.33	69.18	74.36	70.50	72.47	73.48	72.58	71.97	74.18	71.82	69.19	74.16	65.30	62.61	66.05	67.99	68.11	71.29	69.07	64.65	68.69	68.41	72.06	69.40	72.13	
4.15	2.83	4.16	3.09	4.42	8.06	2.73	3.01	2.04	2.62	4.64	6.39	4.54	2.80	2.26	2.39	3.54	3.37	2.72	2.65	1.94	3.03	8.59	2.82	5.45	2.78	2.85	3.91	2.69	3.60	
25.36	28.26	25.64	25.26	26.71	21.61	28.09	22.62	27.47	24.90	21.87	21.03	23.50	23.01	25.92	28.42	22.31	31.33	34.66	31.30	30.06	28.86	20.12	28.11	29.89	28.52	28.74	24.04	27.90		

AMOSTRA 36	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
SiO2	37.11	36.47	36.57	36.49	36.42	36.95	37.14	36.89	35.34	36.73	36.83	37.28	36.26	36.79	36.73	37.09	37.23	36.85	37.09	36.60	36.15	37.50	36.72	37.11	37.77	37.11	36.76	37.12	36.75	37.27
TiO2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.04	0.00	0.00	0.00	0.04	0.00	0.05	0.01	0.00	0.00	0.01	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01
Al2O3	21.92	21.01	21.49	21.57	21.67	21.98	22.00	21.64	21.77	21.98	21.85	21.72	22.16	21.73	21.58	22.00	21.45	21.84	21.81	21.62	21.37	22.03	21.85	21.65	22.65	21.88	21.82	22.12	21.67	21.97
FeO	29.95	30.35	29.90	32.47	29.59	33.27	30.49	33.22	33.30	32.83	30.73	30.30	34.58	32.37	32.97	31.51	31.51	28.03	33.86	31.69	30.31	30.80	31.13	31.28	32.29	30.49	32.02	31.76	32.13	30.72
MnO	2.00	3.28	2.28	1.19	3.95	1.29	0.84	1.10	1.52	1.21	1.11	0.67	1.87	2.60	1.93	0.98	1.18	5.11	1.26	1.70	1.19	1.33	2.23	1.72	1.02	2.90	0.93	0.83	1.48	1.10
MgO	7.16	3.61	4.45	5.14	5.56	6.16	8.11	6.09	5.04	6.08	6.04	7.72	4.69	5.18	5.75	7.40	4.36	6.13	5.53	6.82	6.93	5.76	5.38	6.78	6.74	4.30	6.51	6.89	5.80	7.39
CaO	1.52	3.97	4.32	2.40	1.67	0.94	1.34	0.90	1.74	0.84	2.65	1.43	0.75	1.62	0.84	0.86	4.62	1.38	0.70	0.94	2.08	3.36	2.14	1.11	0.92	4.00	1.94	1.20	1.01	0.96
Cr2O3	0.00	0.03	0.03	0.03	0.02	0.03	0.00	0.01	0.00	0.09	0.03	0.03	0.04	0.02	0.04	0.01	0.05	0.00	0.05	0.00	0.00	0.04	0.00	0.00	0.03	0.00	0.00	0.05	0.04	0.04
NiO	0.05	0.00	0.00	0.04	0.00	0.00	0.01	0.00	0.03	0.00	0.06	0.00	0.00	0.04	0.04	0.06	0.00	0.00	0.00	0.01	0.08	0.00	0.08	0.00	0.00	0.05	0.05	0.04	0.00	0.00
No. of oxyg	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00
Reformatted oxide percentages based on 12 oxygens and with Fe2+/Fe3+ calculated assuming full occupancy																														
SiO2	37.11	36.47	36.57	36.49	36.42	36.95	37.14	36.89	35.34	36.73	36.83	37.28	36.26	36.79	36.73	37.09	37.23	36.85	37.09	36.60	36.15	37.50	36.72	37.11	37.77	37.11	36.76	37.12	36.75	37.27
TiO2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.00	0.05	0.01	0.00	0.00	0.01	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01
Al2O3	21.92	21.01	21.49	21.57	21.67	21.98	22.00	21.64	21.77	21.98	21.85	21.72	22.16	21.73	21.58	22.00	21.45	21.84	21.81	21.62	21.37	22.03	21.85	21.65	22.65	21.88	21.82	22.12	21.67	21.97
Cr2O3	0.00	0.03	0.03	0.03	0.02	0.03	0.00	0.01	0.00	0.09	0.03	0.03	0.04	0.02	0.04	0.01	0.05	0.00	0.05	0.00	0.00	0.04	0.00	0.00	0.03	0.00	0.00	0.05	0.04	0.04
Fe2O3	0.54	0.49	0.42	0.52	0.33	0.54	0.86	0.57	0.73	0.21	0.32	0.54	0.15	0.53	0.61	0.55	0.63	0.26	0.20	0.86	1.02	0.37	0.23	0.60	0.00	0.32	0.86	0.31	0.09	0.24
FeO	29.46	29.90	29.53	32.00	29.29	32.78	29.71	32.71	32.64	30.44	29.82	34.45	31.88	32.42	31.02	30.95	27.79	33.68	30.92	29.39	30.47	30.93	30.73	32.29	30.19	31.25	31.49	32.05	30.51	30.51
MnO	2.00	3.28	2.28	1.19	3.95	1.29	0.84	1.10	1.52	1.21	1.11	0.67	1.87	2.60	1.93	0.98	1.18	5.11	1.26	1.70	1.19	1.33	2.23	1.72	1.02	2.90	0.93	0.83	1.48	1.10
MgO	7.16	3.61	4.45	5.14	5.56	6.16	8.11	6.09	5.04	6.08	6.04	7.72	4.69	5.18	5.75	7.40	4.36	6.13	5.53	6.82	6.93	5.76	5.38	6.78	6.74	4.30	6.51	6.89	5.80	7.39
NiO	0.05	0.00	0.00	0.04	0.00	0.00	0.01	0.00	0.03	0.00	0.06	0.00	0.00	0.04	0.04	0.06	0.00	0.00	0.00	0.01	0.08	0.00	0.08	0.00	0.00	0.05	0.05	0.04	0.00	0.00
CaO	1.52	3.97	4.32	2.40	1.67	0.94	1.34	0.90	1.74	0.84	2.65	1.43	0.75	1.62	0.84	0.86	4.62	1.38	0.70	0.94	2.08	3.36	2.14	1.11	0.92	4.00	1.94	1.20	1.01	0.96
Total	99.74	98.76	99.10	99.38	98.91	100.66	100.02	99.91	98.81	99.78	99.38	99.21	100.36	100.39	99.92	100.00	100.46	99.42	100.33	99.45	98.21	100.86	99.60	99.70	101.42	100.70	100.11	100.01	98.95	99.48
Si	2.92	2.96	2.93	2.92	2.92	2.92	2.91	2.93	2.87	2.92	2.93	2.94	2.90	2.92	2.93	2.92	2.95	2.93	2.94	2.91	2.90	2.94	2.93	2.94	2.93	2.94	2.91	2.92	2.94	2.94
Al iv	0.08	0.04	0.07	0.08	0.08	0.08	0.09	0.07	0.13	0.08	0.07	0.06	0.10	0.08	0.07	0.08	0.05	0.07	0.06	0.09	0.10	0.06	0.07	0.06	0.07	0.06	0.09	0.08	0.06	0.06
Al vi	1.96	1.96	1.97	1.96	1.98	1.96	1.94	1.96	1.95	1.98	1.97	1.96	1.99	1.96	1.96	1.96	1.95	1.98	1.98	1.94	1.93	1.97	1.98	1.96	2.00	1.98	1.94	1.98	1.99	1.98
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cr	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe3+	0.03	0.03	0.03	0.03	0.02	0.03	0.05	0.03	0.04	0.01	0.02	0.03	0.01	0.03	0.04	0.03	0.04	0.02	0.01	0.05	0.06	0.02	0.01	0.04	0.00	0.02	0.05	0.02	0.01	0.01
Fe2+	1.94	2.03	1.98	2.14	1.97	2.16	1.95	2.17	2.21	2.17	2.02	1.97	2.30	2.12	2.16	2.04	2.05	1.85	2.23	2.06	1.97	2.00	2.06	2.03	2.10	2.00	2.07	2.07	2.15	2.01
Mn	0.13	0.22	0.16	0.08	0.27	0.09	0.06	0.07	0.10	0.08	0.07	0.04	0.13	0.18	0.13	0.07	0.08	0.34	0.08	0.11	0.08	0.09	0.15	0.11	0.07	0.19	0.06	0.06	0.10	0.07
Mg	0.84	0.44	0.53	0.61	0.67	0.72	0.95	0.72	0.61	0.72	0.72	0.91	0.56	0.61	0.68	0.87	0.52	0.73	0.65	0.81	0.83	0.67	0.64	0.80	0.78	0.51	0.77	0.81	0.69	0.87
Ni	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ca	0.13	0.34	0.37	0.21	0.14	0.08	0.11	0.08	0.15	0.07	0.23	0.12	0.06	0.14	0.07	0.07	0.39	0.12	0.06	0.08	0.18	0.28	0.18	0.09	0.08	0.34	0.16	0.10	0.09	0.08
Total	8.04	8.03	8.04	8.04	8.04	8.05	8.06	8.04	8.08	8.04	8.04	8.04	8.05	8.04	8.04	8.05	8.03	8.04	8.03	8.05	8.06	8.04	8.04	8.04	8.03	8.04	8.06	8.04	8.03	8.03
Almandine	62.31	65.98	63.92	69.18	63.14	69.49	61.65	70.25	69.79	70.07	65.31	63.50	74.13	68.34	69.77	65.54	66.55	59.43	72.88	65.54	62.48	64.51	66.78	65.66	68.50	64.58	65.79	66.98	70.11	65.17
Andradite	1.64	1.53	1.28	1.62	1.04	1.66	2.61	1.75	2.33	0.64	0.97	1.63	0.46	1.64	1.86	1.66	1.90	0.79	0.62	2.65	3.20	1.11	0.70	1.84	0.00	0.99	2.63	0.93	0.27	0.73
Grossular	2.73	10.02	11.26	5.35	3.82	0.97	1.26	0.85	2.96	1.53	6.63	2.39	1.64	2.99	0.46	0.77	11.24	3.21	1.26	0.09	2.97	8.36	5.53	1.37	2.51	10.55	3.04	2.53	2.51	1.90
Pyrope	28.76	14.76	18.14	21.02	22.75	24.83	32.57	24.61	21.27	24.68	24.44	30.86	19.29	20.97	23.34	29.74	17.47	24.81	22.23	27.78	28.57	22.88	21.84	27.22	26.61	17.28	26.41	27.67	23.54	29.58
Spessartint	4.56	7.61	5.29	2.76	9.20	2.96	1.90	2.51	3.65	2.79	2.55	1.52	4.37	5.99	4.45	2.25	2.69	11.75	2.87	3.93	2.79	3.01	5.14	3.91	2.28	6.61	2.14	1.89	3.40	2.51
Uvarovite	0.00	0.10	0.11	0.08	0.06	0.09	0.00	0.02	0.00	0.30	0.11	0.09	0.11	0.07	0.12	0.04	0.16	0.01	0.14	0.01	0.00	0.13	0.01	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.16	0.13
AlS	66.87	73.59	69.21	71.94	72.34	72.45	63.56	72.76	73.44	72.86	67.86	65.02	78.50	74.32	74.22	67.78	69.24	71.18	75.75	69.47	65.26	67.52	71.91	69.58	70.79	71.18	67.93	68.87	73.52	67.67
GAU	4.37	11.65	12.65	7.04	4.91	2.71	3.87	2.62	5.29	2.46	7.71	4.11	2.21	4.70	2.44	2.48	13.29	4.01	2.03	2.75	6.16	9.60	6.24	3.20</						

31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55
36.76	37.41	36.33	36.76	36.87	36.44	36.69	36.84	37.34	36.94	37.51	37.32	37.17	37.07	35.89	36.89	36.51	36.45	37.14	36.82	37.32	36.95	36.42	37.14	36.31
0.00	0.03	0.00	0.04	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.04	0.01	0.02	0.00	0.00	0.02	0.01
22.00	22.29	21.49	21.74	21.92	21.26	22.05	21.88	22.31	21.94	21.99	22.75	22.23	22.09	21.34	21.82	21.84	21.82	21.93	21.90	22.53	21.94	21.55	21.99	21.69
32.10	30.83	33.57	31.71	31.62	30.86	31.77	30.86	31.53	32.40	31.62	29.08	31.47	32.13	30.63	27.02	31.14	32.13	34.13	32.15	32.79	31.83	31.42	31.20	31.24
0.90	0.93	1.80	2.98	2.23	2.50	1.52	1.53	2.73	1.48	2.33	0.71	0.80	0.86	4.61	4.42	1.28	1.11	1.27	1.22	1.36	0.82	4.09	0.89	1.13
6.66	7.07	3.24	5.56	6.11	4.32	6.87	5.69	6.01	6.48	6.19	8.89	5.98	7.01	4.14	5.97	5.79	5.27	5.01	6.47	6.01	6.65	4.88	4.72	6.87
1.35	1.47	3.07	1.27	1.26	3.84	0.98	2.76	1.38	1.04	1.40	0.89	2.84	0.79	2.23	3.01	2.78	2.81	1.50	0.83	1.13	1.61	1.31	3.88	0.89
0.07	0.00	0.02	0.08	0.02	0.01	0.02	0.00	0.00	0.00	0.04	0.00	0.08	0.04	0.00	0.00	0.03	0.01	0.03	0.00	0.00	0.00	0.05	0.06	0.04
0.00	0.00	0.03	0.05	0.00	0.01	0.00	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.02	0.03	0.05	0.02
12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00
36.76	37.41	36.33	36.76	36.87	36.44	36.69	36.84	37.34	36.94	37.51	37.32	37.17	37.07	35.89	36.89	36.51	36.45	37.14	36.82	37.32	36.95	36.42	37.14	36.31
0.00	0.03	0.00	0.04	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.04	0.01	0.02	0.00	0.00	0.02	0.01
22.00	22.29	21.49	21.74	21.92	21.26	22.05	21.88	22.31	21.94	21.99	22.75	22.23	22.09	21.34	21.82	21.84	21.82	21.93	21.90	22.53	21.94	21.55	21.99	21.69
0.07	0.00	0.02	0.08	0.02	0.01	0.02	0.00	0.00	0.00	0.04	0.00	0.08	0.04	0.00	0.00	0.03	0.01	0.03	0.00	0.00	0.00	0.05	0.06	0.04
0.49	0.04	0.22	0.50	0.42	0.75	0.59	0.33	0.30	0.59	0.43	0.03	0.24	0.33	0.60	0.31	0.52	0.52	0.29	0.28	0.00	0.51	0.54	0.00	0.40
31.66	30.79	33.37	31.26	31.24	30.19	31.24	30.56	31.26	31.87	31.22	29.05	31.26	31.82	30.08	26.74	30.66	31.66	33.86	31.90	32.79	31.37	30.93	31.20	30.88
0.90	0.93	1.80	2.98	2.23	2.50	1.52	1.53	2.73	1.48	2.33	0.71	0.80	0.86	4.61	4.42	1.28	1.11	1.27	1.22	1.36	0.82	4.09	0.89	1.13
6.66	7.07	3.24	5.56	6.11	4.32	6.87	5.69	6.01	6.48	6.19	8.89	5.98	7.01	4.14	5.97	5.79	5.27	5.01	6.47	6.01	6.65	4.88	4.72	6.87
0.00	0.00	0.03	0.05	0.00	0.01	0.00	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.02	0.03	0.05	0.02
1.35	1.47	3.07	1.27	1.26	3.84	0.98	2.76	1.38	1.04	1.40	0.89	2.84	0.79	2.23	3.01	2.78	2.81	1.50	0.83	1.13	1.61	1.31	3.88	0.89
99.90	100.02	99.57	100.22	100.09	99.32	99.96	99.58	101.35	100.34	101.14	99.63	100.60	100.01	98.90	99.16	99.42	99.65	101.07	99.44	101.17	99.87	99.78	99.95	98.23
2.91	2.93	2.94	2.92	2.92	2.93	2.90	2.93	2.92	2.92	2.94	2.91	2.92	2.92	2.91	2.93	2.91	2.91	2.93	2.93	2.92	2.92	2.92	2.94	2.92
0.09	0.07	0.06	0.08	0.08	0.07	0.10	0.07	0.08	0.08	0.06	0.09	0.08	0.08	0.09	0.07	0.09	0.09	0.07	0.07	0.08	0.08	0.08	0.06	0.08
1.96	2.00	1.98	1.96	1.97	1.95	1.96	1.98	1.98	1.96	1.97	2.00	1.98	1.98	1.96	1.98	1.96	1.96	1.98	1.98	2.00	1.97	1.96	2.00	1.97
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.03	0.00	0.01	0.03	0.03	0.05	0.03	0.02	0.02	0.04	0.03	0.00	0.01	0.02	0.04	0.02	0.03	0.03	0.02	0.02	0.00	0.03	0.03	0.00	0.02
2.09	2.02	2.26	2.08	2.07	2.03	2.07	2.03	2.05	2.10	2.04	1.89	2.05	2.10	2.04	1.78	2.04	2.11	2.24	2.12	2.15	2.07	2.08	2.07	2.07
0.06	0.06	0.12	0.20	0.15	0.17	0.10	0.10	0.18	0.10	0.15	0.05	0.05	0.06	0.32	0.30	0.09	0.08	0.08	0.08	0.09	0.05	0.28	0.06	0.08
0.79	0.83	0.39	0.66	0.72	0.52	0.81	0.67	0.70	0.76	0.72	1.03	0.70	0.82	0.50	0.71	0.69	0.63	0.59	0.77	0.70	0.78	0.58	0.56	0.82
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.11	0.12	0.27	0.11	0.11	0.33	0.08	0.23	0.12	0.09	0.12	0.07	0.24	0.07	0.19	0.26	0.24	0.24	0.13	0.07	0.10	0.14	0.11	0.33	0.08
8.05	8.03	8.03	8.04	8.04	8.04	8.06	8.04	8.04	8.05	8.04	8.05	8.04	8.04	8.05	8.04	8.05	8.05	8.04	8.04	8.04	8.05	8.05	8.03	8.05
66.99	65.50	73.45	66.89	66.52	65.21	65.72	65.44	65.85	67.44	66.12	60.35	66.04	67.56	65.28	56.98	65.22	67.60	72.68	68.58	69.64	66.60	66.69	67.81	66.56
1.51	0.12	0.69	1.52	1.30	2.32	1.80	1.00	0.89	1.81	1.31	0.09	0.73	1.02	1.89	0.95	1.62	1.63	0.89	0.85	0.00	1.56	1.66	0.00	1.24
2.20	4.08	8.29	1.94	2.30	8.95	0.97	7.02	3.06	1.20	2.55	2.46	7.19	1.15	4.76	7.79	6.45	6.60	3.34	1.57	3.26	3.11	2.03	11.02	1.27
27.00	28.19	13.30	22.53	24.69	17.69	27.91	23.03	23.99	26.17	24.61	35.49	23.96	28.19	17.18	24.12	23.65	21.56	20.11	26.20	24.02	26.85	19.97	18.95	28.18
2.08	2.11	4.19	6.87	5.13	5.81	3.52	3.51	6.20	3.38	5.27	1.62	1.82	1.96	10.89	10.14	2.97	2.59	2.89	2.80	3.09	1.88	9.50	2.03	2.62
0.22	0.00	0.08	0.25	0.07	0.03	0.07	0.00	0.00	0.00	0.14	0.00	0.27	0.13	0.00	0.01	0.08	0.02	0.09	0.00	0.00	0.00	0.15	0.19	0.12
69.06	67.61	77.65	73.76	71.65	71.02	69.24	68.95	72.05	70.82	71.39	61.96	67.85	69.51	76.17	67.12	68.20	70.19	75.57	71.38	72.73	68.48	76.19	69.84	69.19
3.93	4.20	9.05	3.71	3.67	11.29	2.85	8.02	3.96	3.01	4.00	2.55	8.18	2.30	6.66	8.75	8.16	8.25	4.32	2.42	3.26	4.67	3.84	11.21	2.63
27.00	28.19	13.30	22.53	24.69	17.69	27.91	23.03	23.99	26.17	24.61	35.49	23.96	28.19	17.18	24.12	23.65	21.56	20.11	26.20	24.02	26.85	19.97	18.95	28.18
30.94	32.39	22.35	26.24	28.35	28.98	30.76	31.05	27.95	29.18	28.61	38.04	32.15	30.49	23.83	32.88	31.80	29.81	24.43	28.62	27.27	31.52	23.81	30.16	30.81

AMOSTRA 37	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
SiO2	36.99	38.12	37.38	37.26	37.23	36.02	36.76	37.27	37.38	36.80	37.29	37.09	37.38	37.25	37.96	36.16	38.19	36.96	36.82	36.90	36.60	37.30	37.69	36.70	36.17	37.40	36.85	36.45	36.39	36.33
TiO2	0.04	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Al2O3	21.89	22.87	22.09	21.86	21.47	21.57	22.06	21.91	22.23	21.81	22.17	22.04	21.43	21.57	22.24	21.41	23.18	22.15	21.96	22.03	21.87	22.20	22.10	21.81	21.46	22.33	21.98	21.58	21.98	21.51
FeO	30.90	29.71	32.25	34.61	30.55	34.84	34.02	32.52	33.67	31.81	32.82	30.68	23.95	31.24	31.77	35.43	34.03	32.54	31.75	33.29	33.75	30.72	32.84	35.18	27.45	32.47	35.20	35.63	34.16	34.59
MnO	1.79	0.86	0.79	1.52	2.05	2.89	2.58	1.92	0.87	0.95	1.83	2.05	7.23	3.11	1.08	2.49	1.53	1.97	2.26	3.15	3.36	2.06	1.19	2.20	9.58	1.00	1.56	2.29	2.39	4.53
MgO	4.56	8.79	5.62	4.69	3.98	2.25	4.44	5.22	6.08	6.91	5.68	6.80	6.94	3.89	7.42	3.38	5.42	5.52	6.37	4.62	4.32	7.35	6.16	3.85	3.57	6.77	4.48	3.56	4.61	2.10
CaO	3.93	1.05	2.97	1.01	4.64	2.01	1.14	1.88	0.94	1.16	0.94	1.16	3.09	3.57	0.97	1.43	0.58	1.19	1.30	0.60	0.79	0.60	1.20	0.67	1.16	0.92	0.97	1.10	0.96	1.35
Cr2O3	0.01	0.00	0.00	0.05	0.00	0.00	0.01	0.05	0.02	0.08	0.00	0.01	0.06	0.09	0.00	0.00	0.02	0.00	0.06	0.00	0.00	0.04	0.03	0.05	0.00	0.01	0.00	0.08	0.02	0.03
NiO	0.00	0.06	0.02	0.03	0.02	0.00	0.00	0.00	0.05	0.02	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.02	0.00	0.02	0.00	0.01	0.00	0.04	0.00	0.01	0.02	0.01	0.07
No. of oxyg	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00
Reformatted oxide percentages based on 12 oxygens and with Fe2+/Fe3+ calculated assuming full occupancy																														
SiO2	36.99	38.12	37.38	37.26	37.23	36.02	36.76	37.27	37.38	36.80	37.29	37.09	37.38	37.25	37.96	36.16	38.19	36.96	36.82	36.90	36.60	37.30	37.69	36.70	36.17	37.40	36.85	36.45	36.39	36.33
TiO2	0.04	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Al2O3	21.89	22.87	22.09	21.86	21.47	21.57	22.06	21.91	22.23	21.81	22.17	22.04	21.43	21.57	22.24	21.41	23.18	22.15	21.96	22.03	21.87	22.20	22.10	21.81	21.46	22.33	21.98	21.58	21.98	21.51
Cr2O3	0.01	0.00	0.00	0.05	0.00	0.00	0.01	0.05	0.02	0.08	0.00	0.01	0.06	0.09	0.00	0.00	0.02	0.00	0.06	0.00	0.00	0.04	0.03	0.05	0.00	0.01	0.00	0.08	0.02	0.03
Fe2O3	0.18	0.19	0.46	0.11	0.30	0.00	0.20	0.24	0.25	0.58	0.03	0.31	1.15	0.29	0.45	0.62	0.00	0.06	0.72	0.00	0.29	0.30	0.22	0.00	0.23	0.24	0.24	0.39	0.35	0.01
FeO	30.73	29.54	31.84	34.51	30.28	34.84	33.84	32.30	33.45	31.28	32.79	30.41	22.92	30.97	31.37	34.87	34.03	32.49	31.11	33.29	33.49	30.45	32.64	35.18	27.24	32.25	34.99	35.29	33.85	34.58
MnO	1.79	0.86	0.79	1.52	2.05	2.89	2.58	1.92	0.87	0.95	1.83	2.05	7.23	3.11	1.08	2.49	1.53	1.97	2.26	3.15	3.36	2.06	1.19	2.20	9.58	1.00	1.56	2.29	2.39	4.53
MgO	4.56	8.79	5.62	4.69	3.98	2.25	4.44	5.22	6.08	6.91	5.68	6.80	6.94	3.89	7.42	3.38	5.42	5.52	6.37	4.62	4.32	7.35	6.16	3.85	3.57	6.77	4.48	3.56	4.61	2.10
NiO	0.00	0.06	0.02	0.03	0.02	0.00	0.00	0.00	0.05	0.02	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.02	0.00	0.02	0.00	0.01	0.00	0.04	0.00	0.01	0.02	0.01	0.07	
CaO	3.93	1.05	2.97	1.01	4.64	2.01	1.14	1.88	0.94	1.16	0.94	1.16	3.09	3.57	0.97	1.43	0.58	1.19	1.30	0.60	0.79	0.60	1.20	0.67	1.16	0.92	0.97	1.10	0.96	1.35
Total	100.11	101.50	101.17	101.02	99.98	99.58	101.03	100.80	101.31	99.60	100.76	99.88	100.20	100.75	101.50	100.36	102.95	100.34	100.68	100.58	100.73	100.30	101.24	100.45	99.46	100.91	101.08	100.76	100.54	100.51
Si	2.94	2.92	2.93	2.95	2.96	2.93	2.92	2.94	2.93	2.92	2.94	2.93	2.93	2.96	2.94	2.92	2.93	2.93	2.90	2.94	2.92	2.92	2.95	2.94	2.93	2.92	2.93	2.93	2.91	2.94
Al iv	0.06	0.08	0.07	0.05	0.04	0.07	0.08	0.06	0.07	0.08	0.06	0.07	0.07	0.04	0.06	0.08	0.07	0.07	0.10	0.06	0.08	0.08	0.05	0.06	0.07	0.08	0.07	0.07	0.09	0.06
Al vi	1.99	1.99	1.97	1.99	1.98	2.00	1.99	1.98	1.98	1.96	2.00	1.98	1.92	1.97	1.97	1.96	2.03	2.00	1.94	2.00	1.98	1.98	1.98	2.00	1.98	1.98	1.98	1.97	1.98	2.00
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cr	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00
Fe3+	0.01	0.01	0.03	0.01	0.02	0.00	0.01	0.01	0.01	0.03	0.00	0.02	0.07	0.02	0.03	0.04	0.00	0.00	0.04	0.00	0.02	0.02	0.01	0.00	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.00
Fe2+	2.04	1.89	2.09	2.29	2.02	2.38	2.25	2.13	2.19	2.07	2.16	2.01	1.50	2.06	2.03	2.35	2.23	2.15	2.05	2.22	2.24	2.00	2.13	2.36	1.85	2.11	2.32	2.37	2.26	2.34
Mn	0.12	0.06	0.05	0.10	0.14	0.20	0.17	0.13	0.06	0.06	0.12	0.14	0.48	0.21	0.07	0.17	0.10	0.13	0.15	0.21	0.23	0.14	0.08	0.15	0.66	0.07	0.11	0.16	0.16	0.31
Mg	0.54	1.00	0.66	0.55	0.47	0.27	0.53	0.61	0.71	0.82	0.67	0.80	0.81	0.46	0.86	0.41	0.62	0.65	0.75	0.55	0.51	0.86	0.72	0.46	0.43	0.79	0.53	0.43	0.55	0.25
Ni	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ca	0.33	0.09	0.25	0.09	0.40	0.18	0.10	0.16	0.08	0.10	0.08	0.10	0.26	0.30	0.08	0.12	0.05	0.10	0.11	0.05	0.07	0.05	0.10	0.06	0.10	0.08	0.08	0.09	0.08	0.12
Total	8.03	8.04	8.04	8.03	8.02	8.03	8.04	8.03	8.04	8.05	8.03	8.04	8.05	8.03	8.04	8.05	8.03	8.04	8.06	8.03	8.04	8.04	8.03	8.03	8.04	8.04	8.04	8.04	8.05	8.03
Almandine	66.15	60.75	67.28	74.90	66.02	77.91	72.73	69.34	71.10	66.45	70.44	64.62	47.08	67.11	65.71	76.02	73.82	69.78	65.23	72.40	72.35	64.21	69.57	77.34	59.46	68.10	75.47	76.91	72.72	76.85
Andradite	0.56	0.55	1.39	0.33	0.91	0.00	0.61	0.73	0.75	1.79	0.10	0.94	3.47	0.89	1.33	1.93	0.00	0.17	2.19	0.00	0.89	0.90	0.67	0.00	0.72	0.73	0.73	1.20	1.08	0.02
Grossular	10.81	2.39	7.12	2.41	12.44	5.96	2.66	4.50	1.88	1.32	2.61	2.39	5.18	9.09	1.41	2.29	1.58	3.29	1.43	1.73	1.42	0.70	2.66	1.79	2.70	1.89	2.09	1.76	1.71	3.87
Pyrope	18.37	34.39	22.41	18.75	15.95	9.33	18.00	20.90	24.24	27.98	22.70	27.34	27.67	15.56	29.13	13.94	21.16	22.24	25.78	18.64	17.57	29.39	24.35	15.63	14.70	26.99	18.12	14.55	18.87	8.60
Spessartint	4.09	1.92	1.79	3.46	4.67	6.80	5.95	4.37	1.97	2.19	4.15	4.68	16.39	7.06	2.42	5.82	3.39	4.52	5.20	7.23	7.77	4.68	2.66	5.08	22.42	2.27	3.59	5.32	5.57	10.57
Uvarovite	0.02	0.00	0.00	0.16	0.00	0.01	0.04	0.17	0.06	0.27	0.00	0.03	0.20	0.30	0.00	0.00	0.05	0.00	0.18	0.00	0.00	0.12	0.08	0.16	0.00	0.02	0.00	0.27	0.05	0.09
AlS	70.24	62.67	69.07	78.36	70.70	84.70	78.69	73.70	73.07	68.64	74.59	69.30	63.47	74.17	68.12	81.84	77.21	74.30	70.43	79.62	80.12	68.89	72.23	82.42	81.88	70.37	79.06	82.23	78.29	87.42
GAU	11.39	2.94	8.52	2.89	13.35	5.97	3.31	5.40	2.69	3.38	2.71	3.36	8.86	10.27	2.74	4.22	1.63	3.46	3.79	1.73	2.31	1.72	3.42	1.95						

31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	
36.90	37.23	36.52	36.83	37.53	37.67	37.02	37.21	37.25	36.43	36.90	37.26	37.39	37.46	36.47	36.76	36.63	37.59	36.33	36.97	37.14	35.75	37.32	37.09	37.42	36.39	36.33	37.15	36.71	36.91	
0.00	0.00	0.03	0.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.03	0.03	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.01	0.02	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	
22.19	21.95	21.99	22.22	22.28	22.38	22.36	22.24	21.95	21.42	21.78	22.12	22.31	22.19	21.69	22.09	21.90	22.38	21.83	21.42	22.23	21.34	22.15	21.98	22.07	21.95	21.61	22.08	21.86	21.69	
32.06	31.18	34.50	32.97	33.02	32.20	33.62	32.03	33.29	32.17	33.10	31.76	30.97	33.03	32.23	33.89	31.70	32.67	35.89	31.64	32.38	37.46	31.85	31.05	30.64	35.49	32.24	27.41	34.53	34.56	
1.68	1.05	1.82	1.08	0.99	0.72	3.11	1.28	1.04	2.18	1.20	1.23	1.28	1.02	2.61	1.76	0.76	0.87	1.92	1.27	1.69	3.15	0.62	1.14	1.45	1.57	1.80	2.68	1.66	1.36	
6.35	6.95	4.94	6.07	6.45	7.37	4.67	6.68	5.95	3.29	6.12	6.50	5.97	6.43	3.58	5.12	5.72	6.78	3.55	6.72	5.75	0.61	7.58	7.02	5.80	4.45	5.79	7.43	4.66	4.93	
1.26	1.16	0.63	1.15	0.77	0.86	0.84	1.13	1.13	3.83	0.95	1.09	2.75	0.84	4.08	0.90	2.38	0.83	0.76	1.04	1.12	1.66	0.79	1.08	2.77	0.79	1.75	2.00	0.92	0.80	
0.01	0.00	0.06	0.01	0.02	0.03	0.03	0.08	0.08	0.02	0.00	0.02	0.00	0.04	0.02	0.02	0.03	0.02	0.01	0.02	0.00	0.00	0.01	0.00	0.02	0.05	0.06	0.02	0.00	0.07	
0.00	0.00	0.02	0.04	0.00	0.03	0.04	0.00	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06	0.00	0.00	0.00	0.02	0.04	0.00	0.00	0.03	0.02	0.00	0.01	0.02	0.02	0.00	0.00	
12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00
36.90	37.23	36.52	36.83	37.53	37.67	37.02	37.21	37.25	36.43	36.90	37.26	37.39	37.46	36.47	36.76	36.63	37.59	36.33	36.97	37.14	35.75	37.32	37.09	37.42	36.39	36.33	37.15	36.71	36.91	
0.00	0.00	0.03	0.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.03	0.03	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.01	0.02	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	
22.19	21.95	21.99	22.22	22.28	22.38	22.36	22.24	21.95	21.42	21.78	22.12	22.31	22.19	21.69	22.09	21.90	22.38	21.83	21.42	22.23	21.34	22.15	21.98	22.07	21.95	21.61	22.08	21.86	21.69	
0.01	0.00	0.06	0.01	0.02	0.03	0.03	0.08	0.08	0.02	0.00	0.02	0.00	0.04	0.02	0.02	0.03	0.02	0.01	0.02	0.00	0.00	0.01	0.00	0.02	0.05	0.06	0.02	0.00	0.07	
0.42	0.22	0.25	0.27	0.13	0.36	0.05	0.28	0.34	0.25	0.54	0.04	0.10	0.23	0.73	0.15	0.18	0.14	0.04	0.65	0.00	0.00	0.48	0.23	0.05	0.34	0.83	0.08	0.20	0.24	
31.68	30.99	34.27	32.73	32.90	31.88	33.58	31.78	32.99	31.95	32.62	31.72	30.87	32.82	31.58	33.75	31.54	32.54	35.86	31.06	32.38	37.46	31.41	30.85	30.60	35.18	31.50	27.34	34.34	34.35	
1.68	1.05	1.82	1.08	0.99	0.72	3.11	1.28	1.04	2.18	1.20	1.23	1.28	1.02	2.61	1.76	0.76	0.87	1.92	1.27	1.69	3.15	0.62	1.14	1.45	1.57	1.80	2.68	1.66	1.36	
6.35	6.95	4.94	6.07	6.45	7.37	4.67	6.68	5.95	3.29	6.12	6.50	5.97	6.43	3.58	5.12	5.72	6.78	3.55	6.72	5.75	0.61	7.58	7.02	5.80	4.45	5.79	7.43	4.66	4.93	
0.00	0.00	0.02	0.04	0.00	0.03	0.04	0.00	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06	0.00	0.00	0.00	0.02	0.04	0.00	0.00	0.03	0.02	0.00	0.01	0.02	0.02	0.00	0.00	
1.26	1.16	0.63	1.15	0.77	0.86	0.84	1.13	1.13	3.83	0.95	1.09	2.75	0.84	4.08	0.90	2.38	0.83	0.76	1.04	1.12	1.66	0.79	1.08	2.77	0.79	1.75	2.00	0.92	0.80	
100.49	99.55	100.52	100.45	101.06	101.30	101.69	100.70	100.77	99.36	100.12	100.01	100.70	101.04	100.81	100.55	99.14	101.14	100.32	99.19	100.32	99.97	100.37	99.41	100.21	100.72	99.69	98.80	100.38	100.34	
2.91	2.94	2.91	2.91	2.94	2.92	2.92	2.92	2.93	2.94	2.93	2.94	2.93	2.93	2.91	2.92	2.92	2.93	2.92	2.94	2.93	2.94	2.92	2.93	2.95	2.91	2.90	2.94	2.93	2.94	
0.09	0.06	0.09	0.09	0.06	0.08	0.08	0.08	0.07	0.06	0.07	0.06	0.07	0.07	0.09	0.08	0.08	0.07	0.08	0.06	0.07	0.06	0.08	0.07	0.05	0.09	0.10	0.06	0.07	0.06	
1.97	1.99	1.98	1.98	1.99	1.97	1.99	1.98	1.97	1.98	1.96	1.99	1.99	1.98	1.95	1.99	1.99	1.99	2.00	1.95	2.00	2.01	1.97	1.98	1.99	1.97	1.94	1.99	1.99	1.98	
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
0.02	0.01	0.02	0.02	0.01	0.02	0.00	0.02	0.02	0.02	0.03	0.00	0.01	0.01	0.04	0.01	0.01	0.01	0.00	0.04	0.00	0.00	0.03	0.01	0.00	0.02	0.05	0.00	0.01	0.01	
2.09	2.05	2.28	2.16	2.15	2.07	2.21	2.08	2.17	2.16	2.16	2.09	2.02	2.15	2.11	2.24	2.11	2.12	2.41	2.07	2.14	2.58	2.06	2.04	2.01	2.35	2.10	1.81	2.29	2.29	
0.11	0.07	0.12	0.07	0.07	0.05	0.21	0.09	0.07	0.15	0.08	0.08	0.08	0.07	0.18	0.12	0.05	0.06	0.13	0.09	0.11	0.22	0.04	0.08	0.10	0.11	0.12	0.18	0.11	0.09	
0.75	0.82	0.59	0.72	0.75	0.85	0.55	0.78	0.70	0.40	0.72	0.76	0.70	0.75	0.43	0.61	0.68	0.79	0.43	0.80	0.68	0.07	0.88	0.83	0.68	0.53	0.69	0.88	0.55	0.59	
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
0.11	0.10	0.05	0.10	0.06	0.07	0.07	0.09	0.10	0.33	0.08	0.09	0.23	0.07	0.35	0.08	0.20	0.07	0.07	0.09	0.09	0.15	0.07	0.09	0.23	0.07	0.15	0.17	0.08	0.07	
8.05	8.03	8.05	8.05	8.03	8.04	8.04	8.04	8.04	8.03	8.04	8.03	8.04	8.04	8.05	8.04	8.04	8.04	8.04	8.04	8.03	8.03	8.04	8.04	8.03	8.05	8.06	8.03	8.04	8.03	
66.82	66.44	73.79	69.58	69.94	66.75	71.66	67.05	70.56	70.21	69.77	68.06	65.45	69.69	67.32	72.58	68.00	68.82	78.71	66.98	69.85	85.02	66.05	66.09	65.68	75.80	66.90	58.31	74.55	74.66	
1.28	0.66	0.78	0.82	0.39	1.07	0.16	0.86	1.02	0.77	1.65	0.12	0.31	0.71	2.25	0.45	0.55	0.41	0.12	1.98	0.00	0.00	1.47	0.69	0.15	1.05	2.58	0.23	0.62	0.73	
2.34	2.67	0.88	2.49	1.75	1.29	2.17	2.12	1.98	10.42	1.12	2.95	7.55	1.59	9.70	2.10	6.31	1.88	2.08	0.95	3.23	4.98	0.78	2.42	7.74	1.13	2.39	5.47	2.06	1.36	
25.66	27.84	20.17	24.59	25.63	29.18	18.81	26.77	23.81	13.47	24.70	26.00	23.79	25.60	14.62	20.76	23.26	26.87	14.58	27.10	23.07	2.54	30.26	28.20	23.10	18.21	23.75	29.81	18.94	19.92	
3.87	2.39	4.21	2.49	2.24	1.61	7.12	2.92	2.36	5.07	2.76	2.80	2.90	2.30	6.06	4.06	1.76	1.96	4.47	2.91	3.85	7.46	1.41	2.60	3.28	3.66	4.20	6.11	3.84	3.11	
0.03	0.00	0.18	0.03	0.06	0.10	0.08	0.27	0.27	0.07	0.00	0.07	0.00	0.12	0.05	0.06	0.11	0.07	0.04	0.08	0.00	0.00	0.03	0.00	0.05	0.16	0.18	0.07	0.00	0.22	
70.68	68.83	78.00	72.07	72.18	68.37	78.77	69.97	72.93	75.28	72.53	70.86	68.34	71.99	73.39	76.64	69.77	70.77	83.19	69.89	73.70	92.49	67.46	68.69	68.96	79.45	71.10	64.42	78.38	77.77	
3.65	3.33	1.83	3.34	2.19	2.46	2.42	3.25	3.26	11.25	2.76	3.14	7.87	2.41	12.00	2.61	6.97	2.36	2.23	3.01	3.23	4.98	2.28	3.11	7.94	2.33	5.15	5.77	2.68	2.31	
25.66	27.84	20.17	24.59	25.63	29.18	18.81	26.77	23.81	13.47	24.70	26.00	23.79	25.60	14.62	20.76	23.26	26.87	14.58	27.10	23.07	2.54	30.26	2							

AMOSTRA 39	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
SiO2	36.52	37.51	36.95	37.09	36.90	36.66	36.73	36.80	37.02	36.77	36.61	36.64	36.44	36.78	36.33	37.14	36.34	36.70	37.79	37.16	36.67	36.65	36.75	36.38	36.77	37.15	36.89	36.82	37.51	37.06
TiO2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.02	0.02	0.00	0.00	0.00	0.02	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	0.03	0.00	0.03	
Al2O3	21.35	22.46	22.45	21.99	22.04	21.69	21.98	22.12	22.47	22.49	22.03	21.71	21.53	21.95	21.53	22.48	21.70	21.48	22.54	22.00	22.26	22.06	22.27	21.93	22.23	22.38	21.96	22.18	22.45	22.38
FeO	29.86	30.82	28.58	32.40	29.98	32.38	31.55	31.23	32.16	32.32	31.87	34.63	29.60	32.20	32.80	28.46	35.04	31.30	28.75	30.78	32.24	32.84	31.51	32.19	32.42	30.66	31.55	30.54	30.15	30.69
MnO	1.99	0.90	2.58	1.40	1.78	2.33	0.99	1.23	1.08	1.21	1.49	1.40	2.99	1.94	1.41	0.63	1.33	2.57	0.81	1.30	0.84	1.55	1.31	1.29	0.95	0.80	0.78	1.07	0.97	1.43
MgO	4.41	7.51	8.06	6.14	7.18	4.48	6.58	6.99	6.36	6.00	5.84	4.06	4.46	4.85	4.76	9.22	4.04	5.01	8.93	7.02	6.65	5.61	6.67	5.95	6.51	7.82	6.34	6.01	8.28	7.27
CaO	4.79	1.18	0.90	0.78	1.61	1.62	0.99	1.01	0.77	1.21	1.06	1.91	3.94	1.96	2.01	1.23	1.15	2.50	1.06	0.94	1.06	1.02	0.92	1.10	0.89	1.01	1.29	2.98	0.84	0.95
Cr2O3	0.02	0.02	0.00	0.01	0.03	0.00	0.00	0.09	0.00	0.00	0.05	0.05	0.00	0.03	0.00	0.00	0.04	0.00	0.02	0.00	0.03	0.06	0.00	0.01	0.00	0.06	0.01	0.01	0.07	0.00
NiO	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.04	0.01	0.03	0.00	0.00	0.01	0.00	0.03	0.00	0.03	0.00
No. of oxyg	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00
Reformatted oxide percentages based on 12 oxygens and with Fe2+/Fe3+ calculated assuming full occupancy																														
SiO2	36.52	37.51	36.95	37.09	36.90	36.66	36.73	36.80	37.02	36.77	36.61	36.64	36.44	36.78	36.33	37.14	36.34	36.70	37.79	37.16	36.67	36.65	36.75	36.38	36.77	37.15	36.89	36.82	37.51	37.06
TiO2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.02	0.02	0.00	0.00	0.00	0.02	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	0.03	0.00	0.03	0.00
Al2O3	21.35	22.46	22.45	21.99	22.04	21.69	21.98	22.12	22.47	22.49	22.03	21.71	21.53	21.95	21.53	22.48	21.70	21.48	22.54	22.00	22.26	22.06	22.27	21.93	22.23	22.38	21.96	22.18	22.45	22.38
Cr2O3	0.02	0.02	0.00	0.01	0.03	0.00	0.00	0.09	0.00	0.00	0.05	0.05	0.00	0.03	0.00	0.00	0.04	0.00	0.02	0.00	0.03	0.06	0.00	0.01	0.00	0.06	0.01	0.01	0.07	0.00
Fe2O3	0.60	0.09	0.26	0.05	0.47	0.00	0.07	0.25	0.00	0.00	0.00	0.29	0.43	0.00	0.39	0.05	0.58	0.06	0.08	0.24	0.08	0.04	0.14	0.17	0.23	0.00	0.18	0.24	0.09	
FeO	29.32	30.73	28.35	32.35	29.56	32.38	31.49	31.01	32.16	32.32	31.87	34.37	29.21	32.20	32.55	28.11	34.99	30.78	28.69	30.71	32.02	32.76	31.47	32.06	32.27	30.46	31.55	30.38	29.93	30.61
MnO	1.99	0.90	2.58	1.40	1.78	2.33	0.99	1.23	1.08	1.21	1.49	1.40	2.99	1.94	1.41	0.63	1.33	2.57	0.81	1.30	0.84	1.55	1.31	1.29	0.95	0.80	0.78	1.07	0.97	1.43
MgO	4.41	7.51	8.06	6.14	7.18	4.48	6.58	6.99	6.36	6.00	5.84	4.06	4.46	4.85	4.76	9.22	4.04	5.01	8.93	7.02	6.65	5.61	6.67	5.95	6.51	7.82	6.34	6.01	8.28	7.27
NiO	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.04	0.01	0.03	0.00	0.00	0.01	0.00	0.03	0.00	0.03	0.00
CaO	4.79	1.18	0.90	0.78	1.61	1.62	0.99	1.01	0.77	1.21	1.06	1.91	3.94	1.96	2.01	1.23	1.15	2.50	1.06	0.94	1.06	1.02	0.92	1.10	0.89	1.01	1.29	2.98	0.84	0.95
Total	99.00	100.44	99.54	99.82	99.56	99.17	98.86	99.53	99.85	100.00	98.94	100.41	99.09	99.74	98.86	99.19	99.64	99.62	99.91	99.25	99.80	99.82	99.43	98.86	99.79	99.90	98.90	99.66	100.31	99.81
Si	2.93	2.93	2.90	2.94	2.91	2.95	2.93	2.91	2.92	2.91	2.93	2.93	2.93	2.93	2.93	2.90	2.93	2.93	2.93	2.94	2.90	2.92	2.92	2.92	2.91	2.91	2.94	2.91	2.92	2.92
Al iv	0.07	0.07	0.10	0.06	0.09	0.05	0.07	0.09	0.08	0.09	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.10	0.07	0.07	0.07	0.06	0.10	0.08	0.08	0.08	0.09	0.09	0.06	0.09	0.08	0.08
Al vi	1.96	1.99	1.98	2.00	1.97	2.01	2.00	1.98	2.01	2.01	2.00	1.98	1.97	2.00	1.98	1.97	1.99	1.96	1.99	1.99	1.98	1.99	2.00	1.99	1.99	1.98	2.00	1.99	1.98	1.99
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cr	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe3+	0.04	0.01	0.02	0.00	0.03	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.02	0.03	0.00	0.02	0.02	0.00	0.03	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01	0.01
Fe2+	1.97	2.01	1.86	2.14	1.95	2.18	2.10	2.05	2.14	2.15	2.14	2.30	1.96	2.15	2.20	1.84	2.36	2.06	1.86	2.03	2.12	2.18	2.09	2.15	2.14	2.00	2.11	2.01	1.95	2.01
Mn	0.14	0.06	0.17	0.09	0.12	0.16	0.07	0.08	0.07	0.08	0.10	0.09	0.20	0.13	0.10	0.04	0.09	0.17	0.05	0.09	0.06	0.10	0.09	0.09	0.06	0.05	0.05	0.07	0.06	0.10
Mg	0.53	0.87	0.94	0.73	0.84	0.54	0.78	0.82	0.75	0.71	0.70	0.48	0.53	0.58	0.57	1.07	0.49	0.60	1.03	0.83	0.79	0.67	0.79	0.71	0.77	0.91	0.75	0.71	0.96	0.85
Ni	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ca	0.41	0.10	0.08	0.07	0.14	0.14	0.08	0.09	0.06	0.10	0.09	0.16	0.34	0.17	0.17	0.10	0.10	0.21	0.09	0.08	0.09	0.09	0.08	0.09	0.08	0.11	0.25	0.07	0.08	
Total	8.04	8.04	8.05	8.03	8.05	8.03	8.04	8.05	8.04	8.04	8.04	8.04	8.04	8.03	8.04	8.05	8.04	8.04	8.03	8.03	8.05	8.04	8.04	8.04	8.05	8.05	8.03	8.04	8.04	8.04
Almandine	63.34	64.76	58.99	69.87	62.25	71.64	68.10	65.93	69.70	69.38	69.70	74.68	63.24	70.17	71.26	58.00	76.96	66.40	60.00	66.16	67.91	70.62	67.24	69.36	68.80	63.89	68.84	64.55	62.51	64.73
Andradite	1.87	0.28	0.78	0.16	1.43	0.00	0.21	0.76	0.00	0.00	0.00	0.88	1.34	0.00	0.87	1.17	0.17	1.78	0.19	0.24	0.74	0.25	0.12	0.43	0.51	0.69	0.00	0.55	0.73	0.27
Grossular	12.13	3.03	1.81	2.07	3.15	4.74	2.69	1.91	2.22	3.51	2.94	4.54	10.24	5.62	5.04	2.38	3.08	5.51	2.73	2.45	2.26	2.53	2.57	2.79	2.10	2.01	3.70	8.08	1.46	2.48
Pyrope	17.99	29.83	32.50	24.67	28.99	18.23	26.71	28.30	25.61	24.33	23.76	16.52	18.23	19.64	19.54	37.01	16.56	20.37	35.20	28.17	27.04	22.80	27.05	24.39	26.41	31.39	25.63	24.32	32.90	29.24
Spessartine	4.62	2.04	5.92	3.20	4.08	5.39	2.29	2.83	2.47	2.78	3.44	3.23	6.95	4.46	3.29	1.43	3.11	5.94	1.80	2.97	1.95	3.59	3.01	3.01	2.18	1.81	1.79	2.46	2.19	3.27
Uvarovite	0.06	0.08	0.00	0.03	0.10	0.00	0.00	0.27	0.00	0.00	0.16	0.15	0.00	0.10	0.00	0.00	0.13	0.00	0.07	0.00	0.10	0.20	0.00	0.02	0.00	0.20	0.04	0.04	0.21	0.00
AlS	67.96	66.79	64.90	73.07	66.33	77.03	70.39	68.75	72.17	72.16	73.14	77.91	70.19	74.63	74.54	59.43	80.07	72.34	61.80	69.13	69.86	74.21	70.26	72.37	70.98	65.70	70.63	67.01	64.70	68.00
GAU	14.06	3.38	2.60	2.26	4.68	4.74	2.90	2.94	2.22	3.51																				

31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
37.39	35.61	36.69	36.45	36.17	36.26	37.08	36.04	36.64	36.42	36.51	37.21	36.80	36.02	36.85	37.49	36.48	37.17	36.99	36.41	36.35	36.52	36.76	37.38	36.43	37.01	36.67	36.81	36.31	36.45
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.04	0.00	0.00	0.00	0.03	0.00	0.00	0.02	0.02	0.00	0.03	0.00	0.03	0.00	0.03	0.01	0.00	0.02	0.00	
22.14	21.69	22.01	21.92	21.66	21.69	22.01	21.67	22.14	21.84	21.81	22.30	22.02	21.68	21.65	22.12	21.56	22.24	21.91	21.81	21.50	21.63	21.62	22.16	21.66	21.87	21.81	21.32	21.66	21.63
30.32	34.81	31.64	31.83	30.03	32.94	30.66	34.08	32.12	33.77	32.66	31.01	33.31	35.75	30.69	30.67	30.16	30.41	32.19	32.89	31.19	31.32	30.23	31.51	34.17	31.36	34.63	27.61	35.00	34.30
0.81	2.35	1.16	3.02	3.96	2.28	1.01	3.48	1.63	1.83	1.64	0.77	1.68	2.41	2.33	0.86	3.52	1.00	0.81	1.92	1.65	1.22	2.41	0.87	2.24	0.84	1.03	4.28	1.58	2.75
7.56	3.48	6.68	4.72	5.79	4.26	6.99	3.25	6.14	4.70	4.67	7.15	5.09	2.97	5.46	7.55	4.84	7.31	5.74	5.06	4.97	4.57	5.23	7.02	4.30	5.99	4.82	3.37	3.95	3.47
0.83	0.72	0.75	1.28	1.00	1.60	1.04	0.95	1.05	0.87	1.40	0.93	1.05	0.67	2.37	1.12	2.35	1.54	1.64	0.80	2.75	3.66	3.05	0.98	0.94	2.34	0.82	5.88	0.97	1.36
0.05	0.01	0.02	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.07	0.05	0.00	0.00	0.02	0.06	0.00	0.02	0.05	0.03	0.05	0.05	0.05	0.07	0.00	0.02	0.00
0.00	0.01	0.01	0.00	0.03	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.06	0.06	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00
37.39	35.61	36.69	36.45	36.17	36.26	37.08	36.04	36.64	36.42	36.51	37.21	36.80	36.02	36.85	37.49	36.48	37.17	36.99	36.41	36.35	36.52	36.76	37.38	36.43	37.01	36.67	36.81	36.31	36.45
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.04	0.00	0.00	0.00	0.03	0.00	0.00	0.02	0.02	0.00	0.03	0.00	0.03	0.00	0.03	0.01	0.00	0.00	0.02	0.00
22.14	21.69	22.01	21.92	21.66	21.69	22.01	21.67	22.14	21.84	21.81	22.30	22.02	21.68	21.65	22.12	21.56	22.24	21.91	21.81	21.50	21.63	21.62	22.16	21.66	21.87	21.81	21.32	21.66	21.63
0.05	0.01	0.02	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.07	0.05	0.00	0.00	0.02	0.06	0.00	0.02	0.05	0.03	0.05	0.05	0.05	0.07	0.00	0.02	0.00
0.00	0.00	0.09	0.00	0.42	0.02	0.00	0.00	0.21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.32	0.21	0.27	0.19	0.00	0.00	0.26	0.20	0.41	0.06	0.16	0.18	0.03	0.39	0.01	0.07
30.32	34.81	31.56	31.83	29.66	32.92	30.66	34.08	31.93	33.77	32.66	31.01	33.31	35.75	30.40	30.48	29.92	30.24	32.19	32.89	30.95	31.14	29.86	31.45	34.03	31.19	34.60	27.26	34.99	34.23
0.81	2.35	1.16	3.02	3.96	2.28	1.01	3.48	1.63	1.83	1.64	0.77	1.68	2.41	2.33	0.86	3.52	1.00	0.81	1.92	1.65	1.22	2.41	0.87	2.24	0.84	1.03	4.28	1.58	2.75
7.56	3.48	6.68	4.72	5.79	4.26	6.99	3.25	6.14	4.70	4.67	7.15	5.09	2.97	5.46	7.55	4.84	7.31	5.74	5.06	4.97	4.57	5.23	7.02	4.30	5.99	4.82	3.37	3.95	3.47
0.00	0.01	0.01	0.00	0.03	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.06	0.06	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00
0.83	0.72	0.75	1.28	1.00	1.60	1.04	0.95	1.05	0.87	1.40	0.93	1.05	0.67	2.37	1.12	2.35	1.54	1.64	0.80	2.75	3.66	3.05	0.98	0.94	2.34	0.82	5.88	0.97	1.36
99.10	98.68	98.96	99.25	98.68	99.03	98.79	99.49	99.74	99.42	98.81	99.42	99.95	99.57	99.45	99.85	98.96	99.73	99.36	98.90	98.47	98.98	99.42	99.98	99.83	99.51	99.85	99.31	99.50	99.96
2.95	2.91	2.92	2.93	2.91	2.93	2.94	2.93	2.91	2.93	2.94	2.93	2.93	2.93	2.94	2.94	2.94	2.92	2.94	2.93	2.93	2.93	2.93	2.94	2.93	2.94	2.94	2.95	2.93	2.94
0.05	0.09	0.08	0.07	0.09	0.07	0.06	0.07	0.09	0.07	0.06	0.07	0.07	0.07	0.06	0.06	0.06	0.08	0.06	0.07	0.07	0.07	0.07	0.06	0.07	0.06	0.06	0.05	0.07	0.06
2.00	2.00	1.99	2.00	1.97	2.00	2.00	2.00	1.99	2.00	2.01	2.01	2.00	2.00	1.97	1.99	1.98	1.99	2.00	2.00	1.98	1.98	1.97	1.99	1.98	1.98	1.99	1.97	2.00	2.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.01	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.01	0.02	0.01	0.00	0.00	0.02	0.01	0.02	0.00	0.01	0.01	0.00	0.02	0.00	0.00
2.01	2.39	2.10	2.15	2.00	2.23	2.04	2.32	2.12	2.27	2.22	2.05	2.22	2.44	2.03	2.00	2.01	1.99	2.15	2.22	2.09	2.09	1.99	2.07	2.29	2.07	2.32	1.83	2.36	2.31
0.05	0.16	0.08	0.21	0.27	0.16	0.07	0.24	0.11	0.12	0.11	0.05	0.11	0.17	0.16	0.06	0.24	0.07	0.05	0.13	0.11	0.08	0.16	0.06	0.15	0.06	0.07	0.29	0.11	0.19
0.89	0.42	0.79	0.57	0.69	0.51	0.83	0.39	0.73	0.56	0.56	0.84	0.60	0.36	0.65	0.88	0.58	0.86	0.68	0.61	0.60	0.55	0.62	0.82	0.52	0.71	0.57	0.40	0.48	0.42
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.07	0.06	0.06	0.11	0.09	0.14	0.09	0.08	0.09	0.07	0.12	0.08	0.09	0.06	0.20	0.09	0.20	0.13	0.14	0.07	0.24	0.31	0.26	0.08	0.08	0.20	0.07	0.51	0.08	0.12
8.03	8.04	8.04	8.03	8.05	8.03	8.03	8.04	8.05	8.04	8.03	8.03	8.03	8.04	8.03	8.03	8.04	8.04	8.03	8.03	8.04	8.04	8.04	8.03	8.04	8.03	8.03	8.03	8.03	8.03
65.64	77.68	68.01	69.91	63.91	72.42	66.57	75.57	68.17	73.97	73.01	66.96	72.48	80.05	65.66	64.82	65.16	63.99	70.28	72.45	67.67	67.81	64.34	67.20	74.45	67.16	75.62	59.39	77.23	75.40
0.00	0.00	0.27	0.00	1.30	0.06	0.00	0.00	0.65	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.97	0.62	0.84	0.56	0.00	0.00	0.80	0.61	1.27	0.20	0.50	0.56	0.08	1.21	0.04	0.22
2.20	2.14	1.84	3.65	1.67	4.67	3.02	2.81	2.42	2.56	4.09	2.65	3.01	1.76	5.78	2.59	6.04	3.82	4.56	2.35	7.23	9.95	7.54	2.48	2.09	6.04	2.10	15.91	2.78	3.79
30.15	14.58	27.12	19.30	23.84	17.51	28.10	13.44	25.00	19.22	19.07	28.63	20.61	12.29	22.07	30.02	19.78	29.29	23.12	20.72	20.40	18.64	21.21	28.00	17.59	24.14	19.59	13.64	16.21	14.21
1.84	5.59	2.69	7.02	9.27	5.33	2.32	8.17	3.76	4.25	3.80	1.74	3.86	5.67	5.37	1.95	8.17	2.27	1.85	4.48	3.84	2.82	5.56	1.98	5.21	1.92	2.39	9.85	3.68	6.39
0.16	0.02	0.07	0.12	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.03	0.01	0.04	0.24	0.16	0.00	0.00	0.06	0.19	0.00	0.06	0.18	0.08	0.14	0.16	0.17	0.22	0.00	0.06	0.00
67.49	83.27	70.70	76.93	73.19	77.76	68.88	83.74	71.93	78.22	76.81	68.71	76.35	85.72	71.02	66.77	73.33	66.26	72.13	76.93	71.51	70.63	69.90	69.18	79.66	69.08	78.01	69.24	80.91	81.79
2.36	2.16	2.18	3.77	2.97	4.73	3.02	2.82	3.07	2.56	4.12	2.66	3.05	1.99	6.90	3.21	6.89	4.44	4.75	2.35	8.09	10.73	8.89	2.82	2.76	6.78	2.40	17.12	2.87	4.00
30.15	14.58	27.12	19.30	23.84	17.51	28.10	13.44	25.00	19.22	19.07	28.63	20.61	12.29	22.07	30.02	19.78	29.29	23.12	20.72	20.40	18.64	21.21	28.00	17.59	24.14	19.59	13.64	16.21	14.21
32.5																													

AMOSTRA 41	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
SiO2	36.80	37.17	37.10	37.49	37.18	37.70	37.52	37.09	36.65	36.96	36.80	37.51	37.41	37.39	36.99	37.56	36.75	36.62	36.85	37.05	37.41	37.32	37.09	36.63	37.05	37.79	37.84	37.04	36.37	36.97
TiO2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	
Al2O3	21.91	21.95	22.12	21.93	22.35	22.48	21.87	22.04	21.85	22.10	21.77	22.04	22.10	22.51	21.71	21.93	21.91	21.56	21.77	22.04	22.17	22.36	21.96	21.86	22.20	22.68	22.89	21.77	22.05	21.97
FeO	33.65	31.62	32.86	31.46	33.31	30.29	30.27	31.31	34.40	33.14	31.54	30.32	33.13	30.76	35.04	29.96	34.95	31.91	33.56	31.42	31.99	31.42	31.42	33.97	31.37	30.52	28.98	33.48	30.93	32.97
MnO	1.65	1.49	1.18	0.99	1.40	0.92	1.03	1.13	2.00	2.12	2.16	1.70	1.35	0.94	1.69	1.63	2.59	2.61	1.95	0.80	1.05	0.83	1.37	2.78	2.97	0.61	0.67	1.21	1.11	1.22
MgO	4.55	4.85	5.98	6.43	4.44	7.61	7.13	6.44	4.45	5.03	4.79	4.35	6.15	7.64	4.32	6.48	3.26	3.91	4.74	6.94	6.03	7.13	6.75	4.12	3.93	8.08	9.10	5.21	7.42	4.40
CaO	1.09	3.23	0.94	1.48	2.19	0.89	1.85	1.72	0.88	1.01	2.30	4.88	0.56	0.99	0.78	2.61	0.90	3.19	0.95	1.02	2.09	0.91	0.86	1.15	2.99	0.79	0.70	0.91	0.86	2.58
Cr2O3	0.00	0.05	0.03	0.01	0.00	0.00	0.02	0.02	0.01	0.00	0.05	0.00	0.02	0.04	0.05	0.04	0.00	0.00	0.00	0.04	0.04	0.03	0.01	0.01	0.03	0.04	0.05	0.02	0.00	0.00
NiO	0.00	0.00	0.02	0.00	0.01	0.04	0.06	0.00	0.00	0.02	0.02	0.02	0.06	0.00	0.00	0.03	0.00	0.03	0.00	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.04	0.00	0.00	0.01	0.00
No. of oxyg	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00
Reformatted oxide percentages based on 12 oxygens and with Fe2+/Fe3+ calculated assuming full occupancy																														
SiO2	36.80	37.17	37.10	37.49	37.18	37.70	37.52	37.09	36.65	36.96	36.80	37.51	37.41	37.39	36.99	37.56	36.75	36.62	36.85	37.05	37.41	37.32	37.09	36.63	37.05	37.79	37.84	37.04	36.37	36.97
TiO2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03
Al2O3	21.91	21.95	22.12	21.93	22.35	22.48	21.87	22.04	21.85	22.10	21.77	22.04	22.10	22.51	21.71	21.93	21.91	21.56	21.77	22.04	22.17	22.36	21.96	21.86	22.20	22.68	22.89	21.77	22.05	21.97
Cr2O3	0.00	0.05	0.03	0.01	0.00	0.00	0.02	0.02	0.01	0.00	0.05	0.00	0.02	0.04	0.05	0.04	0.00	0.00	0.00	0.04	0.04	0.03	0.01	0.01	0.03	0.04	0.05	0.02	0.00	0.00
Fe2O3	0.00	0.12	0.05	0.03	0.00	0.00	0.34	0.20	0.10	0.00	0.00	0.08	0.13	0.05	0.08	0.33	0.00	0.36	0.00	0.10	0.20	0.00	0.16	0.16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.48	0.00
FeO	33.65	31.51	32.82	31.44	33.31	30.29	29.96	31.13	34.31	33.14	31.54	30.26	33.01	30.71	34.96	29.66	34.95	31.59	33.56	31.33	31.81	31.42	31.28	33.82	31.37	30.52	28.98	33.48	30.50	32.97
MnO	1.65	1.49	1.18	0.99	1.40	0.92	1.03	1.13	2.00	2.12	2.16	1.70	1.35	0.94	1.69	1.63	2.59	2.61	1.95	0.80	1.05	0.83	1.37	2.78	2.97	0.61	0.67	1.21	1.11	1.22
MgO	4.55	4.85	5.98	6.43	4.44	7.61	7.13	6.44	4.45	5.03	4.79	4.35	6.15	7.64	4.32	6.48	3.26	3.91	4.74	6.94	6.03	7.13	6.75	4.12	3.93	8.08	9.10	5.21	7.42	4.40
NiO	0.00	0.00	0.02	0.00	0.01	0.04	0.06	0.00	0.00	0.02	0.02	0.02	0.06	0.00	0.00	0.03	0.00	0.03	0.00	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.04	0.00	0.00	0.01	0.00
CaO	1.09	3.23	0.94	1.48	2.19	0.89	1.85	1.72	0.88	1.01	2.30	4.88	0.56	0.99	0.78	2.61	0.90	3.19	0.95	1.02	2.09	0.91	0.86	1.15	2.99	0.79	0.70	0.91	0.86	2.58
Total	99.64	100.38	100.24	99.79	100.86	99.95	99.81	99.76	100.25	100.38	99.42	100.84	100.79	100.28	100.59	100.26	100.36	99.87	99.83	99.35	100.81	100.01	99.48	100.55	100.55	100.56	100.23	99.63	98.79	100.13
Si	2.94	2.94	2.93	2.96	2.93	2.94	2.95	2.93	2.93	2.93	2.94	2.95	2.94	2.92	2.95	2.95	2.94	2.94	2.95	2.93	2.93	2.93	2.94	2.93	2.94	2.93	2.92	2.96	2.90	2.94
Al iv	0.06	0.06	0.07	0.04	0.07	0.06	0.05	0.07	0.07	0.07	0.06	0.05	0.06	0.08	0.05	0.05	0.06	0.06	0.05	0.07	0.07	0.07	0.06	0.07	0.06	0.07	0.08	0.04	0.10	0.06
Al vi	2.01	1.99	1.99	2.00	2.01	2.01	1.97	1.99	1.99	2.00	2.00	1.99	1.99	1.99	1.99	1.98	2.02	1.98	2.00	1.99	1.98	2.00	1.99	1.99	2.01	2.00	2.01	2.00	1.97	2.00
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cr	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe3+	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.02	0.00	0.02	0.00	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.03	0.00	
Fe2+	2.27	2.09	2.17	2.07	2.22	1.99	1.97	2.06	2.30	2.20	2.11	1.99	2.17	2.01	2.33	1.95	2.37	2.12	2.25	2.07	2.09	2.07	2.07	2.26	2.10	1.99	1.88	2.24	2.03	2.20
Mn	0.11	0.10	0.08	0.07	0.09	0.06	0.07	0.08	0.14	0.14	0.15	0.11	0.09	0.06	0.11	0.11	0.18	0.18	0.13	0.05	0.07	0.05	0.09	0.19	0.20	0.04	0.04	0.08	0.07	0.08
Mg	0.54	0.57	0.71	0.76	0.52	0.89	0.83	0.76	0.53	0.60	0.57	0.51	0.72	0.89	0.51	0.76	0.39	0.47	0.57	0.82	0.71	0.83	0.80	0.49	0.46	0.93	1.05	0.62	0.88	0.52
Ni	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ca	0.09	0.27	0.08	0.13	0.18	0.07	0.16	0.15	0.08	0.09	0.20	0.41	0.05	0.08	0.07	0.22	0.08	0.27	0.08	0.09	0.18	0.08	0.07	0.10	0.25	0.07	0.06	0.08	0.07	0.22
Total	8.03	8.03	8.03	8.02	8.03	8.03	8.03	8.04	8.04	8.03	8.03	8.03	8.03	8.04	8.03	8.03	8.03	8.04	8.03	8.03	8.03	8.03	8.03	8.04	8.03	8.03	8.04	8.02	8.06	8.03
Almandine	74.60	67.82	70.56	67.98	72.73	65.31	64.08	66.55	74.74	71.92	68.93	64.96	70.84	64.58	76.46	63.19	78.18	68.71	73.57	67.32	67.59	67.04	67.27	73.44	68.73	64.51	60.67	73.65	64.47	72.02
Andradite	0.00	0.37	0.15	0.08	0.00	0.00	1.04	0.60	0.31	0.00	0.00	0.23	0.39	0.16	0.26	0.98	0.00	1.10	0.00	0.32	0.61	0.00	0.47	0.49	0.00	0.00	0.00	0.00	1.47	0.00
Grossular	3.19	8.79	2.45	4.13	6.30	2.52	4.19	4.31	2.23	2.93	6.52	13.69	1.14	2.55	1.86	6.34	2.61	8.22	2.75	2.50	5.24	2.53	1.97	2.86	8.56	2.12	1.84	2.57	1.06	7.47
Pyrope	18.41	19.46	24.04	25.56	17.78	30.10	28.32	25.90	18.08	20.29	19.42	17.28	24.49	30.45	17.41	25.71	13.24	15.93	19.18	27.91	24.03	28.47	27.12	16.76	15.83	31.88	35.84	20.95	30.42	17.72
Spessartine	3.80	3.39	2.70	2.23	3.18	2.07	2.32	2.58	4.61	4.86	4.96	3.84	3.06	2.12	3.86	3.66	5.97	6.03	4.49	1.82	2.38	1.88	3.12	6.44	6.80	1.36	1.50	2.77	2.58	2.78
Uvarovite	0.00	0.16	0.11	0.02	0.00	0.00	0.05	0.06	0.03	0.00	0.16	0.01	0.08	0.14	0.16	0.11	0.00	0.01	0.01	0.13	0.14	0.09	0.04	0.02	0.09	0.13	0.15	0.07	0.00	0.00
AlS	78.40	71.22	73.26	70.21	75.92	67.37	66.40	69.13	79.35	76.78	73.89	68.79	73.90	66.71	80.32	66.86	84.15	74.74	78.06	69.14	69.98	68.92	70.39	79.88	75.53	65.87	62.17	76.42	67.05	74.80
GAU	3.19	9.32	2.70	4.23	6.30	2.52	5.28	4.97	2.57	2.93	6.69	13.93	1.61	2.85	2.27	7.43	2.61	9.33	2.76	2.95	5.99	2.62	2.48	3.36	8.64	2.				

31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	
36.24	37.45	36.77	36.76	36.69	37.00	37.19	37.38	37.57	36.89	37.61	36.71	37.13	37.96	37.29	37.06	36.99	37.22	36.77	37.47	37.01	36.74	36.87	37.46	37.87	37.07	37.21	36.95	36.97	37.11	
0.00	0.02	0.00	0.00	0.01	0.00	0.02	0.00	0.02	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.07	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00		
22.06	22.28	22.07	22.21	21.75	21.89	22.44	22.23	22.76	22.37	22.45	22.01	22.03	22.48	21.95	22.12	21.77	22.23	22.34	22.38	22.63	22.51	21.71	22.46	22.28	21.93	22.40	22.44	22.28	22.13	
31.26	29.80	32.59	31.21	33.55	33.95	32.39	31.59	30.17	31.11	31.35	33.94	33.52	30.17	29.42	32.01	32.47	31.34	32.96	29.58	31.25	33.38	33.84	28.01	31.96	31.99	33.40	30.36	32.52	32.21	
0.97	1.17	3.98	1.01	1.04	1.77	1.06	1.05	0.78	0.53	1.29	1.50	1.80	0.72	1.86	0.95	2.94	0.92	1.55	0.74	1.17	0.64	2.28	1.90	0.83	1.21	1.92	0.87	0.93	1.94	
7.01	7.49	4.44	6.45	4.86	4.24	6.20	7.06	7.94	7.22	7.18	4.04	5.34	8.10	5.03	6.71	4.58	6.77	6.08	8.23	7.15	5.85	3.79	6.97	7.07	5.92	5.34	7.72	6.39	4.90	
1.19	1.37	0.88	1.55	1.55	2.12	0.77	0.88	0.83	1.33	0.98	1.84	0.74	1.23	4.44	1.04	1.07	1.23	0.49	1.04	0.88	1.18	1.87	2.95	0.91	1.13	0.83	0.79	0.70	1.86	
0.01	0.00	0.00	0.03	0.00	0.04	0.07	0.03	0.03	0.00	0.01	0.00	0.09	0.07	0.01	0.00	0.00	0.05	0.03	0.01	0.03	0.03	0.03	0.02	0.03	0.03	0.05	0.00	0.00	0.04	
0.03	0.00	0.04	0.00	0.07	0.06	0.00	0.02	0.05	0.00	0.06	0.00	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.02	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	
12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00
36.24	37.45	36.77	36.76	36.69	37.00	37.19	37.38	37.57	36.89	37.61	36.71	37.13	37.96	37.29	37.06	36.99	37.22	36.77	37.47	37.01	36.74	36.87	37.46	37.87	37.07	37.21	36.95	36.97	37.11	
0.00	0.02	0.00	0.00	0.01	0.00	0.02	0.00	0.02	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.07	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01		
22.06	22.28	22.07	22.21	21.75	21.89	22.44	22.23	22.76	22.37	22.45	22.01	22.03	22.48	21.95	22.12	21.77	22.23	22.34	22.38	22.63	22.51	21.71	22.46	22.28	21.93	22.40	22.44	22.28	22.13	
0.01	0.00	0.00	0.03	0.00	0.04	0.07	0.03	0.03	0.00	0.01	0.00	0.09	0.07	0.01	0.00	0.00	0.05	0.03	0.01	0.03	0.03	0.03	0.02	0.03	0.03	0.05	0.00	0.00	0.04	
0.44	0.00	0.06	0.00	0.08	0.27	0.00	0.13	0.00	0.09	0.14	0.00	0.03	0.08	0.12	0.22	0.00	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	0.05	0.00	0.08	0.00	0.00	0.00	0.00		
30.86	29.80	32.54	31.21	33.48	33.71	32.39	31.48	30.17	31.03	31.23	33.94	33.49	30.09	29.31	31.82	32.47	31.34	32.93	29.57	31.25	33.38	33.80	28.01	31.89	31.99	33.40	30.36	32.52	32.21	
0.97	1.17	3.98	1.01	1.04	1.77	1.06	1.05	0.78	0.53	1.29	1.50	1.80	0.72	1.86	0.95	2.94	0.92	1.55	0.74	1.17	0.64	2.28	1.90	0.83	1.21	1.92	0.87	0.93	1.94	
7.01	7.49	4.44	6.45	4.86	4.24	6.20	7.06	7.94	7.22	7.18	4.04	5.34	8.10	5.03	6.71	4.58	6.77	6.08	8.23	7.15	5.85	3.79	6.97	7.07	5.92	5.34	7.72	6.39	4.90	
0.03	0.00	0.04	0.00	0.07	0.06	0.00	0.02	0.05	0.00	0.06	0.00	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.02	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00		
1.19	1.37	0.88	1.55	1.55	2.12	0.77	0.88	0.83	1.33	0.98	1.84	0.74	1.23	4.44	1.04	1.07	1.23	0.49	1.04	0.88	1.18	1.87	2.95	0.91	1.13	0.83	0.79	0.70	1.86	
98.80	99.57	100.77	99.22	99.52	101.09	100.14	100.25	100.16	99.46	100.95	100.03	100.69	100.73	100.00	99.90	99.82	99.81	100.23	99.44	100.12	100.35	100.44	99.83	100.96	99.31	101.16	99.12	99.79	100.22	
2.89	2.94	2.93	2.92	2.94	2.93	2.93	2.93	2.92	2.91	2.93	2.93	2.94	2.94	2.95	2.93	2.95	2.93	2.91	2.93	2.91	2.90	2.95	2.93	2.95	2.95	2.93	2.92	2.92	2.94	
0.11	0.06	0.07	0.08	0.06	0.07	0.07	0.07	0.08	0.09	0.07	0.07	0.06	0.06	0.05	0.07	0.05	0.07	0.09	0.07	0.09	0.10	0.05	0.07	0.05	0.05	0.07	0.08	0.08	0.06	
1.97	2.00	2.00	2.00	1.99	1.98	2.01	1.99	2.01	1.99	1.99	2.01	1.99	1.99	1.99	1.99	2.01	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	1.99	2.00	1.99	2.01	2.00	2.00	2.00	2.01	
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.01	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
2.06	1.96	2.17	2.08	2.24	2.23	2.15	2.07	1.98	2.05	2.03	2.28	2.22	1.95	1.94	2.10	2.18	2.07	2.18	1.94	2.06	2.21	2.26	1.84	2.08	2.14	2.21	2.01	2.16	2.15	
0.07	0.08	0.27	0.07	0.07	0.12	0.07	0.07	0.05	0.04	0.08	0.10	0.12	0.05	0.12	0.06	0.20	0.06	0.10	0.05	0.08	0.04	0.15	0.13	0.05	0.08	0.13	0.06	0.06	0.13	
0.83	0.88	0.53	0.76	0.58	0.50	0.73	0.83	0.92	0.85	0.83	0.48	0.63	0.93	0.59	0.79	0.55	0.80	0.72	0.96	0.84	0.69	0.45	0.81	0.82	0.70	0.63	0.91	0.75	0.58	
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
0.10	0.12	0.08	0.13	0.13	0.18	0.07	0.07	0.07	0.11	0.08	0.16	0.06	0.10	0.38	0.09	0.09	0.10	0.04	0.09	0.07	0.10	0.16	0.25	0.08	0.10	0.07	0.07	0.06	0.16	
8.06	8.03	8.04	8.04	8.03	8.04	8.03	8.03	8.04	8.04	8.04	8.03	8.03	8.03	8.03	8.04	8.02	8.03	8.04	8.03	8.05	8.05	8.03	8.03	8.03	8.03	8.04	8.04	8.04	8.03	
65.41	63.62	70.26	67.00	73.34	72.72	70.52	66.95	64.39	65.77	65.84	74.79	72.32	63.14	62.93	67.87	71.71	67.24	70.36	62.63	65.99	71.36	73.98	59.55	67.73	70.16	71.85	64.59	70.08	70.51	
1.38	0.00	0.17	0.00	0.24	0.82	0.00	0.40	0.00	0.27	0.41	0.00	0.10	0.24	0.36	0.66	0.00	0.00	0.09	0.01	0.00	0.00	0.15	0.00	0.24	0.00	0.00	0.00	0.00		
2.10	3.93	2.40	4.41	4.27	5.19	2.01	2.02	2.26	3.59	2.37	5.37	1.76	3.00	12.35	2.33	3.10	3.37	1.24	2.93	2.46	3.33	5.18	8.39	2.26	3.17	2.21	2.28	2.02	5.23	
28.83	29.81	17.99	26.16	19.76	17.10	24.85	28.15	31.49	29.16	28.46	16.39	21.43	31.80	20.09	26.97	18.45	27.11	24.66	32.73	28.78	23.72	15.33	27.73	27.84	23.80	21.40	31.15	25.78	19.69	
2.26	2.64	9.17	2.33	2.39	4.05	2.41	2.38	1.75	1.21	2.90	3.45	4.12	1.60	4.23	2.16	6.74	2.10	3.56	1.68	2.67	1.48	5.25	4.29	1.85	2.77	4.38	1.99	2.12	4.43	
0.04	0.00	0.00	0.11	0.00	0.12	0.21	0.10	0.10	0.00	0.03	0.00	0.28	0.22	0.04	0.00	0.00	0.17	0.09	0.02	0.10	0.11	0.11	0.05	0.09	0.09	0.17	0.00	0.00	0.13	
67.66	66.26	79.43	69.33	75.73	76.77	72.93	69.34	66.15	66.98	68.74	78.24	76.43	64.74	67.16	70.03	78.44	69.35	73.92	64.31	68.66	72.84	79.23	63.84	69.58	72.93	76.22	66.57	72.20	74.95	
3.51	3.93	2.57	4.51	4.51	6.13	2.22	2.51	2.36	3.86	2.80	5.37	2.14	3.46	12.75	3.00	3.10	3.54	1.42	2.96	2.56	3.44	5.44	8.44	2.59	3.26	2.38	2.28	2.02	5.36	
28.83	29.81	17.99	26.16	19.76	17.10	24.85	28.15	31.49	29.16	28.46	16.39	21.43	31.80	20.09	26.97	18.45	27.11	24.66	32.73	28.78	23.72	15.33	27.73	27.84	23.80	21.40	31.15	25.78	19.69	
32.34	33.74																													

AMOSTRA 44	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
SiO2	37.72	36.40	36.19	37.06	37.10	37.50	36.80	36.92	37.28	37.10	37.01	37.23	37.67	36.02	37.51	36.13	37.63	37.75	36.86	37.19	37.30	37.22	36.16	36.63	36.72	37.38	36.64	36.47	36.79	36.57
TiO2	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.03	0.00	0.09	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	
Al2O3	22.42	21.92	21.49	21.98	22.34	22.52	21.77	21.89	22.17	21.74	21.98	21.97	22.59	21.15	22.22	21.75	22.56	22.59	21.77	21.93	22.47	22.01	21.72	21.65	22.17	22.20	21.80	21.97	21.79	21.32
FeO	29.67	33.50	30.15	31.52	30.96	32.83	33.03	34.47	30.39	30.78	31.65	31.92	30.94	35.02	30.52	33.96	29.75	28.78	31.76	32.58	32.23	33.50	33.85	33.98	30.44	30.71	31.97	33.01	32.21	35.81
MnO	0.82	1.96	7.10	1.19	0.88	1.84	1.30	1.73	1.12	1.29	2.18	1.73	0.90	2.78	1.62	1.45	0.83	0.64	1.47	0.96	1.12	2.56	1.92	1.46	2.05	1.55	1.59	4.07	1.70	3.55
MgO	8.26	4.71	2.43	6.25	7.42	5.62	5.37	4.57	7.60	6.07	6.10	5.24	7.22	1.35	7.14	4.74	7.02	8.69	4.73	6.37	6.40	4.11	4.39	4.96	6.68	6.59	6.14	3.35	5.19	1.69
CaO	0.84	0.72	1.68	1.29	0.95	0.57	0.99	0.71	0.91	2.37	1.27	2.07	0.76	3.42	0.86	1.34	2.30	1.18	2.96	0.90	0.84	0.69	0.86	0.72	1.10	1.54	0.79	0.72	2.14	1.16
Cr2O3	0.00	0.02	0.00	0.03	0.00	0.00	0.01	0.08	0.00	0.01	0.03	0.08	0.00	0.00	0.04	0.00	0.08	0.00	0.00	0.00	0.06	0.02	0.00	0.03	0.05	0.05	0.01	0.05	0.00	0.03
NiO	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.02	0.03	0.00	0.02	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	0.09	0.08	0.00	0.00
No. of oxyg	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00
Reformatted oxide percentages based on 12 oxygens and with Fe2+/Fe3+ calculated assuming full occupancy																														
SiO2	37.72	36.40	36.19	37.06	37.10	37.50	36.80	36.92	37.28	37.10	37.01	37.23	37.67	36.02	37.51	36.13	37.63	37.75	36.86	37.19	37.30	37.22	36.16	36.63	36.72	37.38	36.64	36.47	36.79	36.57
TiO2	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.03	0.00	0.09	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
Al2O3	22.42	21.92	21.49	21.98	22.34	22.52	21.77	21.89	22.17	21.74	21.98	21.97	22.59	21.15	22.22	21.75	22.56	22.59	21.77	21.93	22.47	22.01	21.72	21.65	22.17	22.20	21.80	21.97	21.79	21.32
Cr2O3	0.00	0.02	0.00	0.03	0.00	0.00	0.01	0.08	0.00	0.01	0.03	0.08	0.00	0.00	0.04	0.00	0.08	0.00	0.00	0.00	0.06	0.02	0.00	0.03	0.05	0.05	0.01	0.05	0.00	0.03
Fe2O3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.14	0.28	0.35	0.00	0.00	0.25	0.00	0.34	0.00	0.00	0.12	0.21	0.00	0.00	0.00	0.11	0.05	0.00	0.21	0.00	0.32	0.00
FeO	29.67	33.50	30.15	31.52	30.87	32.83	33.03	34.47	30.27	30.52	31.33	31.92	30.94	34.80	30.52	33.66	29.75	28.78	31.66	32.39	32.23	33.50	33.85	33.88	30.40	30.71	31.79	33.01	31.92	35.81
MnO	0.82	1.96	7.10	1.19	0.88	1.84	1.30	1.73	1.12	1.29	2.18	1.73	0.90	2.78	1.62	1.45	0.83	0.64	1.47	0.96	1.12	2.56	1.92	1.46	2.05	1.55	1.59	4.07	1.70	3.55
MgO	8.26	4.71	2.43	6.25	7.42	5.62	5.37	4.57	7.60	6.07	6.10	5.24	7.22	1.35	7.14	4.74	7.02	8.69	4.73	6.37	6.40	4.11	4.39	4.96	6.68	6.59	6.14	3.35	5.19	1.69
NiO	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.02	0.03	0.00	0.02	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	0.09	0.08	0.00	0.00
CaO	0.84	0.72	1.68	1.29	0.95	0.57	0.99	0.71	0.91	2.37	1.27	2.07	0.76	3.42	0.86	1.34	2.30	1.18	2.96	0.90	0.84	0.69	0.86	0.72	1.10	1.54	0.79	0.72	2.14	1.16
Total	99.73	99.24	99.04	99.31	99.66	100.93	99.28	100.37	99.49	99.38	100.26	100.27	100.07	99.85	99.94	99.40	100.15	99.64	99.61	99.96	100.50	100.11	98.94	99.44	99.22	100.03	99.05	99.72	99.85	100.12
Si	2.94	2.93	2.95	2.94	2.92	2.94	2.95	2.94	2.93	2.94	2.92	2.95	2.94	2.94	2.94	2.91	2.93	2.93	2.94	2.94	2.92	2.96	2.93	2.94	2.92	2.94	2.93	2.93	2.93	2.97
Al iv	0.06	0.07	0.05	0.06	0.08	0.06	0.05	0.06	0.07	0.06	0.08	0.05	0.06	0.06	0.06	0.09	0.07	0.07	0.06	0.06	0.08	0.04	0.07	0.06	0.08	0.06	0.07	0.07	0.07	0.03
Al vi	2.00	2.01	2.02	2.00	1.99	2.02	2.00	2.00	1.99	1.98	1.97	1.99	2.02	1.98	2.00	1.98	2.01	2.01	1.99	1.99	2.00	2.03	2.00	1.99	1.99	2.00	1.99	2.02	1.98	2.01
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cr	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe3+	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02	0.02	0.00	0.00	0.02	0.00	0.02	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.02	0.00	0.00
Fe2+	1.94	2.26	2.08	2.10	2.03	2.18	2.21	2.30	1.99	2.03	2.07	2.11	2.05	2.38	2.01	2.27	1.96	1.88	2.11	2.14	2.13	2.27	2.30	2.28	2.02	2.02	2.13	2.26	2.13	2.45
Mn	0.05	0.13	0.49	0.08	0.06	0.12	0.09	0.12	0.07	0.09	0.15	0.12	0.06	0.19	0.11	0.10	0.05	0.04	0.10	0.06	0.07	0.17	0.13	0.10	0.14	0.10	0.11	0.28	0.11	0.24
Mg	0.96	0.56	0.30	0.74	0.87	0.66	0.64	0.54	0.89	0.72	0.72	0.62	0.84	0.16	0.84	0.57	0.82	1.01	0.56	0.75	0.75	0.49	0.53	0.59	0.79	0.77	0.73	0.40	0.62	0.20
Ni	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
Ca	0.07	0.06	0.15	0.11	0.08	0.05	0.08	0.06	0.08	0.20	0.11	0.18	0.06	0.30	0.07	0.12	0.19	0.10	0.25	0.08	0.07	0.06	0.07	0.06	0.09	0.13	0.07	0.06	0.18	0.10
Total	8.03	8.03	8.02	8.03	8.04	8.03	8.03	8.03	8.03	8.03	8.04	8.03	8.03	8.03	8.03	8.05	8.03	8.03	8.03	8.03	8.03	8.02	8.04	8.03	8.04	8.03	8.04	8.03	8.04	8.01
Almandine	63.13	74.05	68.39	68.44	65.44	71.87	72.35	75.54	64.44	65.83	66.78	69.13	67.25	77.72	65.51	73.07	63.78	60.92	68.89	69.69	69.47	75.72	74.83	74.31	64.94	65.79	69.03	74.74	68.82	81.50
Andradite	0.00	0.00	0.00	0.00	0.31	0.00	0.00	0.00	0.42	0.85	1.05	0.00	0.00	0.77	0.00	1.06	0.00	0.00	0.36	0.65	0.00	0.00	0.00	0.34	0.16	0.00	0.64	0.00	0.97	0.00
Grossular	2.37	2.07	4.98	3.63	2.44	1.63	2.86	1.79	2.20	5.96	2.51	5.69	2.16	9.41	2.32	2.92	6.30	3.35	8.24	1.95	2.21	1.91	2.56	1.68	2.87	4.26	1.64	1.96	5.27	3.28
Pyrope	32.65	19.28	10.01	25.12	29.80	22.35	21.77	18.44	30.40	24.40	24.55	20.99	28.57	5.58	28.37	19.54	27.82	34.30	19.13	25.53	25.58	16.46	18.11	20.20	27.12	26.27	24.99	13.68	21.03	6.90
Spessartint	1.85	4.55	16.62	2.73	2.02	4.15	3.00	3.97	2.54	2.94	4.99	3.93	2.01	6.53	3.66	3.40	1.86	1.42	3.37	2.18	2.54	5.84	4.50	3.38	4.74	3.51	3.67	9.46	3.90	8.21
Uvarovite	0.00	0.06	0.00	0.08	0.00	0.00	0.02	0.26	0.00	0.02	0.10	0.26	0.00	0.00	0.14	0.00	0.24	0.01	0.01	0.00	0.20	0.07	0.00	0.08	0.17	0.17	0.03	0.16	0.00	0.10
AlS	64.98	78.59	85.01	71.16	67.45	76.02	75.35	79.51	66.98	68.77	71.78	73.06	69.27	84.25	69.17	76.48	65.64	62.34	72.26	71.87	72.01	81.56	79.33	77.69	69.68	69.30	72.70	84.20	72.73	89.72
GAU	2.37	2.13	4.98	3.71	2.75	1.63	2.87	2.05	2.62	6.83	3.67	5.95	2.16	10.18	2.46	3.98	6.54	3.36	8.61	2.60	2.41									

31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
37.12	37.56	37.14	37.73	37.55	37.59	36.65	37.24	36.17	36.62	37.43	36.87	36.26	36.91	36.97	37.69	36.84	36.89	37.27	36.62	37.10	35.95	36.58	37.29	36.78	36.76	37.33	36.42	36.89	37.85
0.03	0.00	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
22.13	22.38	21.92	22.33	22.18	22.50	21.89	22.22	21.71	21.85	22.27	22.33	21.82	21.89	22.08	22.25	21.55	21.55	22.21	21.97	22.30	21.65	21.81	22.13	22.02	21.93	22.38	21.36	22.18	22.42
30.22	30.77	32.43	29.85	33.13	31.65	35.11	30.62	35.18	32.26	28.81	32.64	35.13	34.89	30.70	29.68	30.57	31.61	32.00	33.51	32.44	32.53	32.48	32.65	33.53	33.76	29.27	29.28	31.40	31.02
2.36	1.07	1.97	0.60	0.88	0.87	1.88	0.76	2.54	2.00	1.46	1.16	2.30	1.65	2.00	0.85	3.21	2.01	1.12	2.34	0.98	1.30	1.88	1.07	1.87	2.47	0.77	1.90	1.03	1.11
6.34	6.90	5.07	8.65	5.73	6.88	4.08	7.56	3.38	4.49	8.43	6.30	3.82	3.88	5.50	8.19	4.52	5.31	6.47	4.59	5.59	5.42	5.44	5.81	4.63	4.39	7.83	4.65	6.11	6.88
1.43	1.67	1.05	0.74	0.76	0.87	0.72	0.89	1.02	2.47	1.22	0.84	0.77	1.44	2.14	0.92	2.80	1.26	0.87	0.84	1.40	1.80	0.85	1.87	1.24	0.80	1.73	4.77	1.44	1.16
0.10	0.03	0.07	0.03	0.00	0.04	0.06	0.00	0.03	0.01	0.03	0.04	0.02	0.01	0.00	0.06	0.05	0.03	0.00	0.04	0.00	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
0.00	0.00	0.04	0.00	0.01	0.02	0.00	0.00	0.02	0.00	0.01	0.04	0.00	0.01	0.00	0.00	0.04	0.00	0.03	0.00	0.00	0.03	0.01	0.08	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.05
12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00
37.12	37.56	37.14	37.73	37.55	37.59	36.65	37.24	36.17	36.62	37.43	36.87	36.26	36.91	36.97	37.69	36.84	36.89	37.27	36.62	37.10	35.95	36.58	37.29	36.78	36.76	37.33	36.42	36.89	37.85
0.03	0.00	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
22.13	22.38	21.92	22.33	22.18	22.50	21.89	22.22	21.71	21.85	22.27	22.33	21.82	21.89	22.08	22.25	21.55	21.55	22.21	21.97	22.30	21.65	21.81	22.13	22.02	21.93	22.38	21.36	22.18	22.42
0.10	0.03	0.07	0.03	0.00	0.04	0.06	0.00	0.03	0.01	0.03	0.04	0.02	0.01	0.00	0.06	0.05	0.03	0.00	0.04	0.00	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.20	0.00	0.00	0.00	0.01	0.10	0.10	0.32	0.08	0.10	0.00	0.00	0.01	0.23	0.00	0.00	0.00	0.00	0.52	0.01	0.30	0.00	0.00	0.00	0.50	0.00	0.00
30.22	30.77	32.43	29.67	33.13	31.65	35.11	30.61	35.09	32.17	28.52	32.57	35.03	34.89	30.70	29.67	30.37	31.61	32.00	33.51	32.44	32.06	32.47	32.38	33.53	33.76	29.27	28.83	31.40	31.02
2.36	1.07	1.97	0.60	0.88	0.87	1.88	0.76	2.54	2.00	1.46	1.16	2.30	1.65	2.00	0.85	3.21	2.01	1.12	2.34	0.98	1.30	1.88	1.07	1.87	2.47	0.77	1.90	1.03	1.11
6.34	6.90	5.07	8.65	5.73	6.88	4.08	7.56	3.38	4.49	8.43	6.30	3.82	3.88	5.50	8.19	4.52	5.31	6.47	4.59	5.59	5.42	5.44	5.81	4.63	4.39	7.83	4.65	6.11	6.88
0.00	0.00	0.04	0.00	0.01	0.02	0.00	0.00	0.02	0.00	0.01	0.04	0.00	0.01	0.00	0.00	0.04	0.00	0.03	0.00	0.00	0.03	0.01	0.08	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.05
1.43	1.67	1.05	0.74	0.76	0.87	0.72	0.89	1.02	2.47	1.22	0.84	0.77	1.44	2.14	0.92	2.80	1.26	0.87	0.84	1.40	1.80	0.85	1.87	1.24	0.80	1.73	4.77	1.44	1.16
99.73	100.37	99.69	99.99	100.24	100.42	100.39	99.30	100.06	99.73	99.69	100.22	100.12	100.70	99.38	99.64	99.61	98.66	99.97	99.90	99.80	98.80	99.05	100.93	100.07	100.11	99.32	98.43	99.05	100.49
2.93	2.94	2.95	2.94	2.96	2.94	2.93	2.94	2.92	2.93	2.92	2.91	2.92	2.94	2.94	2.95	2.95	2.96	2.94	2.93	2.93	2.90	2.94	2.93	2.93	2.94	2.93	2.93	2.93	2.95
0.07	0.06	0.05	0.06	0.04	0.06	0.07	0.06	0.08	0.07	0.08	0.09	0.08	0.06	0.06	0.05	0.05	0.04	0.06	0.07	0.07	0.10	0.06	0.07	0.07	0.06	0.07	0.07	0.05	
2.00	2.00	2.01	1.98	2.02	2.01	2.00	2.00	1.99	1.99	1.98	1.99	1.99	2.00	2.01	2.00	1.98	2.00	2.00	2.00	2.02	1.96	2.00	1.98	2.01	2.01	2.00	1.97	2.01	2.01
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.02	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.03	0.00	0.00
2.00	2.01	2.18	1.93	2.21	2.08	2.35	2.02	2.37	2.15	1.86	2.15	2.36	2.33	2.05	1.94	2.03	2.13	2.12	2.25	2.17	2.16	2.18	2.13	2.24	2.27	1.92	1.94	2.10	2.04
0.16	0.07	0.13	0.04	0.06	0.06	0.13	0.05	0.17	0.14	0.10	0.08	0.16	0.11	0.13	0.06	0.22	0.14	0.08	0.16	0.07	0.09	0.13	0.07	0.13	0.17	0.05	0.13	0.07	0.07
0.75	0.80	0.60	1.00	0.67	0.80	0.49	0.89	0.41	0.54	0.98	0.74	0.46	0.46	0.65	0.95	0.54	0.64	0.76	0.55	0.66	0.65	0.65	0.68	0.55	0.52	0.92	0.56	0.72	0.80
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.12	0.14	0.09	0.06	0.06	0.07	0.06	0.08	0.09	0.21	0.10	0.07	0.07	0.12	0.18	0.08	0.24	0.11	0.07	0.07	0.12	0.16	0.07	0.16	0.11	0.07	0.15	0.41	0.12	0.10
8.03	8.03	8.02	8.03	8.02	8.03	8.03	8.03	8.04	8.04	8.04	8.04	8.04	8.03	8.03	8.03	8.03	8.02	8.03	8.03	8.03	8.06	8.03	8.04	8.03	8.03	8.04	8.04	8.03	8.02
65.02	65.45	72.11	62.35	73.10	68.27	76.95	65.43	77.14	69.86	59.66	69.42	76.65	76.35	67.05	63.08	66.20	70.25	69.06	73.46	71.26	69.13	70.99	68.95	73.32	74.20	62.03	62.54	68.74	67.13
0.00	0.00	0.00	0.60	0.00	0.00	0.00	0.03	0.32	0.30	0.96	0.23	0.32	0.00	0.00	0.03	0.71	0.00	0.00	0.00	0.00	1.63	0.02	0.91	0.00	0.00	0.00	1.55	0.00	0.00
3.80	4.67	2.82	1.44	2.16	2.37	1.91	2.52	2.58	6.90	2.43	2.09	1.90	4.14	6.21	2.41	7.28	3.56	2.50	2.34	4.03	3.57	2.45	4.46	3.60	2.31	4.95	12.46	4.17	3.28
25.47	27.39	20.37	34.18	22.75	27.28	16.60	30.28	13.92	18.27	33.55	25.48	15.71	15.67	22.17	32.40	18.28	21.47	25.89	18.68	22.47	22.45	22.18	23.24	18.76	17.80	31.26	19.02	24.71	27.10
5.39	2.41	4.49	1.36	1.99	1.97	4.35	1.73	5.94	4.63	3.30	2.67	5.37	3.79	4.58	1.90	7.37	4.62	2.55	5.41	2.23	3.07	4.35	2.43	4.32	5.68	1.75	4.42	2.37	2.48
0.32	0.09	0.21	0.08	0.00	0.11	0.19	0.01	0.11	0.03	0.10	0.12	0.05	0.04	0.00	0.18	0.16	0.10	0.00	0.12	0.00	0.15	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.02	0.00	0.01
70.41	67.86	76.60	63.71	75.09	70.24	81.30	67.16	83.08	74.50	62.96	72.09	82.01	80.14	71.63	64.98	73.57	74.87	71.62	78.87	73.50	72.20	75.34	71.38	77.64	79.88	63.79	66.96	71.12	69.60
4.12	4.75	3.03	2.11	2.16	2.48	2.10	2.56	3.01	7.23	3.48	2.44	2.28	4.19	6.21	2.62	8.15	3.66	2.50	2.45	4.03	5.35	2.48	5.38	3.60	2.32	4.95	14.02	4.17	3.30
25.47	27.39	20.37	34.18	22.75	27.28	16.60	30.28	13.92	18.27	33.55	25.48	15.71	15.67	22.17	32.40	18.28	21.47	25.89	18.68	22.47	22.45	22.18	23.24	18.76	17.80	31.26	19.02	24.71	27.10
29.																													

AMOSTRA 48	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
SiO2	36.67	36.88	37.45	37.48	37.47	37.02	36.98	36.76	36.93	36.70	37.21	36.56	37.45	36.16	37.42	35.63	37.95	37.75	37.25	37.26	37.32	35.20	36.85	37.80	37.67	37.51	37.48	37.71	37.49	36.77
TiO2	0.00	0.00	0.00	0.04	0.03	0.01	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	
Al2O3	21.80	21.49	22.43	22.33	21.93	21.51	22.31	21.80	21.84	21.94	22.18	21.91	22.00	22.24	22.34	22.11	22.84	22.45	22.23	22.38	22.49	22.26	22.32	22.47	22.14	22.40	22.13	22.25	22.46	22.13
FeO	30.11	30.87	30.93	31.67	31.86	29.41	29.39	29.33	29.55	33.48	31.24	31.66	32.78	32.63	31.00	32.55	30.90	29.19	33.78	34.22	32.58	31.42	31.43	28.30	30.52	31.65	32.10	29.94	32.76	33.66
MnO	2.34	2.84	1.34	2.72	1.01	4.27	3.39	5.25	2.74	1.56	0.92	1.50	1.20	0.91	1.03	0.98	0.69	1.02	1.28	1.76	1.44	0.80	0.57	0.79	0.82	1.66	1.02	1.40	1.04	1.23
MgO	4.86	3.99	6.42	5.24	5.55	4.79	6.29	5.29	6.24	5.10	5.45	4.54	5.86	6.38	6.76	5.06	7.69	6.72	5.52	4.93	6.09	7.20	6.65	9.51	7.40	6.04	6.06	7.12	6.33	4.43
CaO	3.77	3.68	2.02	1.43	2.89	2.63	1.32	1.19	1.91	0.98	3.10	2.95	1.26	0.95	1.73	2.45	1.00	3.45	0.79	0.86	0.89	0.89	1.58	0.92	1.29	1.40	1.66	1.54	1.00	1.94
Cr2O3	0.09	0.03	0.05	0.04	0.01	0.04	0.06	0.06	0.07	0.09	0.00	0.00	0.05	0.03	0.00	0.06	0.02	0.00	0.01	0.00	0.03	0.04	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.03	0.01	0.00
NiO	0.02	0.02	0.00	0.02	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.03	0.00	0.00	0.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.00	0.00	0.03	0.02	0.00	0.00
No. of oxyg	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00
Reformatted oxide percentages based on 12 oxygens and with Fe2+/Fe3+ calculated assuming full occupancy																														
SiO2	36.67	36.88	37.45	37.48	37.47	37.02	36.98	36.76	36.93	36.70	37.21	36.56	37.45	36.16	37.42	35.63	37.95	37.75	37.25	37.26	37.32	35.20	36.85	37.80	37.67	37.51	37.48	37.71	37.49	36.77
TiO2	0.00	0.00	0.00	0.04	0.03	0.01	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00
Al2O3	21.80	21.49	22.43	22.33	21.93	21.51	22.31	21.80	21.84	21.94	22.18	21.91	22.00	22.24	22.34	22.11	22.84	22.45	22.23	22.38	22.49	22.26	22.32	22.47	22.14	22.40	22.13	22.25	22.46	22.13
Cr2O3	0.09	0.03	0.05	0.04	0.01	0.04	0.06	0.06	0.07	0.09	0.00	0.00	0.05	0.03	0.00	0.06	0.02	0.00	0.01	0.00	0.03	0.04	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.03	0.01	0.00
Fe2O3	0.34	0.31	0.00	0.00	0.34	0.29	0.00	0.14	0.21	0.00	0.00	0.10	0.29	0.04	0.29	0.00	0.04	0.00	0.00	0.00	0.50	0.00	0.30	0.05	0.00	0.04	0.00	0.00	0.00	
FeO	29.81	30.59	30.93	31.67	31.55	29.15	29.39	29.21	29.36	33.48	31.24	31.66	32.69	32.37	30.97	32.29	30.90	29.15	33.78	34.22	32.58	30.97	31.43	28.03	30.48	31.65	32.06	29.94	32.76	33.66
MnO	2.34	2.84	1.34	2.72	1.01	4.27	3.39	5.25	2.74	1.56	0.92	1.50	1.20	0.91	1.03	0.98	0.69	1.02	1.28	1.76	1.44	0.80	0.57	0.79	0.82	1.66	1.02	1.40	1.04	1.23
MgO	4.86	3.99	6.42	5.24	5.55	4.79	6.29	5.29	6.24	5.10	5.45	4.54	5.86	6.38	6.76	5.06	7.69	6.72	5.52	4.93	6.09	7.20	6.65	9.51	7.40	6.04	6.06	7.12	6.33	4.43
NiO	0.02	0.02	0.00	0.02	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.03	0.00	0.00	0.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.00	0.00	0.03	0.02	0.00	0.00
CaO	3.77	3.68	2.02	1.43	2.89	2.63	1.32	1.19	1.91	0.98	3.10	2.95	1.26	0.95	1.73	2.45	1.00	3.45	0.79	0.86	0.89	0.89	1.58	0.92	1.29	1.40	1.66	1.54	1.00	1.94
Total	99.69	99.83	100.64	100.95	100.79	99.71	99.73	99.71	99.30	99.84	100.11	99.18	100.64	99.32	100.28	98.93	101.09	100.57	100.86	101.40	100.84	97.87	99.42	99.85	99.85	100.67	100.47	100.00	101.09	100.16
Si	2.92	2.95	2.93	2.94	2.94	2.95	2.92	2.93	2.93	2.93	2.94	2.93	2.95	2.89	2.93	2.87	2.93	2.94	2.94	2.93	2.93	2.84	2.92	2.93	2.95	2.94	2.95	2.95	2.93	2.93
Al iv	0.08	0.05	0.07	0.06	0.06	0.05	0.08	0.07	0.07	0.07	0.06	0.07	0.05	0.11	0.07	0.13	0.07	0.06	0.06	0.07	0.07	0.16	0.08	0.07	0.05	0.06	0.05	0.05	0.07	0.07
Al vi	1.97	1.98	2.00	2.01	1.98	1.98	2.00	1.99	1.98	2.00	2.00	2.00	1.99	1.98	2.00	1.98	2.01	2.00	2.00	2.01	2.01	1.96	2.00	1.98	2.00	2.01	2.00	2.00	2.00	2.01
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cr	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe3+	0.02	0.02	0.00	0.00	0.02	0.02	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe2+	1.99	2.05	2.03	2.10	2.07	1.94	1.95	1.95	1.95	2.24	2.06	2.13	2.15	2.16	2.03	2.18	2.01	1.90	2.23	2.26	2.15	2.09	2.08	1.81	2.00	2.09	2.11	1.97	2.14	2.25
Mn	0.16	0.19	0.09	0.18	0.07	0.29	0.23	0.35	0.18	0.11	0.06	0.10	0.08	0.06	0.07	0.07	0.05	0.07	0.09	0.12	0.10	0.05	0.04	0.05	0.05	0.11	0.07	0.09	0.07	0.08
Mg	0.58	0.48	0.75	0.61	0.65	0.57	0.74	0.63	0.74	0.61	0.64	0.54	0.69	0.76	0.79	0.61	0.89	0.78	0.65	0.58	0.71	0.87	0.78	1.10	0.86	0.71	0.83	0.74	0.53	
Ni	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ca	0.32	0.32	0.17	0.12	0.24	0.22	0.11	0.10	0.16	0.08	0.26	0.25	0.11	0.08	0.15	0.21	0.08	0.29	0.07	0.07	0.07	0.08	0.13	0.08	0.11	0.12	0.14	0.13	0.08	0.17
Total	8.04	8.03	8.03	8.03	8.03	8.03	8.04	8.03	8.04	8.03	8.03	8.03	8.03	8.06	8.03	8.07	8.03	8.03	8.03	8.03	8.04	8.08	8.04	8.04	8.02	8.03	8.03	8.02	8.03	8.03
Almandine	63.82	66.65	65.66	68.94	67.38	63.32	63.07	63.00	63.01	72.82	67.14	69.38	70.35	68.75	65.79	69.12	65.40	61.40	72.74	73.79	69.84	64.90	67.23	58.14	65.19	68.25	68.87	64.35	69.61	73.57
Andradite	1.04	0.95	0.00	0.00	1.03	0.88	0.00	0.43	0.64	0.00	0.00	0.00	0.31	0.90	0.11	0.91	0.00	0.11	0.00	0.00	0.00	1.61	0.00	0.90	0.14	0.00	0.11	0.00	0.00	
Grossular	9.70	9.67	5.61	3.95	7.22	6.60	3.63	2.84	4.65	2.58	8.92	8.62	3.13	1.82	4.86	6.26	2.77	9.67	2.22	2.47	2.48	0.97	4.52	1.66	3.52	4.00	4.62	4.29	2.83	5.66
Pyrope	19.74	16.14	25.55	20.83	22.06	19.29	25.35	21.45	25.18	20.71	21.84	18.51	23.32	26.32	26.92	21.17	30.21	26.53	22.08	19.74	24.34	30.48	26.88	37.50	29.29	24.00	24.08	28.14	25.18	17.94
Spessartine	5.41	6.51	3.02	6.15	2.29	9.78	7.76	12.09	6.28	3.61	2.09	3.47	2.72	2.13	2.32	2.33	1.55	2.28	2.91	3.99	3.26	1.92	1.31	1.77	1.85	3.75	2.31	3.15	2.34	2.83
Uvarovite	0.28	0.08	0.15	0.13	0.02	0.13	0.19	0.19	0.23	0.29	0.00	0.01	0.16	0.10	0.00	0.21	0.07	0.00	0.04	0.00	0.08	0.12	0.07	0.04	0.01	0.00	0.00	0.08	0.04	0.00
AlS	69.24	73.16	68.68	75.09	69.67	73.10	70.83	75.09	69.29	76.42	69.24	72.85	73.08	70.88	68.12	71.46	66.95	63.69	75.66	77.79	73.10	66.82	68.54	59.90	67.04	72.01	71.18	67.50	71.95	76.40
GAU	11.03	10.70	5.76	4.08	8.27	7.61	3.82	3.46	5.53	2.87	8.92	8.64	3.60	2.81	4.96	7.38	2.83	9.79	2.26	2.47	2.56	2.70	4.59	2.60	3.67	4.00	4.74	4		

31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
38.22	37.33	37.49	37.76	38.15	37.06	37.38	37.03	37.32	37.41	36.86	37.73	37.85	36.73	37.68	38.04	36.93	35.96	37.52	37.45	37.12	37.91	36.74	38.30	37.47	36.98	37.49	37.17	37.24	37.52
0.07	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.03	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.01	0.02	0.00	0.00	0.02	0.00	0.04	0.04	0.00	0.00	0.01	0.01	0.02
22.75	22.39	22.52	22.42	22.92	21.94	22.39	22.18	21.78	22.46	22.06	22.57	22.29	22.44	22.57	22.68	22.42	21.67	22.37	22.73	22.17	22.76	21.82	22.82	22.08	22.17	21.91	22.20	22.08	22.15
30.81	32.54	29.01	32.32	29.48	30.95	32.18	31.61	30.63	31.42	34.52	31.30	33.38	29.92	30.31	29.68	32.78	36.22	33.27	32.33	30.94	29.99	30.33	30.26	30.47	32.45	32.48	33.65	29.82	31.57
1.09	1.25	2.87	0.89	0.87	1.82	1.00	0.95	3.66	0.77	1.17	0.76	1.32	1.48	0.99	1.87	1.29	1.59	1.22	1.00	2.44	0.72	2.57	0.80	1.04	0.98	1.25	1.35	1.62	1.05
7.45	6.43	7.52	6.98	8.42	4.28	6.55	5.99	3.98	6.07	4.19	7.85	5.81	8.10	7.15	8.35	6.13	2.46	5.96	6.62	4.25	8.43	3.49	8.38	5.67	6.59	6.14	5.26	6.36	7.04
1.16	0.92	1.10	0.75	1.06	4.84	0.94	2.00	3.64	2.58	2.01	0.99	1.21	0.43	1.68	0.60	0.91	2.22	0.78	0.89	3.72	0.87	5.09	1.04	3.37	0.67	1.33	0.82	2.74	0.70
0.08	0.00	0.00	0.07	0.00	0.00	0.00	0.02	0.02	0.02	0.06	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.02	0.03	0.06	0.05	0.06	0.02	0.01	0.05	0.00	0.01	0.02	0.05	0.04	0.03
0.01	0.05	0.06	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.04	0.01	0.03	0.04	0.00	0.00	0.02	0.03	0.01	0.03	0.00	0.00	0.05	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00
38.22	37.33	37.49	37.76	38.15	37.06	37.38	37.03	37.32	37.41	36.86	37.73	37.85	36.73	37.68	38.04	36.93	35.96	37.52	37.45	37.12	37.91	36.74	38.30	37.47	36.98	37.49	37.17	37.24	37.52
0.07	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.03	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.01	0.02	0.00	0.00	0.02	0.00	0.04	0.04	0.00	0.00	0.01	0.01	0.02
22.75	22.39	22.52	22.42	22.92	21.94	22.39	22.18	21.78	22.46	22.06	22.57	22.29	22.44	22.57	22.68	22.42	21.67	22.37	22.73	22.17	22.76	21.82	22.82	22.08	22.17	21.91	22.20	22.08	22.15
0.08	0.00	0.00	0.07	0.00	0.00	0.00	0.02	0.02	0.02	0.06	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.02	0.03	0.06	0.05	0.06	0.02	0.01	0.05	0.00	0.01	0.02	0.05	0.04	0.03
0.00	0.11	0.14	0.04	0.00	0.50	0.00	0.00	0.29	0.00	0.04	0.32	0.12	0.17	0.00	0.14	0.03	0.17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.19	0.00	0.10	0.30	0.00	0.21	0.00	
30.81	32.44	28.89	32.29	29.48	30.50	32.18	31.61	30.37	31.42	34.48	31.01	33.27	29.77	30.31	29.55	32.75	36.07	33.27	32.33	30.94	29.99	30.15	30.26	30.47	32.36	32.20	33.65	29.63	31.57
1.09	1.25	2.87	0.89	0.87	1.82	1.00	0.95	3.66	0.77	1.17	0.76	1.32	1.48	0.99	1.87	1.29	1.59	1.22	1.00	2.44	0.72	2.57	0.80	1.04	0.98	1.25	1.35	1.62	1.05
7.45	6.43	7.52	6.98	8.42	4.28	6.55	5.99	3.98	6.07	4.19	7.85	5.81	8.10	7.15	8.35	6.13	2.46	5.96	6.62	4.25	8.43	3.49	8.38	5.67	6.59	6.14	5.26	6.36	7.04
0.01	0.05	0.06	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.04	0.01	0.03	0.04	0.00	0.00	0.02	0.03	0.01	0.03	0.00	0.00	0.05	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1.16	0.92	1.10	0.75	1.06	4.84	0.94	2.00	3.64	2.58	2.01	0.99	1.21	0.43	1.68	0.60	0.91	2.22	0.78	0.89	3.72	0.87	5.09	1.04	3.37	0.67	1.33	0.82	2.74	0.70
101.64	100.91	100.57	101.18	100.91	100.94	100.47	99.78	101.10	100.76	100.94	101.26	101.88	99.11	100.42	101.26	100.49	100.20	101.21	101.07	100.76	100.73	100.06	101.69	100.14	99.86	100.64	100.49	99.91	100.08
2.94	2.92	2.92	2.94	2.93	2.92	2.93	2.93	2.95	2.93	2.93	2.92	2.95	2.90	2.93	2.93	2.91	2.91	2.94	2.92	2.93	2.93	2.93	2.93	2.95	2.92	2.95	2.94	2.93	2.95
0.06	0.08	0.08	0.06	0.07	0.08	0.07	0.07	0.05	0.07	0.07	0.08	0.05	0.10	0.07	0.07	0.09	0.09	0.06	0.08	0.07	0.07	0.07	0.05	0.08	0.05	0.06	0.07	0.05	
2.00	1.99	1.99	1.99	2.01	1.97	2.00	2.00	1.98	2.00	1.99	1.98	1.99	1.99	2.01	1.99	2.00	1.99	2.00	2.01	2.00	2.00	1.99	1.99	2.00	1.99	1.98	2.01	1.98	2.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.03	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.02	0.01	0.01	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.02	0.00	0.01	0.00
2.00	2.13	1.88	2.10	1.91	2.01	2.12	2.09	2.01	2.06	2.29	2.01	2.17	1.97	1.99	1.90	2.16	2.44	2.18	2.12	2.05	1.94	2.01	1.94	2.01	2.14	2.12	2.24	1.95	2.07
0.07	0.08	0.19	0.06	0.06	0.12	0.07	0.06	0.25	0.05	0.08	0.05	0.09	0.10	0.07	0.12	0.09	0.11	0.08	0.07	0.16	0.05	0.17	0.05	0.07	0.07	0.08	0.09	0.11	0.07
0.85	0.75	0.87	0.81	0.97	0.50	0.77	0.71	0.47	0.71	0.50	0.90	0.67	0.95	0.83	0.96	0.72	0.30	0.70	0.77	0.50	0.97	0.42	0.96	0.67	0.78	0.72	0.62	0.75	0.82
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.10	0.08	0.09	0.06	0.09	0.41	0.08	0.17	0.31	0.22	0.17	0.08	0.10	0.04	0.14	0.05	0.08	0.19	0.07	0.07	0.31	0.07	0.43	0.09	0.28	0.06	0.11	0.07	0.23	0.06
8.03	8.04	8.04	8.03	8.03	8.04	8.03	8.03	8.03	8.04	8.04	8.04	8.03	8.05	8.03	8.04	8.04	8.04	8.03	8.04	8.03	8.03	8.04	8.03	8.02	8.04	8.03	8.03	8.04	8.03
65.31	68.86	60.48	68.31	62.19	64.63	68.92	67.91	65.37	66.69	74.53	64.49	70.71	62.48	64.72	61.41	69.66	79.47	71.32	68.83	66.62	62.81	65.07	62.72	65.45	69.26	68.96	73.48	62.98	67.66
0.00	0.33	0.41	0.11	0.00	1.51	0.00	0.00	0.86	0.00	0.14	0.95	0.37	0.53	0.00	0.42	0.08	0.54	0.00	0.00	0.00	0.00	0.60	0.01	0.31	0.92	0.00	0.63	0.01	
3.01	2.31	2.73	1.81	2.97	12.49	2.70	5.75	9.51	7.31	5.52	1.86	3.06	0.73	4.76	1.26	2.50	5.98	2.05	2.39	10.54	2.38	14.22	2.72	9.64	1.57	2.82	2.22	7.13	1.88
29.04	25.67	29.90	27.58	32.91	17.21	26.13	24.12	15.88	24.18	16.94	31.00	22.90	32.86	28.28	32.74	24.75	10.18	23.68	26.36	17.08	33.15	14.17	32.60	22.55	26.57	24.43	21.09	25.47	27.96
2.41	2.83	6.48	1.99	1.93	4.16	2.26	2.17	8.31	1.75	2.69	1.70	2.96	3.40	2.23	4.17	2.96	3.73	2.76	2.27	5.56	1.60	5.92	1.78	2.35	2.24	2.82	3.06	3.69	2.38
0.24	0.00	0.00	0.21	0.00	0.00	0.00	0.05	0.07	0.06	0.19	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.06	0.10	0.19	0.15	0.20	0.07	0.02	0.16	0.00	0.04	0.05	0.14	0.12	0.10
67.71	71.68	66.96	70.30	64.12	68.79	71.18	70.08	73.68	68.44	77.22	66.19	73.67	65.88	66.95	65.58	72.62	83.20	74.08	71.10	72.18	64.41	71.00	64.50	67.80	71.50	71.79	76.55	66.66	70.04
3.25	2.64	3.14	2.12	2.97	14.00	2.70	5.80	10.44	7.38	5.84	2.81	3.43	1.26	4.78	1.68	2.63	6.62	2.24	2.54	10.74	2.45	14.83	2.90	9.65	1.93	3.79	2.36	7.87	2.00
29.04	25.67	29.90	27.58	32.91	17.21	26.13	24.12	15.88	24.18	16.94	31.00	22.90	32.86	28.28	32.74	24.75	10.18	23.68	26.36	17.08	33.15	14.17	32.60	22.55	26.57	24.43	21.09	25.47	27.96

AMOSTRA 49

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
SiO2	36.13	37.71	36.53	36.65	36.40	36.78	36.77	37.08	36.61	36.63	36.86	37.31	35.96	36.71	36.47	37.02	37.14	36.50	36.89
TiO2	0.02	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
Al2O3	21.65	22.65	22.03	21.56	21.59	21.23	21.80	21.83	21.33	22.16	22.20	22.13	21.25	22.09	21.74	22.06	22.10	22.01	21.94
FeO	34.02	29.53	31.37	33.20	31.26	26.64	31.57	30.18	30.48	32.48	31.51	31.49	29.02	32.79	32.80	33.40	32.93	31.43	32.82
MnO	2.07	1.52	1.76	1.22	1.71	3.54	1.83	1.79	1.98	1.39	1.07	1.17	6.05	0.99	1.94	1.37	1.24	1.07	0.86
MgO	4.44	8.04	6.03	5.14	5.23	4.28	5.45	5.64	3.47	6.49	7.09	7.27	4.21	6.59	5.15	4.84	6.37	7.01	6.13
CaO	0.85	0.73	2.05	1.37	2.65	6.76	2.01	2.79	4.86	0.91	0.90	0.89	1.79	0.67	1.02	1.24	0.91	1.12	1.07
Cr2O3	0.00	0.02	0.03	0.02	0.03	0.03	0.03	0.01	0.02	0.03	0.00	0.03	0.00	0.04	0.05	0.04	0.01	0.04	0.03
NiO	0.01	0.00	0.01	0.02	0.05	0.00	0.01	0.07	0.00	0.01	0.01	0.00	0.03	0.01	0.00	0.00	0.00	0.05	0.00
No. of oxyg	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00
Reformatted oxide percentages based on 12 oxygens and with Fe2+/Fe3+ calculated assuming full occupancy																			
SiO2	36.13	37.71	36.53	36.65	36.40	36.78	36.77	37.08	36.61	36.63	36.86	37.31	35.96	36.71	36.47	37.02	37.14	36.50	36.89
TiO2	0.02	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
Al2O3	21.65	22.65	22.03	21.56	21.59	21.23	21.80	21.83	21.33	22.16	22.20	22.13	21.25	22.09	21.74	22.06	22.10	22.01	21.94
Cr2O3	0.00	0.02	0.03	0.02	0.03	0.03	0.03	0.01	0.02	0.03	0.00	0.03	0.00	0.04	0.05	0.04	0.01	0.04	0.03
Fe2O3	0.17	0.00	0.50	0.22	0.43	0.91	0.22	0.12	0.14	0.45	0.28	0.38	0.37	0.36	0.09	0.00	0.42	0.50	0.23
FeO	33.86	29.53	30.91	33.00	30.87	25.82	31.38	30.07	30.35	32.07	31.26	31.14	28.68	32.46	32.72	33.40	32.55	30.98	32.61
MnO	2.07	1.52	1.76	1.22	1.71	3.54	1.83	1.79	1.98	1.39	1.07	1.17	6.05	0.99	1.94	1.37	1.24	1.07	0.86
MgO	4.44	8.04	6.03	5.14	5.23	4.28	5.45	5.64	3.47	6.49	7.09	7.27	4.21	6.59	5.15	4.84	6.37	7.01	6.13
NiO	0.01	0.00	0.01	0.02	0.05	0.00	0.01	0.07	0.00	0.01	0.01	0.00	0.03	0.01	0.00	0.00	0.00	0.05	0.00
CaO	0.85	0.73	2.05	1.37	2.65	6.76	2.01	2.79	4.86	0.91	0.90	0.89	1.79	0.67	1.02	1.24	0.91	1.12	1.07
Total	99.20	100.20	99.85	99.19	98.96	99.36	99.49	99.42	98.77	100.13	99.66	100.33	98.33	99.95	99.19	99.96	100.74	99.27	99.77
Si	2.92	2.93	2.90	2.94	2.92	2.93	2.93	2.95	2.96	2.90	2.91	2.93	2.93	2.91	2.93	2.94	2.92	2.90	2.93
Al iv	0.08	0.07	0.10	0.06	0.08	0.07	0.07	0.05	0.04	0.10	0.09	0.07	0.07	0.09	0.07	0.06	0.08	0.10	0.07
Al vi	1.99	2.01	1.96	1.98	1.97	1.94	1.98	1.99	1.99	1.97	1.98	1.97	1.97	1.97	1.99	2.01	1.97	1.96	1.98
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cr	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe3+	0.01	0.00	0.03	0.01	0.03	0.05	0.01	0.01	0.01	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.00	0.02	0.03	0.01
Fe2+	2.29	1.93	2.05	2.22	2.07	1.72	2.09	2.00	2.05	2.12	2.07	2.04	1.96	2.15	2.20	2.24	2.14	2.06	2.17
Mn	0.14	0.10	0.12	0.08	0.12	0.24	0.12	0.12	0.14	0.09	0.07	0.08	0.42	0.07	0.13	0.09	0.08	0.07	0.06
Mg	0.53	0.93	0.71	0.62	0.63	0.51	0.65	0.67	0.42	0.77	0.83	0.85	0.51	0.78	0.62	0.57	0.75	0.83	0.73
Ni	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ca	0.07	0.06	0.17	0.12	0.23	0.58	0.17	0.24	0.42	0.08	0.08	0.07	0.16	0.06	0.09	0.11	0.08	0.10	0.09
Total	8.04	8.03	8.06	8.03	8.04	8.04	8.04	8.03	8.02	8.06	8.05	8.04	8.04	8.05	8.04	8.03	8.04	8.06	8.04
Almandine	74.32	62.73	65.31	72.28	66.80	54.80	67.83	65.16	67.07	67.71	66.27	65.76	63.00	68.98	71.43	73.80	68.98	65.61	70.13
Andradite	0.54	0.00	1.56	0.67	1.34	2.80	0.67	0.37	0.44	1.40	0.85	1.15	1.17	1.12	0.28	0.00	1.28	1.56	0.69
Grossular	1.98	1.99	4.36	3.27	6.34	16.79	5.11	7.67	13.71	1.18	1.77	1.32	4.16	0.70	2.56	3.45	1.33	1.61	2.32
Pyrope	18.30	31.80	24.61	20.90	21.42	17.36	22.10	22.69	14.13	26.41	28.66	29.03	17.43	26.76	21.06	19.48	25.57	28.62	24.79
Spessartine	4.85	3.41	4.08	2.82	3.99	8.15	4.21	4.10	4.57	3.21	2.45	2.65	14.25	2.29	4.51	3.13	2.82	2.49	1.97
Uvarovite	0.00	0.07	0.09	0.06	0.11	0.10	0.08	0.02	0.08	0.10	0.00	0.09	0.00	0.14	0.16	0.14	0.03	0.12	0.10
AlS	79.17	66.14	69.38	75.10	70.79	62.95	72.04	69.26	71.64	70.92	68.72	68.41	77.25	71.28	75.95	76.93	71.80	68.10	72.11
GAU	2.52	2.06	6.00	4.00	7.79	19.69	5.86	8.05	14.23	2.67	2.62	2.56	5.32	1.96	3.00	3.59	2.63	3.28	3.11
P	18.30	31.80	24.61	20.90	21.42	17.36	22.10	22.69	14.13	26.41	28.66	29.03	17.43	26.76	21.06	19.48	25.57	28.62	24.79
PGAU	20.83	33.86	30.62	24.90	29.21	37.05	27.96	30.74	28.36	29.08	31.28	31.59	22.75	28.72	24.05	23.07	28.20	31.90	27.89

20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37
36.85	37.06	37.07	36.33	37.26	36.72	36.65	37.09	37.15	37.04	36.68	37.02	38.58	37.13	37.27	37.55	36.88	37.29
0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.04	0.00	0.00	0.02	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00
21.82	21.91	22.40	21.43	21.95	21.51	21.42	22.16	22.08	21.60	21.63	21.97	23.08	21.96	21.87	22.20	22.03	22.43
31.08	31.47	32.73	31.88	31.66	29.87	31.89	32.12	29.60	31.85	30.88	30.72	34.08	31.38	31.72	30.10	31.90	31.41
1.81	1.35	1.39	2.70	0.79	2.86	1.56	1.18	0.78	1.59	1.32	1.28	1.70	0.65	0.85	2.30	1.35	1.06
5.75	6.94	6.33	5.68	6.43	5.96	4.82	5.19	8.57	4.52	7.25	5.70	4.62	6.89	5.78	6.24	6.31	7.12
2.00	1.03	0.74	0.78	1.51	1.73	2.57	2.31	0.94	2.80	1.07	2.56	1.19	1.18	2.44	1.50	0.88	0.97
0.06	0.08	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.07	0.00	0.02	0.00	0.03	0.04	0.06	0.01	0.00	0.02
0.00	0.04	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00
36.85	37.06	37.07	36.33	37.26	36.72	36.65	37.09	37.15	37.04	36.68	37.02	38.58	37.13	37.27	37.55	36.88	37.29
0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.04	0.00	0.00	0.02	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00
21.82	21.91	22.40	21.43	21.95	21.51	21.42	22.16	22.08	21.60	21.63	21.97	23.08	21.96	21.87	22.20	22.03	22.43
0.06	0.08	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.07	0.00	0.02	0.00	0.03	0.04	0.06	0.01	0.00	0.02
0.16	0.45	0.10	0.54	0.08	0.35	0.30	0.00	0.49	0.00	0.70	0.00	0.00	0.09	0.18	0.00	0.03	0.04
30.93	31.07	32.64	31.39	31.58	29.56	31.61	32.12	29.16	31.85	30.25	30.72	34.08	31.30	31.56	30.10	31.88	31.37
1.81	1.35	1.39	2.70	0.79	2.86	1.56	1.18	0.78	1.59	1.32	1.28	1.70	0.65	0.85	2.30	1.35	1.06
5.75	6.94	6.33	5.68	6.43	5.96	4.82	5.19	8.57	4.52	7.25	5.70	4.62	6.89	5.78	6.24	6.31	7.12
0.00	0.04	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2.00	1.03	0.74	0.78	1.51	1.73	2.57	2.31	0.94	2.80	1.07	2.56	1.19	1.18	2.44	1.50	0.88	0.97
99.38	99.92	100.69	98.90	99.61	98.69	98.93	100.05	99.25	99.43	98.91	99.27	103.36	99.24	100.02	99.90	99.35	100.29
2.94	2.92	2.92	2.92	2.95	2.94	2.95	2.94	2.92	2.96	2.92	2.94	2.95	2.94	2.95	2.95	2.93	2.92
0.06	0.08	0.08	0.08	0.05	0.06	0.05	0.06	0.08	0.04	0.08	0.06	0.05	0.06	0.05	0.05	0.07	0.08
1.99	1.96	1.99	1.96	1.99	1.98	1.98	2.01	1.96	2.00	1.95	2.00	2.04	1.99	1.98	2.01	2.00	2.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.01	0.03	0.01	0.03	0.01	0.02	0.02	0.00	0.03	0.00	0.04	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00
2.06	2.05	2.15	2.11	2.09	1.98	2.13	2.14	1.92	2.13	2.01	2.05	2.24	2.07	2.09	2.00	2.12	2.06
0.12	0.09	0.09	0.18	0.05	0.19	0.11	0.08	0.05	0.11	0.09	0.09	0.11	0.04	0.06	0.15	0.09	0.07
0.68	0.82	0.74	0.68	0.76	0.71	0.58	0.61	1.00	0.54	0.86	0.68	0.53	0.81	0.68	0.73	0.75	0.83
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.17	0.09	0.06	0.07	0.13	0.15	0.22	0.20	0.08	0.24	0.09	0.22	0.10	0.10	0.21	0.13	0.08	0.08
8.03	8.04	8.04	8.04	8.03	8.03	8.03	8.03	8.05	8.02	8.05	8.03	8.02	8.03	8.03	8.02	8.03	8.04
66.80	66.03	69.24	68.11	68.16	64.18	69.28	69.79	61.09	70.08	64.39	66.70	75.09	67.46	67.94	65.74	68.86	66.38
0.49	1.37	0.30	1.69	0.26	1.07	0.93	0.00	1.48	0.00	2.14	0.00	0.00	0.26	0.56	0.00	0.08	0.13
5.12	1.35	1.81	0.57	4.07	3.98	6.59	6.63	1.01	8.10	0.93	7.40	3.22	3.02	6.26	4.25	2.48	2.58
23.24	27.91	25.43	23.29	25.72	24.17	19.60	20.84	34.40	18.19	29.45	22.97	17.86	27.66	23.13	24.79	25.49	28.44
4.15	3.07	3.18	6.29	1.80	6.61	3.59	2.70	1.78	3.64	3.04	2.94	3.74	1.48	1.94	5.19	3.09	2.40
0.20	0.27	0.04	0.05	0.00	0.00	0.00	0.04	0.24	0.00	0.06	0.00	0.10	0.12	0.18	0.03	0.00	0.06
70.95	69.11	72.42	74.41	69.95	70.78	72.88	72.49	62.88	73.71	67.43	69.64	78.83	68.94	69.87	70.93	71.95	68.78
5.81	2.98	2.14	2.31	4.33	5.04	7.52	6.67	2.72	8.10	3.13	7.40	3.32	3.41	7.00	4.28	2.56	2.78
23.24	27.91	25.43	23.29	25.72	24.17	19.60	20.84	34.40	18.19	29.45	22.97	17.86	27.66	23.13	24.79	25.49	28.44
29.05	30.89	27.58	25.59	30.05	29.22	27.12	27.51	37.12	26.29	32.57	30.36	21.17	31.06	30.13	29.07	28.05	31.22

AMOSTRA 51	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
SiO2	36.03	36.22	36.96	36.76	37.16	36.86	34.43	36.46	37.49	37.05	37.26	36.84	36.67	37.06	37.61	36.27	36.03	36.89	36.73	36.77	37.33	36.99	37.04	37.50	37.25	36.83	37.00	36.64	36.92	37.07	
TiO2	0.00	0.01	0.03	0.01	0.01	0.02	0.01	0.02	0.05	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.01	0.01	0.00	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00		
Al2O3	22.30	21.74	22.18	22.07	22.05	21.77	21.21	21.93	22.54	22.32	22.41	22.50	21.91	22.35	22.22	21.62	21.42	22.05	21.77	21.96	22.21	22.12	22.05	22.20	22.05	21.69	22.19	21.99	21.81	21.98	
FeO	32.68	33.09	27.56	29.43	22.36	30.76	30.77	30.03	30.45	29.14	30.31	31.49	32.12	30.10	29.60	31.97	31.17	30.85	29.13	29.57	29.88	31.10	31.14	29.93	31.24	31.52	31.87	32.23	32.56	29.81	
MnO	1.57	2.55	0.56	1.41	8.66	2.19	1.22	3.22	0.96	0.87	2.04	0.73	1.04	1.13	0.92	1.93	1.99	1.08	1.92	1.49	0.82	1.40	0.96	0.71	1.04	1.31	0.96	1.13	1.06	2.71	
MgO	5.48	4.16	4.55	5.75	7.35	3.68	5.64	4.32	7.32	7.50	6.84	6.68	4.74	7.25	7.61	5.53	5.30	6.06	5.97	6.83	7.98	6.45	6.67	7.91	5.93	5.73	5.26	6.03	5.27	6.16	
CaO	0.92	1.11	7.23	2.91	1.88	4.35	1.20	2.44	0.72	1.17	0.79	1.53	2.55	1.19	0.89	0.60	1.12	1.80	2.47	1.75	0.85	1.28	1.08	0.90	1.75	1.44	2.14	1.03	1.60	0.83	
Cr2O3	0.00	0.00	0.01	0.03	0.01	0.00	0.04	0.07	0.01	0.01	0.00	0.00	0.03	0.02	0.00	0.03	0.00	0.00	0.08	0.01	0.00	0.03	0.00	0.01	0.04	0.02	0.04	0.00	0.04	0.01	
NiO	0.00	0.00	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	0.05	0.00	0.00	0.00	0.05	0.00	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.03	0.02	0.00	0.03	0.00	0.01	0.05	0.00	
No. of oxyg	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	
Reformatted oxide percentages based on 12 oxygens and with Fe2+/Fe3+ calculated assuming full occupancy																															
SiO2	36.03	36.22	36.96	36.76	37.16	36.86	34.43	36.46	37.49	37.05	37.26	36.84	36.67	37.06	37.61	36.27	36.03	36.89	36.73	36.77	37.33	36.99	37.04	37.50	37.25	36.83	37.00	36.64	36.92	37.07	
TiO2	0.00	0.01	0.03	0.01	0.01	0.02	0.01	0.02	0.05	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.01	0.01	0.00	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00		
Al2O3	22.30	21.74	22.18	22.07	22.05	21.77	21.21	21.93	22.54	22.32	22.41	22.50	21.91	22.35	22.22	21.62	21.42	22.05	21.77	21.96	22.21	22.12	22.05	22.20	22.05	21.69	22.19	21.99	21.81	21.98	
Cr2O3	0.00	0.00	0.01	0.03	0.01	0.00	0.04	0.07	0.01	0.01	0.00	0.00	0.03	0.02	0.00	0.03	0.00	0.00	0.08	0.01	0.00	0.03	0.00	0.01	0.04	0.02	0.04	0.00	0.04	0.01	
Fe2O3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.41	0.00	0.09	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	
FeO	32.68	33.09	27.56	29.43	21.99	30.76	30.70	30.03	30.45	29.14	30.31	31.49	32.12	30.10	29.60	31.97	31.17	30.85	29.13	29.55	29.88	31.10	31.14	29.93	31.24	31.52	31.87	32.21	32.56	29.81	
MnO	1.57	2.55	0.56	1.41	8.66	2.19	1.22	3.22	0.96	0.87	2.04	0.73	1.04	1.13	0.92	1.93	1.99	1.08	1.92	1.49	0.82	1.40	0.96	0.71	1.04	1.31	0.96	1.13	1.06	2.71	
MgO	5.48	4.16	4.55	5.75	7.35	3.68	5.64	4.32	7.32	7.50	6.84	6.68	4.74	7.25	7.61	5.53	5.30	6.06	5.97	6.83	7.98	6.45	6.67	7.91	5.93	5.73	5.26	6.03	5.27	6.16	
NiO	0.00	0.00	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	0.05	0.00	0.00	0.00	0.05	0.00	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.03	0.02	0.00	0.03	0.00	0.01	0.05	0.00	
CaO	0.92	1.11	7.23	2.91	1.88	4.35	1.20	2.44	0.72	1.17	0.79	1.53	2.55	1.19	0.89	0.60	1.12	1.80	2.47	1.75	0.85	1.28	1.08	0.90	1.75	1.44	2.14	1.03	1.60	0.83	
Total	98.99	98.88	99.09	98.39	99.52	99.62	94.53	98.53	99.54	98.06	99.65	99.84	99.07	99.13	98.85	97.95	97.02	98.72	98.05	98.38	99.10	99.42	98.97	99.16	99.35	98.55	99.45	99.07	99.31	98.57	
Si	2.89	2.93	2.93	2.93	2.92	2.95	2.89	2.93	2.94	2.93	2.93	2.91	2.94	2.93	2.96	2.94	2.94	2.94	2.94	2.93	2.94	2.93	2.94	2.95	2.95	2.95	2.94	2.93	2.95	2.95	
Al iv	0.11	0.07	0.07	0.07	0.08	0.05	0.11	0.07	0.06	0.07	0.07	0.09	0.06	0.07	0.04	0.06	0.06	0.06	0.06	0.07	0.06	0.07	0.06	0.05	0.05	0.05	0.06	0.07	0.05	0.05	
Al vi	2.01	2.01	2.00	2.01	1.97	2.00	1.99	2.02	2.02	2.02	2.01	2.00	2.01	2.01	2.02	2.00	2.01	2.01	2.00	2.00	2.00	2.00	2.01	2.00	2.01	2.00	2.02	2.00	2.00	2.02	
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Cr	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Fe3+	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Fe2+	2.20	2.25	1.84	1.98	1.45	2.06	2.16	2.05	2.02	1.96	2.01	2.08	2.16	2.00	1.97	2.17	2.14	2.07	1.96	1.97	1.97	2.06	2.08	1.97	2.09	2.12	2.14	2.15	2.18	2.01	
Mn	0.11	0.18	0.04	0.10	0.58	0.15	0.09	0.22	0.06	0.06	0.14	0.05	0.07	0.08	0.06	0.13	0.14	0.07	0.13	0.10	0.05	0.09	0.06	0.05	0.07	0.09	0.06	0.08	0.07	0.18	
Mg	0.66	0.50	0.54	0.68	0.86	0.44	0.71	0.52	0.85	0.89	0.80	0.79	0.57	0.85	0.89	0.67	0.65	0.72	0.71	0.81	0.94	0.76	0.79	0.93	0.70	0.69	0.62	0.72	0.63	0.73	
Ni	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Ca	0.08	0.10	0.61	0.25	0.16	0.37	0.11	0.21	0.06	0.10	0.07	0.13	0.22	0.10	0.07	0.05	0.10	0.15	0.21	0.15	0.07	0.11	0.09	0.08	0.15	0.12	0.18	0.09	0.14	0.07	
Total	8.05	8.03	8.03	8.03	8.04	8.02	8.06	8.03	8.03	8.03	8.03	8.05	8.03	8.04	8.02	8.03	8.03	8.03	8.03	8.03	8.03	8.03	8.03	8.03	8.03	8.02	8.02	8.03	8.04	8.03	8.02
Almandine	70.89	73.64	59.40	64.98	45.36	67.43	68.86	67.66	66.65	64.44	65.74	66.84	70.88	64.85	65.24	71.00	70.07	67.82	64.16	63.78	63.83	67.09	67.85	64.40	68.86	69.62	70.44	69.81	71.64	66.62	
Andradite	0.00	0.00	0.00	0.00	1.24	0.00	0.28	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.08	0.00	0.00	
Grossular	2.74	3.28	20.93	8.38	4.15	12.65	3.31	6.97	2.01	3.37	2.27	4.45	7.33	3.38	2.53	1.67	3.33	5.21	6.95	5.01	2.43	3.61	3.11	2.54	4.91	4.13	6.05	2.95	4.51	2.38	
Pyrope	22.69	17.11	18.35	23.31	29.49	14.89	24.39	17.68	29.12	30.18	27.36	27.02	19.28	29.14	30.15	22.73	21.94	24.48	24.22	27.68	31.88	25.99	26.84	31.44	23.73	23.20	21.18	24.55	21.29	24.79	
Spessartine	3.68	5.97	1.29	3.25	19.74	5.03	3.01	7.48	2.17	2.00	4.63	1.69	2.40	2.57	2.08	4.50	4.67	2.48	4.43	3.44	1.86	3.20	2.20	1.60	2.37	3.00	2.19	2.62	2.42	6.19	
Uvarovite	0.00	0.00	0.04	0.09	0.03	0.00	0.14	0.21	0.04	0.02	0.00	0.01	0.11	0.05	0.00	0.11	0.00	0.00	0.25	0.04	0.00	0.11	0.00	0.02	0.14	0.05	0.13	0.00	0.14	0.02	
AlS	74.57	79.61	60.69	68.23	65.10	72.46	71.87	75.14	68.83	66.43	70.37	68.53	73.28	67.42	67.32	75.49	74.73	70.31	68.59	67.22	65.69	70.29	70.05	66.00	71.23	72.62	72.63	72.43	74.06	72.81	
GAU	2.74	3.28	20.96	8.47	5.41	12.65	3.73	7.18	2.05	3.39	2.27	4.45	7.44	3.44	2.53	1.78	3.33	5.21	7.19	5.09	2.43	3.72	3.11	2.56	5.05	4.18					

31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	
36.72	37.23	36.89	37.22	37.31	36.56	36.86	37.13	37.62	36.99	37.56	37.10	37.16	36.62	35.28	37.11	37.23	37.95	37.60	36.92	37.64	37.68	36.84	36.96	37.20	37.47	37.12	36.90	37.64	37.15	
0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.02	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	
21.62	22.50	21.92	22.12	22.19	22.09	22.03	21.82	22.40	22.17	22.36	22.36	22.00	21.47	21.22	22.08	22.22	22.49	22.29	21.75	22.39	22.70	21.94	21.75	22.49	22.48	22.31	22.11	22.61	22.44	
29.85	29.52	30.72	31.27	24.34	31.05	32.56	32.45	30.50	30.25	29.59	30.09	30.25	31.42	31.05	30.42	32.07	30.92	30.12	31.00	30.02	28.67	27.49	32.46	30.20	30.65	31.12	32.20	31.25	31.50	
2.46	1.46	1.34	0.76	6.13	1.13	1.19	1.33	0.93	2.39	1.45	0.91	1.52	3.86	0.75	0.80	0.65	0.96	1.17	1.31	1.24	1.60	3.77	2.84	0.90	0.84	0.97	1.49	1.53	1.13	
6.76	7.83	4.87	6.81	6.22	6.80	5.64	5.98	7.42	6.79	8.07	7.91	5.20	4.95	6.25	5.82	5.95	5.99	7.62	4.45	6.75	7.71	5.95	4.35	7.60	6.53	5.90	5.80	6.84	6.62	
0.86	0.86	3.22	1.05	2.89	0.95	1.04	1.16	0.94	0.84	0.85	0.60	2.92	0.49	1.42	2.46	1.55	2.34	0.99	3.85	1.56	1.20	1.95	0.94	1.12	2.06	1.66	0.92	0.67	1.08	
0.07	0.03	0.04	0.02	0.13	0.00	0.00	0.08	0.02	0.00	0.05	0.10	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	0.00	0.06	0.00	0.03	0.00	0.06	0.01	0.00	0.07	0.02	0.00	0.03	
0.05	0.00	0.03	0.01	0.00	0.03	0.00	0.02	0.01	0.00	0.00	0.04	0.06	0.00	0.00	0.01	0.03	0.00	0.04	0.05	0.00	0.00	0.04	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	
12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	
36.72	37.23	36.89	37.22	37.31	36.56	36.86	37.13	37.62	36.99	37.56	37.10	37.16	36.62	35.28	37.11	37.23	37.95	37.60	36.92	37.64	37.68	36.84	36.96	37.20	37.47	37.12	36.90	37.64	37.15	
0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.02	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	
21.62	22.50	21.92	22.12	22.19	22.09	22.03	21.82	22.40	22.17	22.36	22.36	22.00	21.47	21.22	22.08	22.22	22.49	22.29	21.75	22.39	22.70	21.94	21.75	22.49	22.48	22.31	22.11	22.61	22.44	
0.07	0.03	0.04	0.02	0.13	0.00	0.00	0.08	0.02	0.00	0.05	0.10	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	0.00	0.06	0.00	0.03	0.00	0.06	0.01	0.00	0.07	0.02	0.00	0.03	
0.23	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.00	0.21	0.00	0.02	0.07	0.00	0.00	0.01	0.44	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
29.64	29.52	30.72	31.27	24.34	31.03	32.56	32.26	30.50	30.23	29.53	30.09	30.25	31.41	30.65	30.42	32.07	30.92	30.12	31.00	30.02	28.67	27.49	32.46	30.20	30.65	31.12	32.20	31.25	31.50	
2.46	1.46	1.34	0.76	6.13	1.13	1.19	1.33	0.93	2.39	1.45	0.91	1.52	3.86	0.75	0.80	0.65	0.96	1.17	1.31	1.24	1.60	3.77	2.84	0.90	0.84	0.97	1.49	1.53	1.13	
6.76	7.83	4.87	6.81	6.22	6.80	5.64	5.98	7.42	6.79	8.07	7.91	5.20	4.95	6.25	5.82	5.95	5.99	7.62	4.45	6.75	7.71	5.95	4.35	7.60	6.53	5.90	5.80	6.84	6.62	
0.05	0.00	0.03	0.01	0.00	0.03	0.00	0.02	0.01	0.00	0.00	0.04	0.06	0.00	0.00	0.01	0.03	0.00	0.04	0.05	0.00	0.00	0.04	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	
0.86	0.86	3.22	1.05	2.89	0.95	1.04	1.16	0.94	0.84	0.85	0.60	2.92	0.49	1.42	2.46	1.55	2.34	0.99	3.85	1.56	1.20	1.95	0.94	1.12	2.06	1.66	0.92	0.67	1.08	
98.40	99.45	99.02	99.26	99.19	98.60	99.31	99.99	99.84	99.42	99.93	99.12	99.18	98.82	96.03	98.69	99.69	100.71	99.84	99.39	99.62	99.60	97.97	99.37	99.52	100.03	99.15	99.44	100.54	99.98	
2.94	2.92	2.94	2.94	2.94	2.92	2.94	2.94	2.94	2.93	2.93	2.92	2.95	2.96	2.91	2.95	2.94	2.95	2.94	2.95	2.95	2.93	2.95	2.96	2.92	2.93	2.94	2.93	2.94	2.92	
0.06	0.08	0.06	0.06	0.06	0.08	0.06	0.06	0.06	0.06	0.07	0.07	0.08	0.05	0.04	0.09	0.05	0.06	0.05	0.06	0.05	0.05	0.07	0.05	0.04	0.08	0.07	0.06	0.07	0.08	
1.98	2.00	2.01	2.01	2.01	2.00	2.01	1.98	2.01	2.00	1.99	2.00	2.01	2.00	1.97	2.02	2.01	2.02	2.00	2.00	2.02	2.02	2.02	2.02	2.00	2.01	2.02	2.01	2.02	2.01	
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
1.98	1.95	2.07	2.08	1.63	2.07	2.18	2.14	2.01	2.00	1.93	1.99	2.03	2.12	2.11	2.05	2.14	2.04	1.97	2.07	2.00	1.90	1.87	2.20	1.99	2.03	2.10	2.15	2.06	2.08	
0.17	0.10	0.09	0.05	0.41	0.08	0.08	0.09	0.06	0.16	0.10	0.06	0.10	0.26	0.05	0.05	0.04	0.06	0.08	0.09	0.08	0.11	0.26	0.19	0.06	0.06	0.07	0.10	0.10	0.07	
0.81	0.92	0.58	0.80	0.73	0.81	0.67	0.71	0.87	0.80	0.94	0.93	0.62	0.60	0.77	0.69	0.70	0.69	0.89	0.53	0.79	0.90	0.71	0.52	0.89	0.76	0.70	0.69	0.80	0.78	
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
0.07	0.07	0.28	0.09	0.24	0.08	0.09	0.10	0.08	0.07	0.07	0.05	0.25	0.04	0.12	0.21	0.13	0.19	0.08	0.33	0.13	0.10	0.17	0.08	0.09	0.17	0.14	0.08	0.06	0.09	
8.03	8.04	8.03	8.03	8.03	8.04	8.03	8.03	8.03	8.04	8.03	8.04	8.02	8.02	8.05	8.02	8.03	8.02	8.03	8.03	8.02	8.03	8.02	8.02	8.04	8.03	8.03	8.03	8.03	8.03	8.04
64.37	62.83	67.87	67.96	52.96	66.88	71.43	69.61	65.83	64.73	62.30	64.40	67.27	69.50	67.50	67.70	70.26	67.74	64.32	67.85	66.02	62.49	61.61	73.20	64.26	66.24	69.31	70.47	67.55	67.77	
0.71	0.00	0.00	0.00	0.00	0.08	0.00	0.65	0.00	0.05	0.20	0.00	0.00	0.03	1.41	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
1.59	2.37	9.24	2.94	7.89	2.69	3.03	2.46	2.61	2.38	2.06	1.42	8.31	1.39	2.89	7.11	4.47	6.37	2.83	11.00	4.45	3.32	5.68	2.56	3.18	5.88	4.56	2.62	1.90	3.01	
27.44	31.37	19.69	27.29	24.83	27.74	22.82	23.99	29.41	27.38	32.02	31.77	20.86	20.16	26.39	23.37	23.80	23.53	30.20	17.98	26.74	30.51	24.06	17.55	30.47	25.99	23.68	23.45	27.10	26.56	
5.67	3.33	3.08	1.73	13.92	2.61	2.72	3.04	2.09	5.46	3.26	2.08	3.46	8.92	1.81	1.83	1.47	2.13	2.64	2.99	2.79	3.59	8.66	6.52	2.06	1.90	2.22	3.41	3.45	2.57	
0.21	0.11	0.12	0.08	0.40	0.00	0.00	0.24	0.06	0.00	0.15	0.33	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.22	0.00	0.19	0.00	0.09	0.00	0.18	0.03	0.00	0.24	0.06	0.00	0.10	
70.04	66.16	70.95	69.69	66.88	69.49	74.16	72.66	67.92	70.19	65.56	66.48	70.73	78.42	69.31	69.53	71.73	69.87	66.97	70.84	68.81	66.08	70.27	79.71	66.32	68.14	71.53	73.88	71.00	70.33	
2.52	2.48	9.36	3.01	8.29	2.77	3.03	3.35	2.67	2.43	2.42	1.74	8.41	1.43	4.30	7.11	4.47	6.59	2.83	11.18	4.45	3.42	5.68	2.74	3.21	5.88	4.80	2.68	1.90	3.11	
27.44	31.37	19.69	27.29	24.83	27.74	22.82	23.99	29.41	27.38	32.02	31.77	20.86	20.16	26.39	23.37	23.80	23.53	30.20	17.98	26.74	30.51	24.06	17.55	30.47	25.99	23.68	23.45	27.10		

