



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA - UnB  
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS - IG

**MOBILIDADE DE ELEMENTOS QUÍMICOS NO PERFIL DE SOLO  
E SEU CONTROLE NA PROSPECÇÃO GEOQUÍMICA:  
APLICAÇÃO NA REGIÃO DE SANTA MARIA DA VITÓRIA, BA**

**Área de Concentração: Geologia Regional**

**CAROLINE COUTO SANTOS**

**Orientador:** Prof. Dr. José Eloi Guimarães Campos

**Brasília, 2014.**



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA - UnB  
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS - IG

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

**MOBILIDADE DE ELEMENTOS QUÍMICOS NO PERFIL DE SOLO  
E SEU CONTROLE NA PROSPECÇÃO GEOQUÍMICA:  
APLICAÇÃO NA REGIÃO DE SANTA MARIA DA VITÓRIA, BA**

**CAROLINE COUTO SANTOS**

**Orientador**

JOSÉ ELOI GUIMARÃES CAMPOS

**Banca Examinadora:**

Prof. Dr. José Eloi Guimarães Campos (Orientador)

Prof. Dr. Cláudio Gerheim Porto (UFRJ)

Profa. Dra. Adriana Maria Coimbra Horbe (UnB)

**Brasília, 2014.**

Ficha Catalográfica:

Santos, Caroline Couto.

Mobilidade de elementos químicos no perfil de solo e seu controle na  
prospecção geoquímica: aplicação na região de Santa Maria da Vitória, BA. /  
Caroline Couto Santos. -- Brasília, 2014.

121 f. Il.

Orientador José Eloi Guimarães Campos.

Dissertação (mestrado) Universidade de Brasília, Instituto de Geociências.

1. Geoquímica – Bahia. 2. Prospecção Geoquímica - Bahia. 3.  
Mobilidade Química - Bahia. I. Campos, José Eloi Guimarães. II. Universidade  
de Brasília, Instituto de Geociências. III. Título.

CDD: 551.9

## AGRADECIMENTOS

A CPRM pelo incentivo e oportunidade de desenvolver o mestrado, além do financiamento, logística e liberação (sempre que possível) em todas as etapas do curso e pesquisa. Em especial aos geólogos Roberto Campelo e Ivaldo Costa, facilitadores em todo o período, e ao geólogo Valdir Silveira, principal incentivador para a escolha da prospecção geoquímica.

A muitos coleguinhas da CP, sempre amigos e colaboradores, citando alguns: Ioná Cunha, por nossa primeira campanha de campo juntas; ao colega Almir (CPRM Recife) pela colaboração durante os trabalhos de campo; Valnice Castro por toda colaboração; Gisélia e Isabel pelo apoio sempre buscado na biblioteca; ao geólogo Carlos Alberto Lins pela ajuda, e ensino, no tratamento dos dados; Aos meninos da SERMA sempre dispostos a me ajudarem na organização dos montes de amostras, principalmente Damião.

Ao companheiro de campo Amilton (Dodó) - motorista, mateiro, técnico, geólogo, faz-tudo.

A Carolina Reis pela amizade, cooperação e todas as discussões e perrengues de campo.

Falando em coleguinha, impossível não lembrar Augusto Pedreira, Gugu, que tivemos a sorte de conviver por poucos, mas bons anos.

Ao professor Marcel Dardenne por aceitar a orientação e toda preocupação, mesmo naquele momento singular.

Ao professor Eloí por me adotar como sua orientanda e tentar sempre ajudar e suprir as deficiências da longa empreitada.

Aos professores que fizeram a diferença na minha trajetória geológica. Professor Ernande, padrinho geológico, amigo e incentivador desde a época do curso técnico. Ao Prof. André Netto responsável pelos meus primeiros passos no entendimento de solos e pedogênese. E principalmente, ao Prof. Ronaldo Montenegro, muito mais que um professor ou orientador, meu pai geológico, a quem devo o que sei sobre geoquímica.

Aos meus amigos, simplesmente por serem amigos, agradeço a todos em especial a: Samanta, Tatiana, Sandra, Aloísio, Aline, Tiago, Thanany, Carla, Aline Meneses, Drika, Gel, Itamar.

Por fim, o maior agradecimento a D. Tania e Seu João, que mesmo “aos trancos e barrancos”, foram responsáveis por boa parte desta caminhada, ao meu irmão, James, e meus sobrinhos Luiza e João Pedro.

## EPÍGRAFE

*“A ciência nunca resolve um problema sem criar pelo menos outros dez”*

George Bernard Shaw

## RESUMO

A região de Santa Maria da Vitória (Estado da Bahia) é caracterizada pela predominância de rochas pelíticas e carbonáticas do Grupo Bambuí, onde se desenvolvem essencialmente solos argilosos, classificados como neossolos/cambissolos e nitossolos/argissolos. Além destas litologias, ocorrem também na área as rochas psamíticas do Grupo Urucuaia que ocupam porções topograficamente mais elevadas da região e são responsáveis pela grande contribuição coluvionar sobre a sequência carbonática. Sobre estas litologias desenvolvem-se solos latossolizados, em geral, arenosos de origem tanto residual, quanto transportada. Ainda ocorrem em restritas áreas, rochas graníticas da Suíte Correntina recobertas por cambissolos e nitossolos arenosos. As rochas do Grupo Bambuí têm reconhecido potencial para metais-base, fluorita, além de fosfato. Entretanto, apesar do potencial econômico, estudos de exploração mineral são escassos na área de estudo, e aqueles existentes são sempre focados em prospecção geoquímica em sedimentos de corrente e concentrados de bateia. Por outro lado, deve-se destacar a escassez ou ausência de drenagens superficiais sobre litologias carbonáticas. O uso de prospecção geoquímica é considerado uma ferramenta importante para a exploração mineral nestas áreas. Para tanto, é fundamental que o conhecimento dos processos pedogenéticos e da mobilidade dos elementos químicos seja considerado, para que haja a escolha do horizonte de amostragem mais adequado à pesquisa, assim como para a interpretação dos resultados analíticos. O estudo mostrou que os elementos, principalmente Cu, Pb e Zn mostraram comportamentos distintos nas associações cambissolos/neossolos e nitossolos/argissolos, assim como contrastes geoquímicos mais expressivos em horizontes específicos. De modo geral, a técnica de prospecção em solos mostrou-se eficiente para a escala de trabalho adotada, indicando consistência para os teores destes elementos e para o fósforo nos dois horizontes amostrados, de acordo com a mobilidade de cada elemento. Da mesma forma, o resultado foi coerente com os dados obtidos no levantamento geoquímico de sedimento de corrente e concentrado de bateia também realizado na área. A integração das duas técnicas (geoquímica de solos e sedimento de corrente/concentrado de bateia) constitui uma ferramenta de baixo custo que pode delinear, mesmo em escala regional, zonas favoráveis à ocorrência de mineralizações, principalmente em regiões com baixa densidade de drenagens superficiais. O estudo mostra que mesmo adotando um único horizonte amostral em toda a área, o resultado da pesquisa será coerente se consideradas as diferentes características de cada tipo de solo presente.

**Palavras-chave:** amostragem de solos, exploração mineral, mobilidade de metais.

## ABSTRACT

The of Santa Maria da Vitória region (Bahia State, Brazil) is characterized by the predominance of pelitic and carbonate rocks of the Bambuí Group, covered by mainly clay soils, classified as entisols/alfisols. Besides these lithologies, sandy rocks of the Urucuia Group also characterize the area, occupying geographically the higher region portions and are responsible for the great contribution of transported cover over the carbonate sequence. Over the Urucuia Group rocks, arise thick sandy oxisol as residual, or transported origin. It still can be observed in restricted areas, granitic rocks of the Correntina Suite covered by sandy alfisol. The Bambuí Group rocks have recognized potential for base metals, fluorite, and phosphate. However, despite the economic potential, mineral exploration studies are scarce in the study area, and the existing ones are always focused on sediments exploration geochemistry and pan concentrates. On the other hand, it must be highlight the scarcity or absence of surface streams over the carbonate sequence. The use of geochemical prospecting is considered an important tool for mineral exploration in these areas. To this sense, it is essential the knowledge of the soil genetic processes and the consideration of mobility of chemical elements, so that the proper sampling horizon, as well as the interpretation of analytical results. The study showed that the elements, mostly metals showed different behaviors in the different soil associations (incepsol/entisol and alfisol), as well as more expressive geochemical contrasts in specific horizons. The prospecting technique in soils proved to be efficient in the study area, indicating consistency for contents of metallic elements in both horizons sampled in accordance with the mobility of each element. Similarly, the result was consistent with the data obtained by the standard survey of stream sediment and pan concentrated. In this way the study shows that the integration of the two techniques (geochemistry of soils and sediment gold panning concentrated) is a low-cost tool that can delineate, even on a regional scale, the occurrence of favorable mineralization zones, especially in regions with low density of superficial drainage. The study shows that even adopting a single sampling horizon throughout the area, the search result will be consistent if considered the different characteristics of each type of soil.

**Keywords:** soil sampling, mineral exploration, metal mobility.

## SUMÁRIO

|   |    |
|---|----|
| <b>CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO</b> .....                                | 1  |
| 1.1 APRESENTAÇÃO .....  | 1  |
| 1.2 LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO .....                             | 2  |
| 1.3 OBJETIVOS .....   | 3  |
| 1.4 MATERIAIS E MÉTODOS .....                                       | 4  |
| <b>CAPÍTULO 2 - FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b> .....                     | 5  |
| 2.1 INTRODUÇÃO .....  | 5  |
| 2.2 ALGUNS CONCEITOS DE GEOQUÍMICA.....                             | 5  |
| 2.3 INTEMPERISMO E PEDOGÊNESE .....                                 | 13 |
| 2.4 CLASSIFICAÇÃO DO SOLO .....                                     | 17 |
| 2.5 ELEMENTOS QUÍMICOS NO SOLO .....                                | 21 |
| 2.6 MÉTODOS DE EXTRAÇÃO .....                                       | 23 |
| <b>CAPÍTULO 3 - TIPOS DE SOLOS E PROSPECÇÃO<br/>GEOQUÍMICA.....</b> | 27 |
| 3.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS .....                                      | 27 |
| 3.2 ASSOCIAÇÃO DE SOLOS .....                                       | 29 |
| 3.2.1 Neossolos/Cambissolos .....                                   | 29 |
| 3.2.2 Argissolos/Nitossolos/Chernossolos .....                      | 30 |
| 3.2.3 Latossolos .....  | 31 |
| 3.2.4 Planossolos/Plintossolos .....                                | 32 |
| 3.2.5 Gleissolos/Organossolos/Espodossolos .....                    | 32 |
| 3.2.6 Vertissolos/Luvisolos .....                                   | 33 |
| 3.3 RELAÇÕES ENTRE SUBSTRATO E MATERIAL PARENTAL .....              | 34 |
| 3.4 RELAÇÕES COM MINERALOGIA E TIPOS DE MINERALIZAÇÕES .....        | 36 |
| <b>CAPÍTULO 4 - PROPOSTA METODOLÓGICA</b> .....                     | 39 |
| <b>CAPÍTULO 5 - ESTUDO DE CASO</b> .....                            | 43 |
| <b>APLICAÇÃO NA REGIÃO DE SANTA MARIA DA VITÓRIA, BAHIA</b>         |    |
| 5.1 INTRODUÇÃO .....  | 43 |
| 5.2 MATERIAIS E MÉTODOS.....  | 44 |
| 5.2.1 Primeira Fase.....  | 44 |
| 5.2.1.1 Descrição de solos da área.....                             | 44 |
| 5.2.1.2 Atividades Laboratoriais.....                               | 46 |
| Análises granulométricas .....                                      | 46 |
| Análises mineralógicas .....  | 46 |
| Análises químicas .....   | 47 |
| 5.2.2 Segunda Fase .....  | 47 |
| 5.3 ASPECTOS FISIAGRÁFICOS .....                                    | 49 |
| 5.4 ASPECTOS GEOLÓGICOS .....                                       | 53 |
| 5.4.1 – Embasamento Cristalino .....                                | 54 |
| 5.4.2 - Grupo Bambuí .....  | 55 |
| 5.4.3 - Grupo Urucuia .....   | 55 |
| 5.4.4 – Coberturas Aluvionares e Coluvionares.....                  | 56 |
| 5.5 - OCORRÊNCIAS MINERAIS .....                                    | 56 |



|  |            |
|--|------------|
| <b>5.6 ASPECTOS PEDOLÓGICOS .....</b>  | <b>57</b>  |
| <b>5.6.1 Associação nitossolo/argissolo vermelho (NVPV) .....</b>              | <b>59</b>  |
| <b>5.6.2 Associação Cambissolo Háptico (CX) / Neossolo Litólico (RL) .....</b> | <b>62</b>  |
| <b>5.6.3 Latossolos Amarelos I (LA I) .....</b>                                | <b>63</b>  |
| <b>5.6.4 Latossolos Amarelos II (LA II) .....</b>                              | <b>63</b>  |
| <b>5.6.5 Latossolos Vermelho-Amarelos (LVA) .....</b>                          | <b>63</b>  |
| <b>5.6.6 Neossolos Flúvicos (RY) .....</b>                                     | <b>64</b>  |
| <b>5.6.7 Gleissolos Hápticos (GX) .....</b>                                    | <b>64</b>  |
| <b>5.6.8 Vertissolos .....</b>   | <b>64</b>  |
| <b>5.7 - RESULTADOS E DISCUSSÕES .....</b>                                     | <b>65</b>  |
| <br>   |            |
| <b>CAPÍTULO 6 - CONCLUSÕES .....</b>   | <b>79</b>  |
| <br>   |            |
| <b>REFERÊNCIAS .....</b>   | <b>82</b>  |
| <br>   |            |
| <b>APÊNDICE A - DADOS ANALÍTICOS.....</b>                                      | <b>87</b>  |
| <b>APÊNDICE B - SUMÁRIO ESTATÍSTICO .....</b>                                  | <b>104</b> |
| <b>APÊNDICE C - HISTOGRAMAS .....</b>  | <b>111</b> |
| <b>APÊNDICE D - MATRIZ DE CORRELAÇÃO.....</b>                                  | <b>116</b> |

# ÍNDICE DE FIGURAS

## CAPÍTULO 1

**Figura 1.1** - Mapa de localização da Folha Santa Maria da Vitória (área de estudo). \_\_\_\_\_ 3

## CAPÍTULO 2

**Figura 2.1** - Ciclo Geoquímico (Hawkes, 1957). \_\_\_\_\_ 5

**Figura 2.2** - Abundância crustal de elementos químicos de número atômico 01 a 93. (Fonte: Fleischer, 1953). \_\_\_\_\_ 6

**Figura 2.3** - Classificação de Goldschmidt dos elementos químicos (Fonte: White, 2005). \_\_\_\_\_ 7

**Figura 2.4** - Potencial iônico (Goldschmidt, 1937). \_\_\_\_\_ 7

**Figura 2.5** - Mobilidade relativa dos elementos químicos no ambiente secundário (Andrews-Jones 1968 in Levinson 1974). \_\_\_\_\_ 8

**Figura 2.6** - Representação esquemática da dimensão do halo de dispersão no ambiente secundário em relação à zona mineralizada (Levinson, 1974). \_\_\_\_\_ 9

**Figura 2.7** - Anomalia não-significativa de cobre causada pela amostragem de solo desenvolvido sobre rochas de elevador background para elemento (Levinson, 1974). \_\_\_\_\_ 11

**Figura 2.8** - Exemplo hipotético de anomalia não-significativa devida a coleta inadequada em mais de um horizonte do solo (Hawkes and Webb, 1962). \_\_\_\_\_ 11

**Figura 2.9** - Anomalias negativas geradas pela utilização de método inadequado de digestão da amostra, por exemplo, elementos metálicos tendem a ser mais facilmente extraídos por água régia (Cameron, 2001). \_\_\_\_\_ 12

**Figura 2.10** - Série de Goldish mostrando a ordem de resistência dos silicatos em relação ao intemperismo. \_\_\_\_\_ 14

**Figura 2.11** - Intemperismo de alguns minerais primários formadores de rocha (Hawkes and Webb, 1962). \_\_\_\_\_ 14

**Figura 2.12** - Representação esquemática de perfil de solo maduro mostrando os principais horizontes (Andrew-Jones, 1968 in Levinson, 1974). \_\_\_\_\_ 16

**Figura 2.13** - Comparação de teores de Ag nos horizontes A e B de solo desenvolvido sobre veio mineralizado (Boyle & Dass, in Levinson, 1974). \_\_\_\_\_ 17

**Figura 2.14** - Representação esquemática dos estágios de desenvolvimento de solos com gradiente textural (<http://www.soils.wisc.edu/courses/SS325/formation.htm>). \_\_\_\_\_ 19

**Figura 2.15** - Representação esquemática de força *versus* seletividade de vários tipos de extração. \_\_\_\_\_ 23

**Figura 2.16** - Representação esquemática do contraste de concentração dosada por extração (SGS, 2008). \_\_\_\_\_ 25

**Figura 2.17** - Teores de Zn do horizonte B normalizados em relação à mediana para extrações por água régia (B-AR), *Enzyme Leach* (B-EL), e água deionizada (B-W); e para MMI em amostras coletadas entre 10 e 25 cm de profundidade (Hamilton *et al.*, 2001). \_\_\_\_\_ 26

**Figura 2.18** - Teores de Zn da porção superior do horizonte B (cerca de 10 cm de profundidade). Cameron (2001). \_\_\_\_\_ 26

## CAPÍTULO 3

**Figura 3.1** - Perfil de solo laterítico e mobilidade do ferro nos diferentes horizontes (Butt 1987). \_\_\_\_\_ 28

**Figura 3.2** - Perfil de solo mostrando maiores teores de cobre no horizonte B textural (Moon, 2006). \_\_\_\_\_ 30

**Figura 3.3** - Variação nos teores de Cu nos horizontes de dois tipos de solo (Levinson, 1974). 31

|  |    |
|--|----|
| <b>Figura 3.4</b> - Solos residuais e transportados em gradação lateral e amostragem de solo mostrando zona com anomalia não significativa e superdimensionamento da mineralização.          | 34 |
| <b>Figura 3.5</b> - Perfil esquemático mostrando o desenvolvimento de solos <i>in situ</i> com regiões de material parental distinto do substrato devido ao gradativo processo de alteração. | 35 |
| <b>Figura 3.6</b> - Perfil esquemático mostrando o desenvolvimento de solos <i>in situ</i> com regiões de material parental distinto do substrato devido à natureza do substrato.            | 36 |

## CAPÍTULO 4

|   |    |
|---|----|
| <b>Figura 4.1</b> - Caracterização petrográfica e distribuição de metais no perfil de solo. Fonte: Mann <i>et al.</i> , 2005. | 40 |
| <b>Figura 4.2</b> - Síntese da metodologia de trabalho proposta.  | 42 |

## CAPÍTULO 5

|  |    |
|--|----|
| <b>Figura 5.1</b> - Demanda e Produção futuras de rochas fosfáticas no mundo. Fonte Cooper <i>et al.</i> , 2011.   | 44 |
| <b>Figura 5.2</b> - Localização dos perfis de solos descritos na área.   | 45 |
| <b>Figura 5.3</b> - Malha de amostragem de solo para o horizonte B para o horizonte A.   | 48 |
| <b>Figura 5.4</b> - Mapa de localização da Folha Santa Maria da Vitória (área de estudo).  | 50 |
| <b>Figura 5.5</b> - Recorte de imagem SRTM visualizada no programa Global Mapper®, mostrando as principais unidades geomorfológicas: a) Chapadão Central e b) Patamares do Chapadão.   | 51 |
| <b>Figura 5.6</b> - Mapa Geomorfológico simplificado da área de estudo.  | 52 |
| <b>Figura 5.7</b> - Mapa simplificado do Cráton do São Francisco mostrando depósitos e ocorrências minerais associadas à Bacia do São Francisco, área de estudo em hachuras (Gomes, 2005).   | 53 |
| <b>Figura 5.8</b> - Mapa geológico simplificado da área de estudo.   | 54 |
| <b>Figura 5.9</b> - Perfis esquemáticos de um nitossolo (P-01) e um cambissolo (P-13) descritos na área de estudo.   | 58 |
| <b>Figura 5.10</b> - Espacialização das associações pedológicas da área de estudo.   | 59 |
| <b>Figura 5.11</b> - Perfis bem desenvolvidos de nitossolos sobre rochas pelíticas da base da Formação Sete Lagoas – P-21 (a) e sobre rochas do embasamento cristalino P-03 (b). Região de São Manoel.                                   | 60 |
| <b>Figura 5.12</b> - Difratograma de Raio-X do horizonte B do P-01 em A e do P-20 em B.  | 61 |
| <b>Figura 5.13</b> - Perfil de cambissolo (P-18) sobre siltitos da Formação Santa Helena (Leste de Canapólis).   | 62 |
| <b>Figura 5.14</b> - Perfil de latossolo (P-10) com grande influência de areia coluvionar oriundas dos arenitos do Grupo Urucuia (BA-583).   | 63 |
| <b>Figura 5.15</b> - Perfil de neossolo flúvico (P-08) desenvolvido sobre os depósitos aluvionares do Rio Corrente.  | 64 |
| <b>Figura 5.16</b> - Imbricamento maior das populações no horizonte A em relação aos demais horizontes, evidenciando ação dos processos pedogenéticos sobre a rocha. A e B diferentes populações (Licht, 1998).                          | 66 |
| <b>Figura 5.17</b> - Gráfico de probabilidade mostrando a diferenciação de teores (azul – observado e vermelho - calculado) para Pb e P nos horizontes A e B dos solos amostrados. A, B, C e D – populações individualizadas no gráfico. | 67 |

|   |    |
|---|----|
| <b>Figura 5.18</b> - Gráficos de probabilidade dos teores de Zn e Cu (azul – observado e vermelho - calculado) no horizonte B das associações cambissolos/neossolos e nitossolos/argissolos, mostrando maior diferenciação entre populações na primeira associação. | 68 |
| <b>Figura 5.19</b> - Gráficos de dispersão para alguns elementos químicos analisados do horizonte B da associação cambissolo/neossolo, apontando a existência de duas populações distintas.   | 69 |
| <b>Figura 5.20</b> - População “a” (círculos azuis) dos cambissolos com teores reduzidos em Zn apontando a influência dos sedimentos coluvionares.  | 70 |
| <b>Figura 5.21</b> - Teores de Zn nas amostras do horizonte B dos solos amostrados e, em círculos azuis, teores observados no sedimento de corrente.  | 70 |
| <b>Figura 5.22</b> - Gráfico de dispersão mostrando significativa correlação entre Fe e Al nos latossolos vermelho-amarelos (LVA).  | 71 |
| <b>Figura 5.23</b> - Correlação significativa entre Fe e P nos latossolos vermelhos-amarelos, para os teores mais elevados, e menor correlação para a população de teores mais baixos.  | 71 |
| <b>Figura 5.24</b> - Teores elevados (destacados em círculos azuis no mapa e barras azuis no histograma) para o fósforo, plotando próximos ao contato dos latossolos vermelhos-amarelos com os nitossolos/argissolos.   | 72 |
| <b>Figura 5.25</b> - Correlação significativa entre elementos de mesmo comportamento geoquímico, além de boa correlação do Pb com o Fe.   | 73 |
| <b>Figura 5.26</b> - Perfis geoquímicos E-W do horizonte B dos nitossolos/argissolos estudados, com perfil esquemático dos tipos de solos interceptados.  | 75 |
| <b>Figura 5.27</b> - Perfil geoquímico P1 dos horizontes amostrais A e B para Pb, interceptando nitossolos/argissolos e latossolos.   | 76 |
| <b>Figura 5.28</b> - Distribuição espacial dos teores de P encontrados nas amostras de solo do horizonte A na porção sul da área de estudo.   | 76 |
| <b>Figura 5.29</b> – Variação nos teores de P nos horizontes A e B, segundo os perfis geoquímicos P1, P2 e P3, com tendência geral de valores maiores no horizonte superficial.   | 77 |
| <b>Figura 5.30</b> - Correlação significativa do Cu e Ni no horizonte A, com maior mobilidade do primeiro, atentando para mudança de comportamento quando o perfil intercepta os latossolos.  | 78 |

## ÍNDICE DE TABELAS

### CAPÍTULO 2

|   |    |
|---|----|
| <b>Tabela 2.1</b> - Teores de metais traço (ppm) em três tipos de rocha e no solo (Nascimento, 2007). | 10 |
|---|----|

### CAPÍTULO 5

|   |    |
|---|----|
| <b>Tabela 5.1</b> – Perfis de solos descritos na área e especializados na figura 5.2.                                 | 57 |
| <b>Tabela 5.2</b> - Análise textural dos horizontes A e B de quatro perfis de solos podzolizados da região de estudo. | 60 |

# CAPÍTULO 1

## INTRODUÇÃO

### 1.1 APRESENTAÇÃO

Depósitos minerais são concentrações anormais de elementos químicos na natureza e são formados por uma grande diversidade de processos geológicos e geoquímicos. Independente do processo de formação, os depósitos minerais estão sujeitos à ação de agentes físicos, químicos e biológicos, os quais são muito mais notáveis no ambiente superficial, onde as condições de estabilidade e equilíbrio dos minerais são mais críticas com relação ao seu ambiente primário de formação. As principais diferenças são a baixa pressão e temperatura, presença de água e oxigênio, além da atividade biológica. Como consequência destes processos superficiais, ocorre a concentração de elementos oriundos do depósito associado aos produtos do intemperismo: solo, sedimentos, etc., e com isso a formação de alvos muito mais amplos que o próprio depósito. Desta forma, a base para a prospecção geoquímica é a coleta destes materiais superficiais e a determinação da abundância relativa dos elementos e compostos químicos procurados ou de outros que os acompanham no ciclo geoquímico.

O propósito é identificar padrões espaciais na dispersão de elementos químicos nos materiais superficiais e especificamente aqueles padrões anormais ou anomalias geoquímicas relacionadas à presença de depósitos minerais (Webb & Thompson, 1977). Deste modo, os princípios e mecanismos de dispersão geoquímica e formação de anomalias governam a aplicação adequada da prospecção geoquímica.

O entendimento do ambiente geoquímico é essencial para a aplicação de pesquisas exploratórias tanto regionais como locais. Assim, modelos que caracterizem a expressão geoquímica da mineralização no ambiente secundário podem configurar uma poderosa ferramenta para indicação de procedimentos de amostragem, de análises e interpretação em pesquisas e na exploração mineral.

Apesar do caráter pontual da informação gerada em amostragens de solo, este tipo de material pode ser utilizado em levantamentos geoquímicos de escala regional, em função da rapidez da amostragem e baixo custo de análise. Além disso, segundo Webb & Thompson (1977), durante o curso do intemperismo e formação do solo, os constituintes do depósito mineral comumente sofrem dispersão lateral, resultando em anomalias de solo consideravelmente mais extensas que o depósito, especialmente nos horizontes mais superficiais.

Matheis (1983 in Araujo 1994) utilizou a aplicação da geoquímica de solos no reconhecimento geológico/geoquímico, concluindo que a distribuição de elementos traços em

perfis de solos lateríticos constitui uma ferramenta eficaz não somente para exploração mineral como para delineamento de litologias distintas.

Pesquisas prospectivas em solo têm sido aplicadas extensivamente e com resultados consideráveis, mas a utilização de técnicas geoquímicas na prospecção mineral exige compreensão dos parâmetros que condicionam sua aplicabilidade (Nardi & Formoso, 1978). Sabendo-se que estes parâmetros variam de região para região e de tipo de recurso mineral pesquisado, a exploração geoquímica necessita desta forma, de estudos orientativos para cada ambiente, mineralização ou meio de amostragem específicos. Principalmente, em relação à amostragem de solos é necessário levar em conta a evolução intempérica e pedogenética daquele solo, que implicará em diferenciação no seu perfil e conseqüentemente na constituição química e mineralógica dos horizontes.

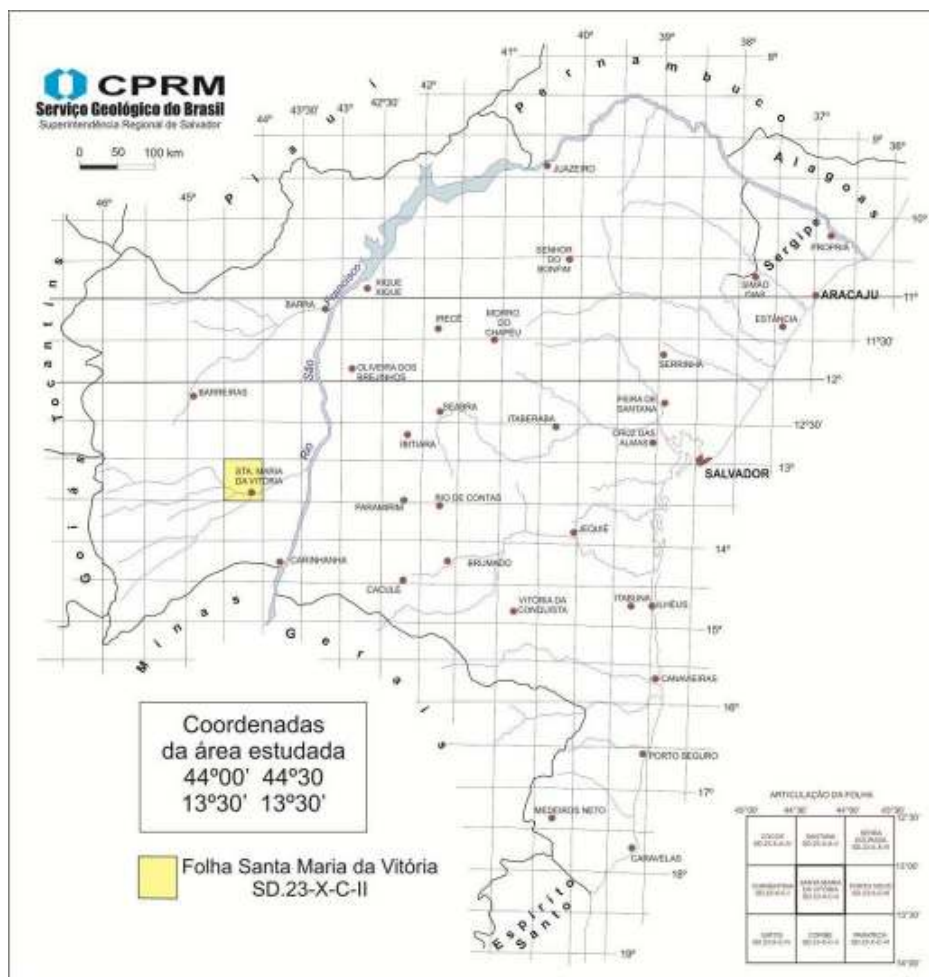
Desta forma, perfis de amostragem vertical em um programa orientativo podem ser usados para estabelecer a profundidade ou horizonte correto de amostragem, observando a distribuição das concentrações dos elementos de acordo com a variação da profundidade, evitando erros ou produção de dados equivocados, anomalias não significativas, em campanhas de exploração mineral.

Visando contribuir para o preenchimento desta lacuna são apresentados dados resultantes de atividades de prospecção geoquímica em solo na região de Santa Maria da Vitória.

## **1.2 LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO**

A área de estudo desta pesquisa localiza-se na porção oeste do Estado da Bahia, a cerca de 900 km de Salvador (Figura 1.1), entre os meridianos 44°00' e 44°30' e paralelos 13°00' e 13°30', equivalente à folha topográfica Santa Maria da Vitória (SD23-X-C-II). Situa-se no contexto geológico do Cráton do São Francisco, representado pelas rochas do embasamento Arqueano-Paleoproterozoico representado pelo Complexo Gnáissico Migmatítico Correntina e pela Suíte Intrusiva Correntina, rochas pelito-carbonáticas, de idade neoproterozoica, pertencentes ao Grupo Bambuí, Supergrupo São Francisco. As litologias arquenas e proterozoicas são parcialmente recobertas por rochas siliciclásticos cretáceas do Grupo Urucua e pelos seus produtos erosivos.

A bacia sedimentar do São Francisco tem sido reportada como ambiente potencial para mineralizações associadas a metais-base e minerais fosfatados, embora ainda com poucos trabalhos realizados, principalmente em sua porção leste, no Estado da Bahia. Silva (1985) considera que o quadro modesto de mineralizações de Pb e Zn no Brasil, em vez de refletir um potencial mineralizador fraco, seja oriundo do desconhecimento geológico e da ausência de esforços exploratórios adequados para estes metais.



**Figura 1.1** - Mapa de localização da Folha Santa Maria da Vitória (área de estudo).

Pesquisas realizadas pela CPRM na década de 70 demonstraram a presença de teores variados de  $P_2O_5$  em rochas pelíticas da Formação Serra da Saudade conhecidas como verdetes. O reconhecimento dos horizontes fosfáticos é facilitado pela presença de estruturas tipo *box work*, provenientes da dissolução do fosfato de cálcio e precipitação como fosfato de alumínio (wavelita) em pequenas fraturas nas rochas. A lixiviação ressalta a estrutura esquelética do fosfato de alumínio insolúvel.

### 1.3 OBJETIVOS

O objetivo principal deste trabalho é apresentar critérios que contribuam para o aprimoramento dos trabalhos de prospecção geoquímica para os diferentes ambientes pedogenéticos. O estudo busca avaliar a geoquímica de solos aplicada a exploração mineral na região de Santa Maria da Vitória, a partir da conceituação teórica e do conhecimento de campo, levando em consideração tipos de solos e o entendimento da influência dos processos de intemperismo e pedogênese na dispersão dos elementos químicos nos horizontes do solo.

Como consequência, o trabalho tem como objetivos específicos: observar o comportamento químico principalmente do P, Zn, Pb e outros elementos associados no perfil de solo, em seus diferentes horizontes, identificando o horizonte com melhor relação entre a dispersão e o contraste de teores; definir o horizonte de amostragem mais adequado.

#### **1.4 MATERIAIS E MÉTODOS**

O presente trabalho foi desenvolvido com suporte da CPRM, através do Projeto Geologia da Folha Santa Maria da Vitória.

O planejamento dos trabalhos de campo e laboratoriais foi uma das fases mais importantes deste trabalho, tendo em conta o seu objetivo. Contou inicialmente com revisão bibliográfica sobre o conteúdo básico e específico da área e temas correlacionados, visando subsidiar e nortear as atividades de pesquisa; além do levantamento de base cartográfica e dos dados contidos nos mapas geológicos e de solos para definir a malha de amostragem.

A pesquisa bibliográfica visou principalmente os estudos de dispersão geoquímica de elementos em ambientes superficiais, especialmente em ambientes tropicais, ressaltando aqueles voltados para a prospecção geoquímica.



## CAPÍTULO 2

### FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

#### 2.1 INTRODUÇÃO

Levando em conta a interação e a aplicação interdisciplinar da geoquímica para a metodologia desenvolvida e para os resultados obtidos no presente trabalho, é necessário apresentar uma revisão de conceitos referentes aos aspectos fundamentais sobre exploração mineral e classificação dos solos.

#### 2.2 ALGUNS CONCEITOS DE GEOQUÍMICA

A Terra é um sistema dinâmico onde os materiais são transportados e modificados pela atuação de uma grande quantidade de processos (Hawkes, 1957), seja no ambiente profundo onde predominam aqueles caracterizados por altas pressões e temperaturas e escassa circulação de fluidos e oxigênio livre; seja no ambiente superficial onde ocorrem os processos de erosão e intemperismo com baixas pressões e temperaturas, oxigênio livre abundante e livre circulação de água. A mobilidade e troca de elementos químicos entre estes ambientes podem ser didaticamente visualizado em um ciclo parcialmente fechado, o ciclo geoquímico (Figura 2.1).

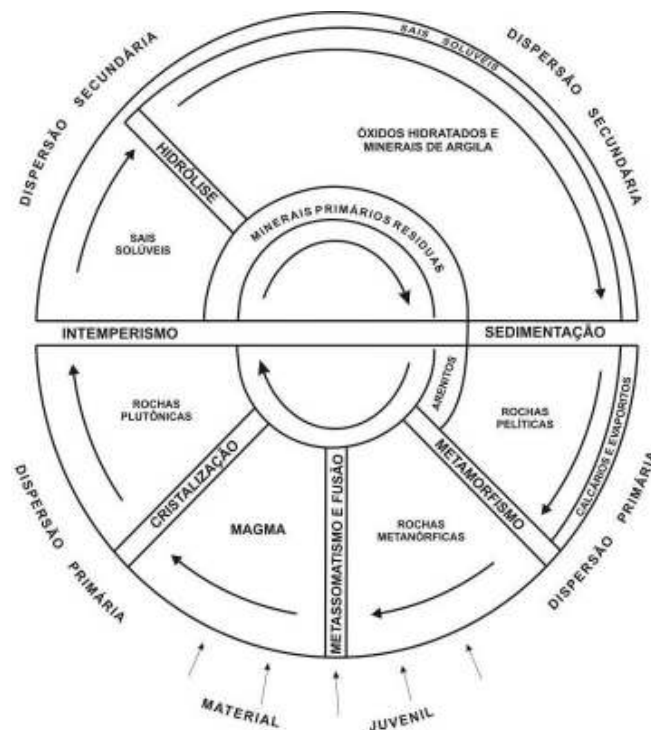
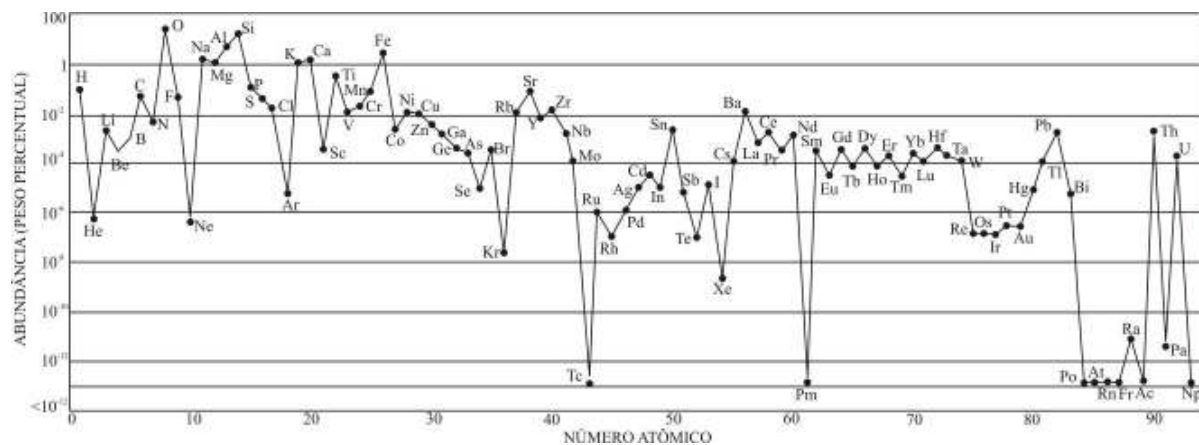


Figura 2.1 - Ciclo Geoquímico (Hawkes, 1957).

A unidade Clarke, proposta pelo geoquímico russo A.E. Fersman (1883-1945) em homenagem ao geoquímico americano F.W. Clarke (1847-1934), caracteriza a abundância média dos elementos na crosta terrestre (Figura 2.2).



**Figura 2.2** - Abundância crustal de elementos químicos de número atômico 01 a 93. (Fonte: Fleischer, 1953).

Mas nestes ambientes superficiais e profundos, com diferentes condições de temperatura e pressão e oxigênio livre, os elementos químicos apresentam comportamento de migração e distribuição particulares determinados por suas afinidades geoquímicas. Goldschmidt (1937), a partir de várias experimentações, observou grupos de minerais que apresentavam afinidades geoquímicas semelhantes e os agrupou segundo esta característica (Figura 2.3). Conforme mencionado acima, esse comportamento está diretamente associado às condições ambientais, assim um elemento pode ser litófilo em determinadas condições e calcófilo em outras, a exemplo do Cromo (Goldschmidt, 1937).

A afinidade geoquímica dos elementos é um dos princípios que embasam a geoquímica aplicada à exploração mineral, pois elementos que pertencem à mesma classe (classificação de Goldschmidt) podem formar associações geoquímicas indicativas de determinadas mineralizações. Por outro lado, elementos de afinidades geoquímicas similares podem apresentar mobilidade química distinta de acordo com as condições ambientais. Desta forma, aqueles de maior mobilidade no ambiente superficial são utilizados em prospecção como elementos farejadores daqueles menos móveis.

A mobilidade química destes elementos pode ser definida como a facilidade com que ele é disperso num determinado ambiente (Levinson, 1974), e é dada, em termos gerais, pelo seu potencial iônico obtido pelo quociente da carga iônica pelo raio iônico (Figura 2.4). O potencial iônico desenvolve papel importante tanto na formação das rochas como nos processos formadores de minério, principalmente aqueles associados à soluções aquosas (Goldschmidt,

1937). Assim, os elementos apresentam padrão específico de mobilidade nos ambientes profundo e superficial ou secundário.

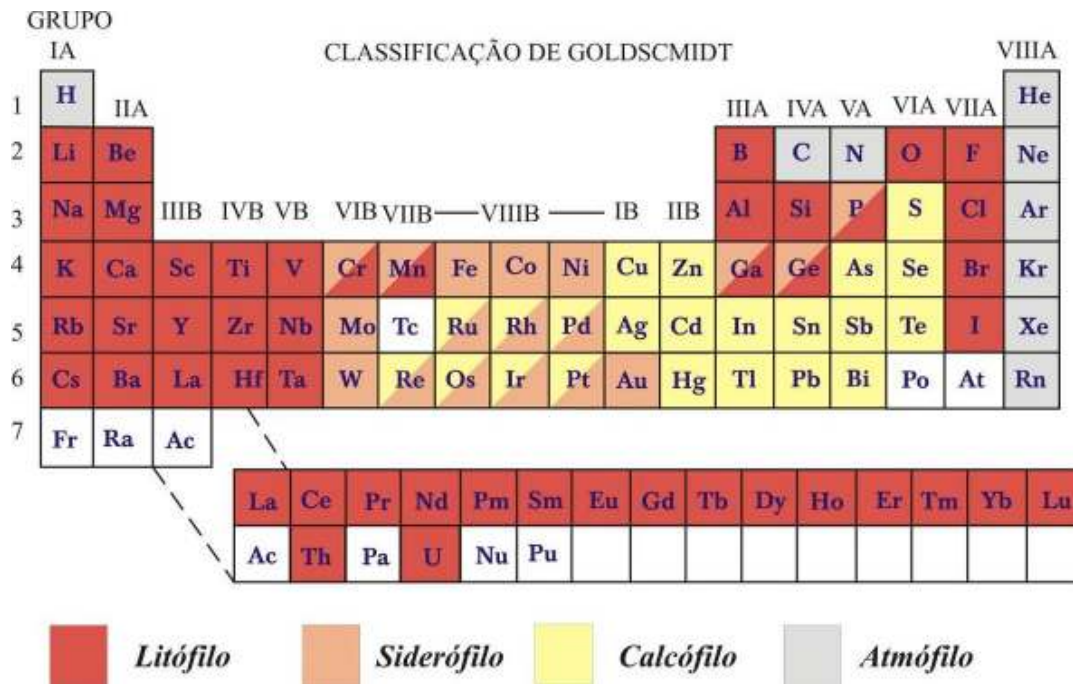


Figura 2.3 - Classificação de Goldschmidt dos elementos químicos (Fonte: White, 2005).

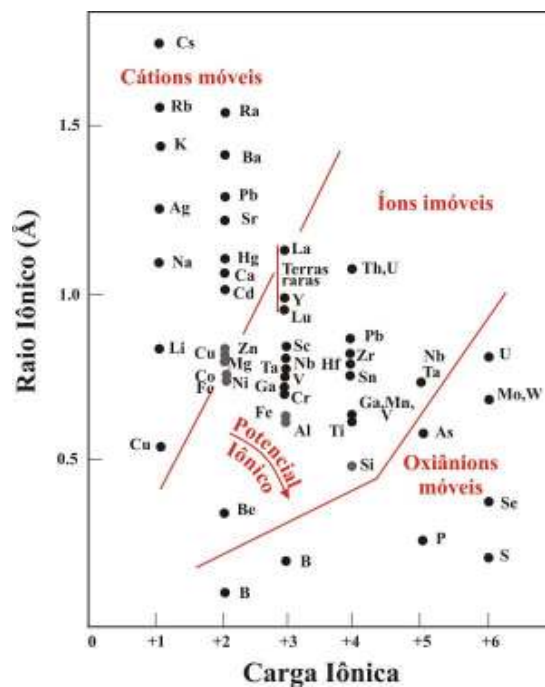


Figura 2.4 - Potencial iônico (Goldschmidt, 1937).

O mesmo grupo de elementos pode apresentar comportamentos distintos em função das condições de Eh e pH do meio. Deste modo, elementos que ocorrem em associação no ambiente primário podem apresentar mobilidades distintas no ambiente secundário, onde predominam condições neutras a alcalinas (Figura 2.5). Por exemplo, molibdênio associado a cobre em depósitos cupríferos, o Mo servirá de farejador do Cu visto sua maior dispersão no ambiente secundário. O cobre tende a precipitar em meio básico, enquanto que a mobilidade do Molibdênio tende a aumentar (Barasko, 1967).

| MOBILIDADE RELATIVA  | CONDIÇÕES AMBIENTAIS  |   |   |   |
|----------------------|---|---|---|---|
|                      | OXIDANTE  | ÁCIDO   | NEUTRO A ALCALINO   | REDUTOR   |
| MUITO ALTA           | Cl, I, Br<br>S, B   | Cl, I, Br<br>S, B   | Cl, I, Br<br>S, B<br>Mo, V, U, Se, Re   | Cl, I, Br   |
| ALTA                 | Mo, V, U, Se, Re<br>Ca, Na, Mg, F, Sr, Ra<br>Zn                       | Mo, V, U, Se, Re<br>Ca, Na, Mg, F, Sr, Ra<br>Zn<br>Cu, Co, Ni, Hg, Ag, Au | Ca, Na, Mg, F, Sr, Ra   | Ca, Na, Mg, F, Sr, Ra   |
| MÉDIA                | Cu, Co, Ni, Hg, Ag, Au<br>As, Cd                                      | As, Cd  | As, Cd  |   |
| BAIXA                | Si, P, K<br>Pb, Li, Rb, Ba, Be<br>Bi, Sb, Ge, Cs, Tl                  | Si, P, K<br>Pb, Li, Rb, Ba, Be<br>Bi, Sb, Ge, Cs, Tl<br>Fe, Mn            | Si, P, K<br>Pb, Li, Rb, Ba, Be<br>Bi, Sb, Ge, Cs, Tl<br>Fe, Mn                              | Si, P, K<br>Fe, Mn  |
| MUITO BAIXA A IMÓVEL | Fe, Mn<br>Al, Ti, Sn, Ta, W<br>Nb, Ta, Pt, Cr, Zr<br>Th, Terras Raras | Al, Ti, Sn, Ta, W<br>Nb, Ta, Pt, Cr, Zr<br>Th, Terras Raras               | Al, Ti, Sn, Ta, W<br>Nb, Ta, Pt, Cr, Zr<br>Th, Terras Raras<br>Zn<br>Cu, Co, Ni, Hg, Ag, Au | Al, Ti, Sn, Ta, W<br>Nb, Ta, Pt, Cr, Zr<br>Th, Terras Raras<br>S, B<br>Mo, V, U, Se, Re<br>Zn<br>Cu, Co, Ni, Hg, Ag, Au<br>As, Cd<br>Pb, Li, Rb, Ba, Be<br>Bi, Sb, Ge, Cs, Tl |

**Figura 2.5** - Mobilidade relativa dos elementos químicos no ambiente secundário (Andrews-Jones 1968 in Levinson 1974).

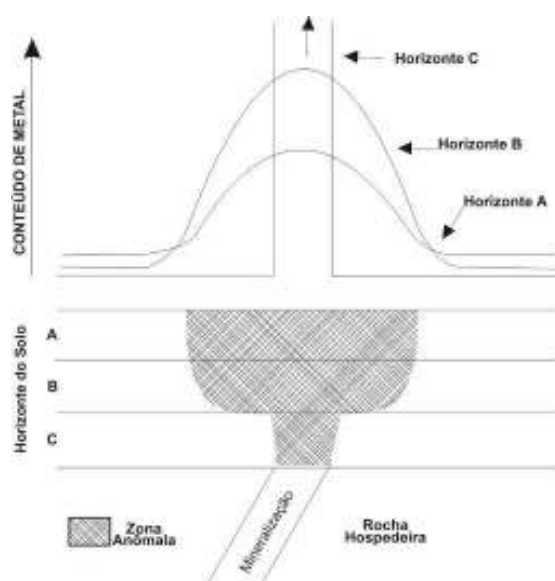
O ambiente secundário é extremamente importante em exploração geoquímica e historicamente, a maior ênfase é dada as análises dos materiais deste meio (Levinson, 1974). A mobilidade química dos elementos, particularmente dos metais, neste ambiente é a base da dispersão secundária, onde elementos com baixo potencial iônico como o Cu, Zn, Cd e Ag

tendem a permanecer em solução como simples cátions durante os processos de intemperismo; os elementos com potencial iônico intermediário são menos móveis em virtude de sua facilidade em precipitar como hidróxidos e forte tendência à adsorção (Licht, 2001); e aqueles com potenciais iônicos mais elevados se combinam com o oxigênio e formam oxianions que também tendem a ser solúveis. Vale ressaltar que diferenças no estado de oxidação (valência) dos elementos também resultam em mobilidades distintas (Rose *et al.*, 1979).

Outra possibilidade a ser considerada é a presença de elementos que corroboram para a redução dessa mobilidade, seja por adsorção seja por co-precipitação ou formação de novos minerais, como citado por Levinson (1974) o exemplo de fosfatos aluminosos que podem imobilizar elementos como Pb, Ba, além de elementos terras raras.

Do exposto, conclui-se que o entendimento dos princípios que controlam a mobilidade dos elementos é papel fundamental para um melhor planejamento da pesquisa geoquímica e adequada interpretação das anomalias resultantes. Visto que, o que interessa para a pesquisa é identificar padrões de dispersão dos elementos químicos de interesse, e que estes delimitem áreas onde seus teores estejam significativamente elevados ou reduzidos em relação à vizinhança, ou seja, áreas geoquimicamente anômalas.

Através destes processos no ambiente secundário, concentrações anômalas de elementos associados à mineralizações podem ser incorporadas aos solos, sedimentos e outros materiais superficiais. Assim estes elementos restritos a área da mineralização tendem a formar halos de dispersão maiores e mais detectáveis em superfície (Figura 2.6 e Tabela 2.1). Estes halos constituem as anomalias geoquímicas, principais objetos de estudo da prospecção geoquímica.



**Figura 2.6** - Representação esquemática da dimensão do halo de dispersão no ambiente secundário em relação à zona mineralizada (Levinson, 1974).

**Tabela 2.1** - Teores de metais traço (ppm) em três tipos de rocha e no solo.

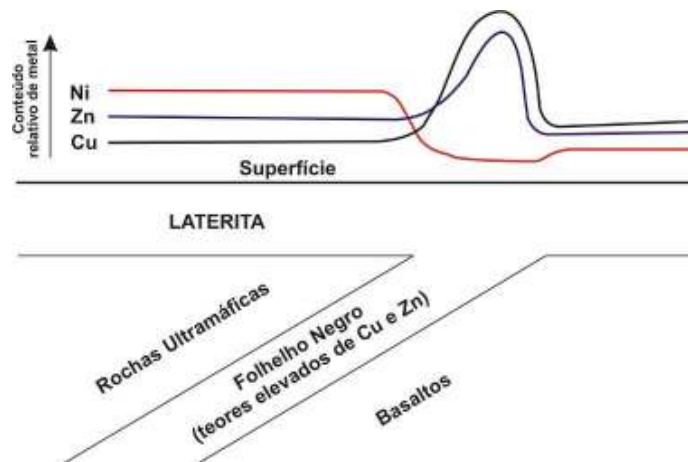
| <i>Rochas Sedimentares</i> |                 |                 |                |              |
|----------------------------|-----------------|-----------------|----------------|--------------|
| <i>Elemento</i>            | <i>Calcário</i> | <i>Folhelho</i> | <i>Arenito</i> | <i>Solos</i> |
| Fe                         | 3800            | 47000           | 9800           | 10000-100000 |
| Mn                         | 1100            | 850             | 10-100         | 20-3000      |
| Cu                         | 04              | 45              | 30             | 10-80        |
| Zn                         | 20              | 95              | 16             | 10-300       |
| Mo                         | 0,4             | 2,6             | 0,2            | 0,2-10       |
| B                          | 20              | 100             | 35             | 7-80         |

Fonte: Nascimento (2007).

Um dos maiores problemas na interpretação dos dados da pesquisa geoquímica é a distinção destas anomalias geoquímicas daqueles padrões de dispersão sem significado econômico (Hawkes, 1957), também chamados de falsas anomalias ou não significativas (Levinson, 1974).

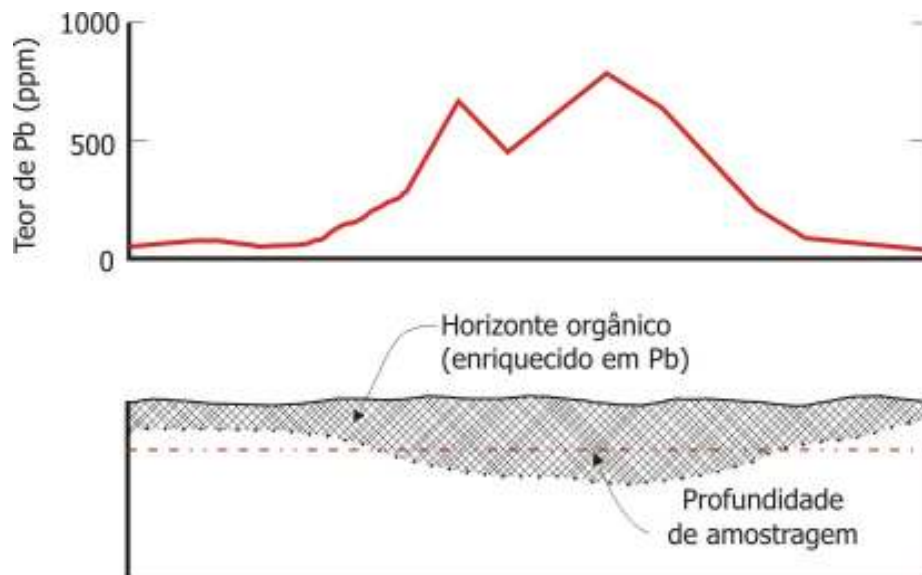
Levinson (1974) explica que, sob condições normais as concentrações anormalmente altas de um elemento, ou associação de elementos, indicam que uma mineralização pode ocorrer em uma área específica, porém em algumas circunstâncias as altas concentrações de um elemento não, necessariamente, indicam que uma ocorrência mineral será encontrada. Por isso, nem sempre o alto conteúdo de um elemento pode ser usado como guia para a exploração mineral de uma área. Estes teores não relacionados à mineralizações são considerados anomalias não significativas e podem ser resultados de contaminação antrópica da área amostrada ou da amostra; precisão analítica do método de digestão ou leitura utilizado, principalmente para concentrações próximas aos limites de detecção; além de anomalias não-significativas resultantes de processos naturais.

A geração de anomalias não significativas no ambiente amostral, geralmente está associada a condições de Eh e pH do meio, tipo de rocha parental e influência de matéria orgânica, e minerais secundários da fração argila. Oxi-hidróxidos de Fe e Mn podem, por exemplo, adsorver grandes quantidades de elementos metálicos e a análise química destes conduzir a interpretação equivocada de áreas anômalas. Levinson (1974) cita exemplo de anomalia não-significativa originada pela amostragem de solo desenvolvido sobre diferentes tipos de rocha, principalmente sobre litotipos com elevados teores de fundo, e como o conhecimento de associações geoquímicas é importante para interpretação e identificação correta destas anomalias (Figura 2.7).



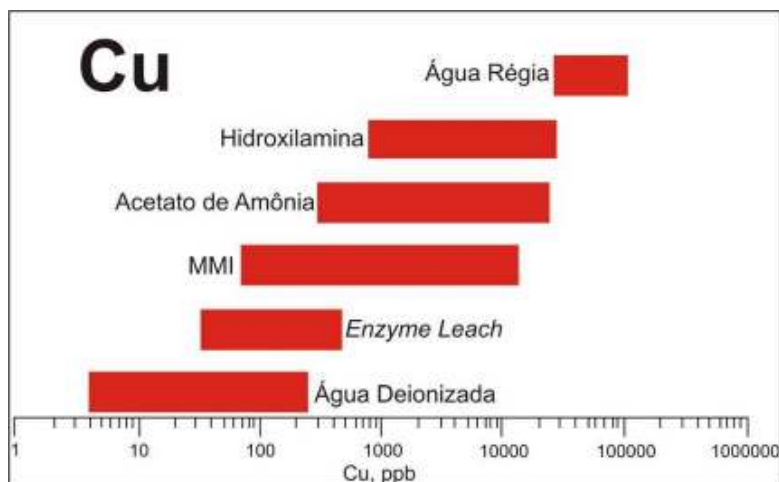
**Figura 2.7-** Anomalia não-significativa de cobre causada pela amostragem de solo desenvolvido sobre rochas de elevado *background* para este elemento (Levinson, 1974).

Outra possibilidade de geração de anomalias não-significativas está relacionada a utilização de amostragem de solo estabelecendo uma profundidade padrão. Sabendo-se que em qualquer ambiente natural existem variabilidades ao longo de um perfil, não é possível considerar que numa mesma profundidade será amostrado o mesmo horizonte pedológico ou as mesmas frações de minerais resistentes ou neoformados (Figura 2.8). Ainda é possível citar a variação de solubilidade de um dado elemento em diferentes tipos de solo, por exemplo, solos com diferentes conteúdos de carbonato apresentarão variável solubilidade de Au (Gray, 1999), o que em uma amostragem regional sem observar o tipo de solo durante a interpretação, pode gerar anomalias não significativas.



**Figura 2.8 -** Exemplo hipotético de anomalia não-significativa devida a coleta inadequada em mais de um horizonte do solo (Hawkes & Webb, 1962).

Os teores de um elemento podem variar em função do método de digestão da amostra aplicado em sua liberação das fases minerais. A Figura 2.9 mostra como o Cu é liberado sobre vários ataques ácidos. A digestão com ácido forte a quente é a que mostra maior eficiência para a extração do cobre em relação ao que ocorre adsorvido, absorvido, como substituinte ou na própria estrutura do mineral. De forma geral, elementos metálicos tendem a ser mais facilmente extraídos pelo ataque de água régia a elevadas temperaturas por períodos de tempo não inferiores há 8 horas.



**Figura 2.9** - Anomalias distintas geradas pela utilização de diferentes métodos de digestão da amostra (Cameron, 2001). MMI – Mobile Metal Ions.

A primeira vez que a geoquímica foi utilizada de forma sistemática para subsidiar a exploração mineral foi em 1924 por C.H.White, no trabalho intitulado “*Prospecting for disseminated copper by study of leached croppings*”. Neste trabalho foi determinado o conteúdo de Cu em amostras de rocha e traçado curvas de isovalores, das quais aquelas de valores mais elevados coincidiram e indicaram áreas de mineralização.

Os principais meios de amostragem utilizados na prospecção geoquímica regional e de detalhe são os sedimentos ativos de corrente, concentrados de bateia e solos. Segundo Hawkes & Webb (1962), as primeiras pesquisas de geoquímica desenvolvidas com coleta sistemática de materiais superficiais utilizaram o solo como meio amostral e foram realizadas por geólogos soviéticos em 1932. Nos EUA, as primeiras pesquisas de prospecção geoquímica datam de 1947 e também foram a partir de coleta de amostras de solo, sendo utilizadas por grandes mineradoras com resultados favoráveis (Hawkes & Webb, 1962).

No Brasil, segundo Licht (1998), o primeiro levantamento geoquímico voltado à exploração mineral foi desenvolvido por Melcher em 1958, com a coleta de 25.000 amostras de solo no Vale do Ribeira (Paraná e São Paulo) visando detectar anomalias de chumbo.



Contudo a utilização deste ambiente amostral exige um entendimento sobre sua gênese, tipos e comportamento dos elementos para uma melhor compreensão dos resultados encontrados.

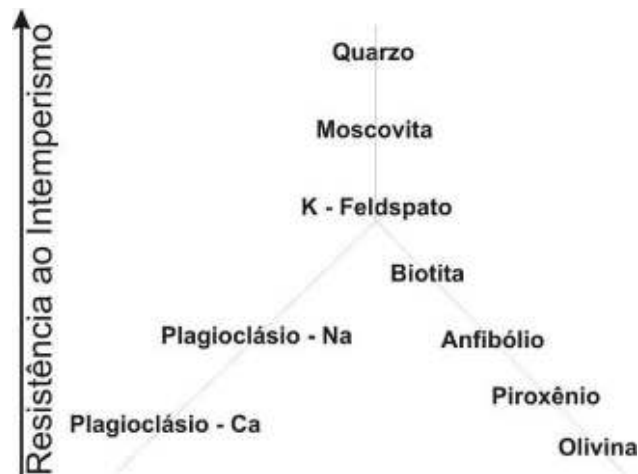
### 2.3 INTEMPERISMO E PEDOGÊNESE

Os processos físicos e químicos de dispersão geoquímica são essencialmente os mesmos para o intemperismo e para formação do solo (Butt, 1987). Os solos devem ser entendidos como formados como produto da ação do intemperismo associados a outros processos.

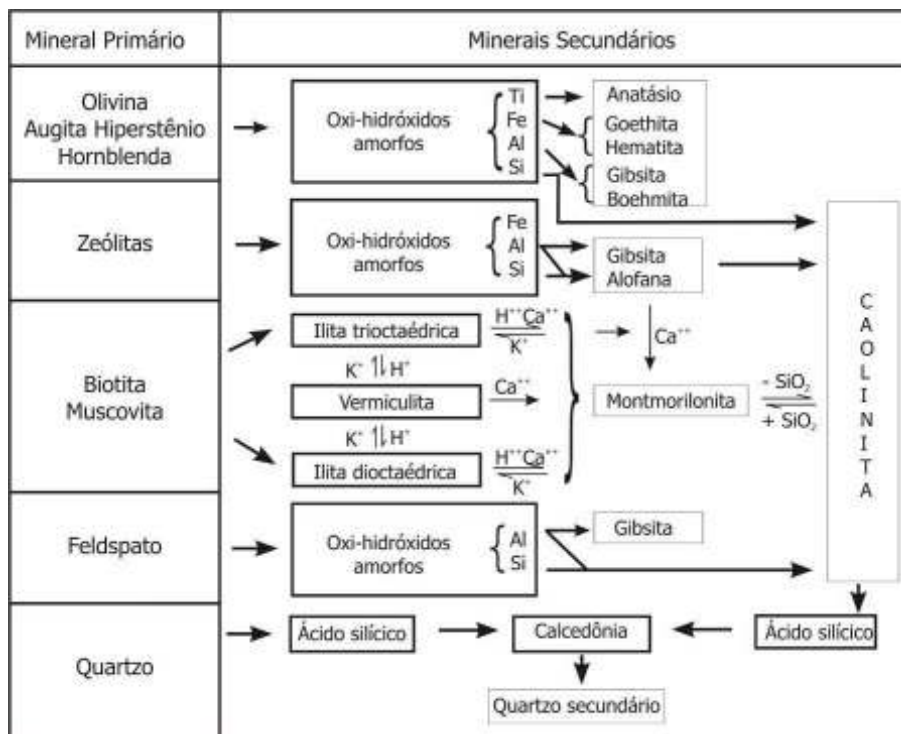
O intemperismo engloba processos físicos, químicos e biológicos de hidrólise e alteração de rochas e minerais na superfície da Terra, assim os principais fatores intervenientes incluem: clima, relevo, cobertura vegetal, circulação de água e conseqüentemente variações de Eh e pH, além da atividade biológica e do tempo. A composição e textura das rochas também desempenham papel importante na evolução do intemperismo. Seus principais produtos são: resíduos – minerais resistentes como o quartzo, zircão e a turmalina e elementos “insolúveis” em água; soluto – elementos de alta mobilidade, a exemplo de  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Mg}^{+2}$ ,  $\text{Ca}^{+2}$ , além dos ânions  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{-2}$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ; e minerais secundários, que englobam os argilominerais, os oxi-hidróxidos de Fe-Al, incluindo minerais de minério secundários.

Os processos intempéricos avançam no sentido de estabelecer novas relações de equilíbrio, obedecendo a Série de Goldschmidt (Figura 2.10). Visto que os minerais encontram-se sob condições ambientais diversas daquelas que foram formados (Licht, 2001), tendem à formação de novos minerais (Figura 2.11).

Em regiões onde o clima tropical é predominante ocorre com maior frequência o intemperismo ferralítico que é associado à oxidação e intensa lixiviação de compostos químicos mais móveis, como os elementos maiores e metais traços, visto que as altas taxas de precipitação pluviométrica permitem a drenagem e o transporte destes elementos. A sílica estrutural tende a ser lixiviada gradativamente do perfil de intemperismo, ao longo da sua evolução, enquanto que ferro e alumínio tendem a formar óxidos e hidróxidos insolúveis, permanecendo no perfil. Assim, o comportamento dos elementos químicos depende, além de suas mobilidades relativas, de fatores, como presença de matéria orgânica e de óxidos e hidróxidos de Fe e Al que podem implicar na adsorção, coprecipitação e precipitação de minerais neoformados em estados menos solúveis.



**Figura 2.10** - Série de Goldschmidt mostrando a ordem de resistência dos principais silicatos formadores de rochas em relação ao intemperismo.



**Figura 2.11** – Intemperismo de alguns minerais primários formadores de rocha (Hawkes & Webb, 1962).

A associação destes processos intempéricos aos processos pedogenéticos dá origem aos solos. Dentre os processos pedogenéticos mais importantes destacam-se: transformação, remoção, translocação, adição e gleização. E a formação dos solos se dá pela atuação conjunta de alguns destes processos, mas sempre com a predominância de um deles.

Na transformação, a hidrólise com saída da sílica estrutural e mudança da fase mineral primária são dominantes; a remoção é resultante da eliminação pelas águas de drenagem de elementos químicos imóveis que são lixiviados para as águas superficiais e subterrâneas. Na

translocação, a migração de minerais na fração argila, argilominerais e matéria orgânica dos horizontes mais superficiais para os horizontes subsuperficiais é o mecanismo mais importante; enquanto que na adição há acúmulo de matéria orgânica, principalmente vegetal nos horizontes superficiais; e a gleização é resultante da manutenção de ambiente redutor, em geral sob condições ácidas, que resulta na redução de ferro, manganês e outros metais.

É importante salientar que além destes processos básicos ocorrem outros mecanismos pedogenéticos específicos como a vertissolização, tiomorfismo, halomorfismo, calcificação, plintitização, dentre outros.

Com relação aos conceitos de material parental e substrato pode ser dito que o material parental ou rocha mãe ou material de partida é a rocha que dá origem ao solo, enquanto que o substrato é a rocha sobre a qual o solo está assentado. Em geral o material parental coincide com o substrato, ou seja, intemperismo e pedogênese atuam *in situ* dando origem a solos residuais. Mas há casos em que são distintos, nos solos transportados, como por exemplo, um material de tálus que sofre pedogênese e tem o solo totalmente desvinculado de seu substrato. Outro exemplo é a pedogênese sobre aluviões que comumente tem material de partida sem qualquer vínculo com o substrato que o suporta.

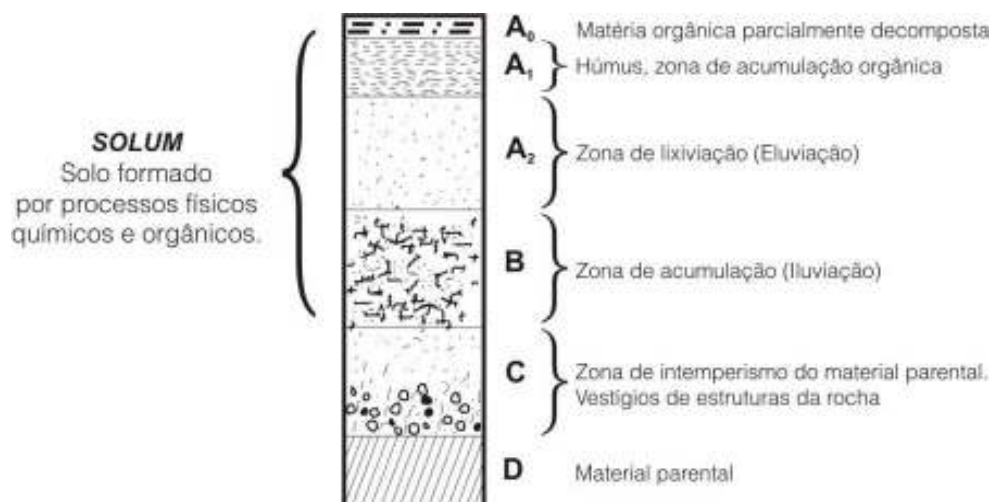
Os diferentes processos formadores de solos têm suas intensidades diferenciadas pelo clima, material parental, topografia e tempo, e assim quanto mais efetivos estes parâmetros, mais evoluídos serão os perfis de solos resultantes. Nascimento (2007) destaca que a evolução dos solos nem sempre se dá a uma taxa constante, ocorrendo em geral, entre rompimentos e alcances de novos estágios de equilíbrio, através de períodos de transformações de intensidade e duração variáveis, que concorrem para uma gradativa diminuição na sua complexidade mineralógica.

A pedogênese ocorre quando as modificações físicas, químicas e biológicas causadas nas rochas tornam-se estruturais, com reorganização e transferência de minerais formadores do solo (argilominerais e óxi-hidróxidos de Fe e Al) e levam à formação do perfil do solo.

No desenvolvimento do perfil do solo, sob condições de drenagem boa, alguns produtos da pedogênese, como as argilas, são transportadas para horizontes inferiores. No horizonte A, onde ocorre a acumulação de material orgânico em decomposição, a passagem de água favorece a formação de ácido carbônico e outros ácidos orgânicos, que apesar de fracos migram verticalmente no perfil iniciando o processo de solubilização dos minerais e formação de novos ácidos.

Se ocorrer uma intensa lixiviação desse material orgânico, um horizonte depletado é formado (Figura 2.12). A depleção destes componentes nas porções superiores do perfil do solo é chamada de eluviação, e a sua acumulação nos horizontes inferiores do perfil é a iluviação. A amostragem geoquímica neste nível eluviado conduzirá a respostas errôneas sobre teores de

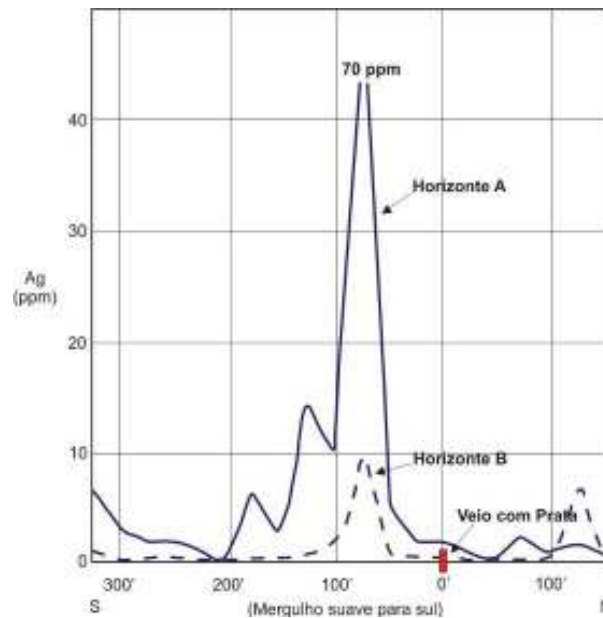
elementos, principalmente metálicos, enquanto que os horizontes iluviados, ou texturais, muitas vezes contêm a maior abundância de elementos de interesse. Barasko (1967) concluiu que devido a maior diferenciação destes horizontes espera-se uma redistribuição de elementos bem mais marcada.



**Figura 2.12** - Representação esquemática de perfil de solo maduro mostrando os principais horizontes (Andrew-Jones, 1968 in Levinson, 1974).

Este nível iluviado participa do horizonte B do solo, que é basicamente constituído por menor conteúdo de matéria orgânica, minerais de argila e óxidos de Fe, Al e Mn. Com a contínua ação dos ácidos orgânicos e inorgânicos que são formados, os elementos químicos vão sendo lixiviados do perfil de solo, de acordo com sua solubilidade. Como resultado dos processos pedogenéticos, principalmente de acumulação de argilominerais, mais intensos neste horizonte do solo, este é considerado como mais indicado para a amostragem geoquímica de onde se esperam os melhores resultados. No entanto, outros parâmetros devem ser considerados em cada pesquisa, em especial o comportamento do elemento buscado, visto as exceções existentes e relatadas em literatura (Figura 2.13). Barasko (1967) no desenvolvimento de estudos em zonas mineralizadas observou correlações significativas entre Pb e Zn com o horizonte mais superficial do solo e com a vegetação.

Abaixo do horizonte B, num perfil de solo completo, ocorre o horizonte C que representará a transição entre porções da rocha pouco alteradas (com manutenção de estruturas da rocha) e o material parental, exceto para solos desenvolvidos sobre materiais transportados.



**Figura 2.13** - Comparação de teores de Ag nos horizontes A e B de solo desenvolvido sobre veio mineralizado (Boyle & Dass, in Levinson, 1974).

## 2.4 CLASSIFICAÇÃO DO SOLO

Os sistemas de classificação de solos são, em geral, genéticos, isto é, agrupam solos principalmente pelo processo de formação, daí a necessidade do entendimento dos processos pedogenéticos.

Nesta pesquisa, a base para a classificação dos solos será o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos da EMBRAPA (Santos *et al.*, 2013). Neste sistema qualquer solo pode ser classificado em seis níveis categóricos, ou seja, seis níveis de detalhamento. A descrição para a maioria dos objetivos deve situar os solos até o 3º nível categórico.

Alguns solos definidos nas classificações anteriores não mais existem, tendo sido incluídos em outras classes ou em classes novas. Por exemplo, os podzólicos não existem mais, sendo agrupados nas classes dos nitossolos ou dos argissolos.

Os termos háplico, órtico e típico representam grupos excludentes das classes definidas na chave de classificação, respectivamente no segundo, terceiro e quarto níveis categóricos.

Serão descritas abaixo as treze classes de solo com suas principais características.

**Latossolos** - Solos com processo pedogenético bastante avançado, caracterizados pela ação de laterização e ferratização, resultando em composição básica de argilominerais mais estáveis e resistentes além de oxi-hidróxidos de Fe e Al. São diagnosticados por apresentarem horizonte B latossólico (Bw) abaixo de qualquer horizonte A, dentro dos 200 cm ou dentro dos 300 cm se o A tiver mais que 150 cm. Apresentam uma sequência de horizontes A, Bw, C e R, mas a discriminação entre os horizontes é difícil, pois estes são muito homogêneos.

Em geral apresentam estruturação fina (granular e grumosa). No segundo nível são determinados por índices de cor.

A nomenclatura antiga incluía os latossolos vermelho-escuro, vermelho-amarelo, amarelo, roxo e Bruno. Atualmente consideram no segundo nível: Latossolo bruno, Latossolo amarelo, Latossolo vermelho, Latossolo vermelho-amarelo.

**Neossolos** - não apresentam alterações intempéricas e pedogenéticas significativas em relação ao seu material original, conseqüentemente são solos pouco evoluídos e caracterizados pela ausência do horizonte B. Apresenta seqüência de horizontes do tipo A-C-R ou A-R.

São classificados no 2º nível categórico como: Neossolos litólicos (A ou H diretamente sobre C ou R); neossolos flúvicos (solos aluviais); neossolos regolíticos (A ou H diretamente sobre C com >4% de minerais primários ou > 5% de fragmentos de rocha não alterados); e neossolos quartzarênicos (no máximo 15% de argila, com textura franca ou arenosa dentro dos primeiros 150 cm do perfil).

**Cambissolos** - Solos pouco desenvolvidos, com pedogênese pouco avançada, evidenciada pela distinção ainda de estruturas e textura da rocha fonte. São solos caracterizados por um horizonte B incipiente abaixo de um horizonte A ou de um horizonte hístico. Geralmente apresenta teores uniformes de argila, podendo apresentar pequena variação destes teores do horizonte A para B.

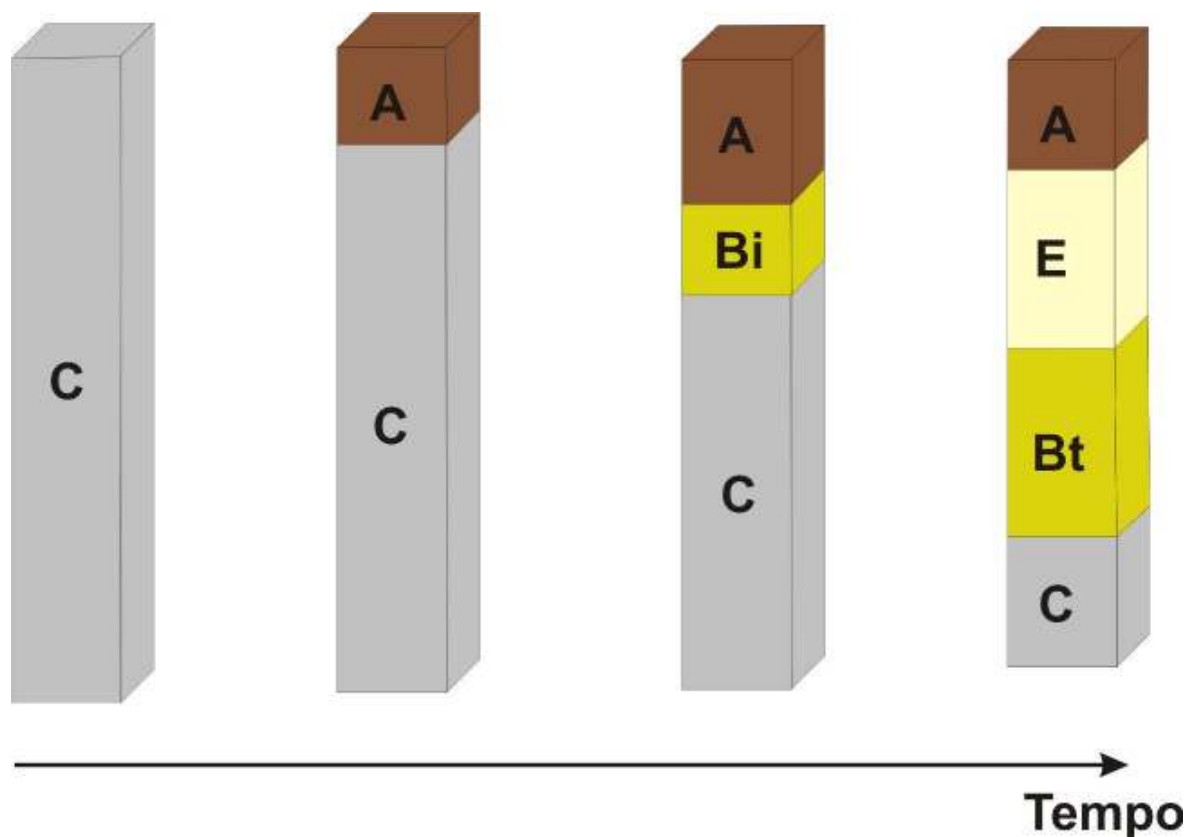
Não sofreu modificação a partir da antiga nomenclatura. No segundo nível são classificados em Cambissolo Flúvico, Cambissolo Húmico e Cambissolo Háplico.

**Argissolos** - solos de avançada evolução pedogenética, cuja maior característica é a translocação de argila do horizonte superficial para o horizonte B. Em decorrência, seu atributo diagnóstico é a ocorrência de horizonte B textural (Bt) e pode estar sob um horizonte de eluviação (Figura 2.14). Corresponde a parte dos antigos solos Podzólicos que apresentavam B textural.

No segundo nível categórico são classificados em argissolos bruno-acinzentados (matiz 5YR 3 a 4 / 4), acinzentados 7,5 YR valor > ou = 5 cromas menores 4), amarelos (+ amarelo que 7,5YR), vermelho-amarelos e vermelhos (+ vermelho que 2,5YR). No terceiro nível categórico são classificados por índices químicos.

**Nitossolos** - de evolução pedogenética similar aos argissolos, se diferenciam destes pelo gradiente textural, que deve ser menor que 1,5, ou seja, pela razão de material da fração argila translocada do horizonte superficial para o horizonte B. Assim, estes solos são diagnosticados pela presença do horizonte B nítico (Bn).

Corresponde a uma parte dos antigos Podzólicos, onde não havia B textural. No segundo nível: Nitossolo Bruno (matiz 4YR ou + amarelo), Nitossolo Vermelho (matiz 2,5YR ou + vermelho) e Nitossolo Háplico.



**Figura 2.14** - Representação esquemática dos estágios de desenvolvimento de solos com gradiente textural. A, Bi, Bt, C e E – horizontes A, B incipiente, B textural e Eluvial, respectivamente (<http://www.soils.wisc.edu/courses/SS325/formation.htm>).

**Chernossolos** - Se diferenciam de outros solos por sua coloração, em geral escura, com horizonte A bem espesso e rico em carbono orgânico. Seu atributo diagnóstico é a presença do horizonte A chernozêmico seguido por B que pode ser incipiente, textural ou nítico com argila de atividade alta e saturação por bases alta ou horizonte cálcico (substituindo o A chernozêmico) ou junto a C ou ainda contato lítico desde que o A tenha mais de 15% de carbonato de cálcio.

No segundo nível categórico podem ser Chernossolos Rêndzicos (caráter cálcico ou contato lítico); Ebânico (caráter ebânico na maior parte do B); Argilúvicos (com B textural ou nítico abaixo do A chernozêmico) ou Háplicos (que não se enquadrem nos casos anteriores).

**Luvisolos** - são solos também caracterizados pela translocação de argila do horizonte superficial para o B. Sua diferenciação é na composição deste horizonte B textural, que é de argilominerais de atividade alta e alta saturação por bases.

Foram classificados anteriormente como bruno não-cálcicos e podzólicos vermelho-amarelo, bruno-acinzentado e vermelho-escuro ambos eutróficos. No 2º nível podem ser divididos em Luvisolos crômicos ou háplicos.

**Vertissolos** - apresentam pequena variação textural ao longo do perfil e sua principal característica é a ocorrência do horizonte vértico entre 25 e 100 cm do perfil constituído por argilas de alta atividade com elevada capacidade de troca de cátions, além de alta saturação por bases. São solos pouco desenvolvidos, geralmente, oriundos do intemperismo e pedogênese de rochas ricas em Ca e Mg, a exemplo de basaltos e calcários.

No segundo nível categórico: Vertissolos hidromórficos, ebânicos ou háplicos.

**Gleissolos** - são solos hidromórficos que se encontram permanente ou periodicamente saturados por água. Em decorrência deste ambiente redutor, o ferro dos óxidos tende a ser solubilizado e lixiviado e, por isso são solos acinzentados refletindo as cores dos minerais de argila presentes.

São caracterizados pelo horizonte glei abaixo de qualquer horizonte A e correspondem aos antigos solos tipo Glei. No segundo nível categórico são classificados em: Gleissolos tiomórficos (com horizontes sulfúricos ou materiais sulfídricos), sálicos (com  $CE > 7dS/cm$ ), melânicos (com horizonte hístico de pelo menos 40 cm de espessura) e háplicos (que não se enquadram nas anteriores).

**Organossolos** - consistem em solos desenvolvidos em ambientes sujeitos a forte hidromorfismo e por isso a mineralização da matéria orgânica é limitada. Assim, estes solos contêm mais de 80g/kg de matéria orgânica no horizonte B, que são chamados de horizontes hísticos, com espessura mínima de 40 cm quando sobre A, B ou C ou de 20 cm quando em contato direto com a rocha.

Correspondem aos antigos solos orgânicos, semi-orgânicos, tiomórficos turfosos e litólicos turfosos.

No segundo nível categórico são classificados em Organossolos tiomórficos - quando contém horizonte sulfúrico (tiomorfismo) dentro dos 100 primeiros centímetros; Organossolos fólicos - encharcados no máximo 30 dias por ano e rico em matéria vegetal em decomposição com no mínimo 30 cm de espessura; Organossolos háplicos - solos com densidade  $< 0,15 mg/dm^3$  com teor de matéria orgânica maior que 65%.

**Espodossolos** - estes solos são caracterizados pelo transporte de matéria orgânica e óxidos de Fe e Al do horizonte A para o B, constituindo o horizonte B espódico abaixo de horizonte E ou A (nos primeiros 200 cm do perfil ou nos primeiros 400 cm quando  $A + E$  ou  $H + E > 200$  cm).

Abrange os podzóis e podzóis hidromórficos do sistema de classificação anterior. No segundo nível categórico podem ser espodossolos humilúvicos, ferrilúvicos ou ferrihumilúvicos. No primeiro caso há acumulação iluvial apenas de ferro e alumínio (com Bh ou Bhm) no segundo caso ocorrem horizontes Bhs ou Bs.

**Planossolos** - são solos imperfeitamente ou mal drenados, com translocação de argila para o horizonte B, cuja principal característica é a passagem abrupta do horizonte superficial para esse



B plânico. Se contiverem horizonte plântico este deve ser coincidente com o A ou E, e se contiverem horizonte glei este deve ser coincidente com o B plânico.

Coincidem com os antigos planossolos, solonetz-solodizados e hidromórficos cinzentos. Atualmente são classificados em Planossolos Nátricos, Hidromórficos ou Háplicos.

**Plintossolos** - solos, em geral, mal drenados que ficam sujeitos temporariamente ao excesso de água e por consequência apresentam expressiva plintização. Geralmente ocorrem em regiões de relevo plano, baixadas e zonas sujeitas a variação do nível freático. Se caracterizam por apresentarem horizonte plântico ou petroplântico nos primeiros 40 cm do perfil ou dentro dos primeiros 200 cm quando o horizonte plântico (petroplântico) ocorrer sob horizonte A ou E.

Inclui parte das lateritas hidromórficas, dos podzólicos e dos latossolos plânticos do sistema de classificação anterior. No segundo nível categórico são classificados em Plintossolos pétricos, argilúvicos ou háplicos.

## 2.5 ELEMENTOS QUÍMICOS NO SOLO

O solo é constituído pelas fases gasosa, líquida e sólida, onde a última tem sua constituição baseada em três frações granulométricas: areia, silte e argila, além de fragmentos mais grossos que 2 mm. As frações areia e silte estão representadas pelos minerais primários, ou resistatos, estáveis àquelas condições físico-químicas.

A fração argila é constituída pelos minerais neoformados que serão os argilominerais, os oxi-hidróxidos de Fe, Mn e Al, e fragmentos de minerais menores que 0,002mm. Além da fase mineral, a fração argila é integrada pela matéria orgânica que em verdade encontra-se na fração coloidal. A constituição em minerais da fração argila é uma das principais responsáveis pela caracterização física e química do solo e consequentemente de sua tipologia, refletindo diretamente o grau de maturidade e evolução pedogenética deste solo.

Os minerais da fração argila e a matéria orgânica têm um papel importante na mobilidade dos elementos químicos, principalmente os metais, devido a sua relativa capacidade de troca catiônica (CTC). Esta característica é variável de acordo com a estrutura do mineral de argila e é muito maior para a matéria orgânica, devido a grande disponibilidade de cargas negativas superficiais. Segundo Anand (2005), as camadas 2:1 das esmectitas, podem incluir diversos cátions de raio iônico compatível como  $Mg^{+2}$ ,  $Al^{+3}$  e  $Fe^{+3}$ , podendo, deste modo, hospedar diversos elementos traços durante a evolução do intemperismo. Assim, os minerais da fração argila e a matéria orgânica podem constituir uma importante barreira geoquímica, implicando no acúmulo de elementos químicos, que pode configurar um sítio preferencial de amostragem ou implicar na geração de uma anomalia não significativa.

Entretanto, estudos realizados por alguns autores mostram a ausência de correlação ou correlação negativa entre alguns elementos e a matéria orgânica, a exemplo de Nardi & Formoso (1978), que não observaram qualquer relação entre o cobre e esta fração coloidal e explica o fato pela mobilização do metal por complexação.

Licht (1980) comparando mapas geoquímicos de sedimento de corrente e solo observou a coincidência de áreas anômalas para Pb, Zn e Cu, e atribuiu a pequena mobilidade destes elementos nas condições locais. O autor explica a mobilidade destes elementos influenciada pela existência de intensas barreiras geoquímicas causadas pela dissolução de cimento carbonático e elevação do pH, além da presença nas drenagens de óxidos de Fe e Mn (sorventes).

A permanência, no perfil de alteração, do fósforo liberado dos fosfatos primários dissolvidos também exerce grande influência na dinâmica de outros elementos (Ca, Ba, U, Th, V, Sr, ETR, etc.) (Toledo, 1999), modificando, temporariamente, o comportamento geoquímico de elementos em princípio considerados móveis em superfície, visto que os minerais fosfáticos têm estruturas favoráveis a fixação destes, que de outro modo, seriam lixiviados do perfil.

O comportamento do fósforo no manto de intemperismo pode ser considerado residual, sendo comum sua ocorrência em mantos lateríticos sobre rochas com disponibilidade do elemento, como fosforitos marinhos e rochas ígneas alcalinas. A evolução do manto de intemperismo sobre estes materiais pode ser marcada pela dissolução dos fosfatos iniciais, com lixiviação ou fixação do fósforo com formação dos fosfatos secundários. O fósforo pode se acumular no perfil intempérico em ambiente alcalino, em geral, na forma de apatita primária residual, ou em ambiente substancialmente ácido, fixado na forma de fosfatos aluminosos da série da crandalita (Ferrari, 2000), que tem grande estabilidade no ambiente superficial e são considerados como fontes principais de P no solo.

Considerando as alterações físico-químicas durante o intemperismo, Toledo (1999) propõe uma zonalidade típica vertical da base para o topo dos perfis de intemperismo, partindo dos fosfatos aluminosos de Ca (primários e secundários) até aqueles de Al e Fe (wavelita, variscita e strengita). A presença de íons  $\text{PO}_4^{-3}$  no perfil inibe a formação de gibbsita, assim o Al ocorre como fosfatos aluminosos e apenas forma a gibbsita quando está em excesso em relação ao fósforo, enquanto a formação de fosfato de ferro é muito mais lenta com este elemento tendendo a permanecer na fase de oxi-hidróxidos.

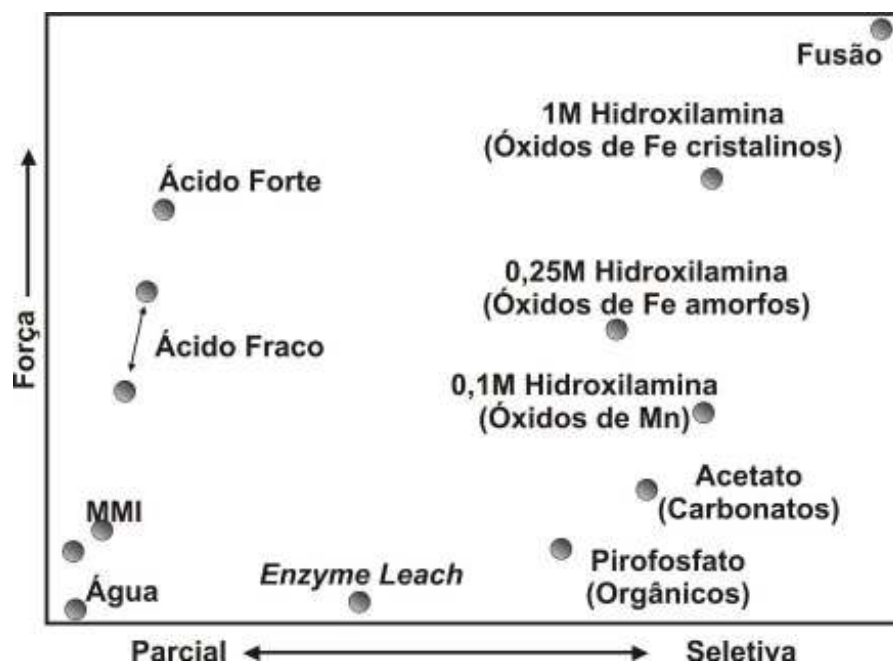
Os oxi-hidróxidos de Fe, Mn e Al, apresentam valores de CTC, em geral baixos, variáveis de acordo com o pH do solo, mas são de particular interesse em exploração geoquímica (Licht, 2001), devido a sua significativa afinidade com determinados elementos mais móveis, os quais são coprecipitados e imobilizados durante a formação dos oxi-hidróxidos. Além destes

fatores há ainda o controle da alta capacidade de adsorção específica, principalmente com o fósforo, visto a sua habilidade em fazer ligações covalentes.

Esse comportamento pode ser prejudicial à geoquímica exploratória porque a presença relevante destes sólidos no solo pode implicar em algumas anomalias não significativas produzidas pela acumulação de teores de fundo destes elementos (Licht, 2001). Por outro lado, havendo estudos orientativos visando identificar a fase mineral em se encontra o elemento buscado, os óxidos podem servir de meio amostral preferencial, a exemplo de ETRs, Nb, Th que, segundo Anand (2005), tendem a um enriquecimento relativo no resíduo laterítico.

## 2.6 MÉTODOS DE EXTRAÇÃO

Extrações seletivas são usadas para investigar a distribuição de elementos traços pela dissolução controlada de fases específicas do solo ou de espécies minerais, enquanto as extrações parciais dissolvem parte ou toda alíquota analisada, abrangendo diversas fases minerais. Os dois princípios utilizam ácidos e substâncias de diferentes forças de abertura da estrutura do material a ser analisado (Figura 2.15).



**Figura 2.15** - Representação esquemática de força (poder de extração do digestor) versus seletividade de vários tipos de extração.

Algumas técnicas de extração seletiva são utilizadas em geoquímica de exploração porque, segundo Gray (1999), se sabe que elementos associados à mineralizações são mais facilmente liberados durante o intemperismo.

Dentre os métodos de extração seletiva está a água deionizada que é considerada o extrator mais fraco, lixiviando apenas aqueles elementos prontamente disponíveis, ou seja, adsorvidos nas superfícies das partículas. Com crescente poder de extração, está o acetato que conduz a solução a um pH 5 e é responsável pela dissolução dos carbonatos e, conseqüentemente dos elementos associados a estes.

A extração por hidroxilamina com concentração molar crescente é utilizada de modo sequencial visando dosar os elementos associados aos óxidos de Mn, óxidos amorfos de Fe e óxidos cristalinos de Fe, respectivamente.

Supõe-se que exista algum processo responsável pela migração de íons do corpo mineralizado para a cobertura, seja regolito ou solo. Porém ainda não há consenso sobre o mecanismo de transporte responsável, dentre as principais propostas destacam-se as de Hamilton *et al.* (2001) que citaram convecção por variação de gradiente hidráulico, transporte por capilaridade, forte variação de gradiente redox, a exemplo de corpos sulfetados, entre outros.

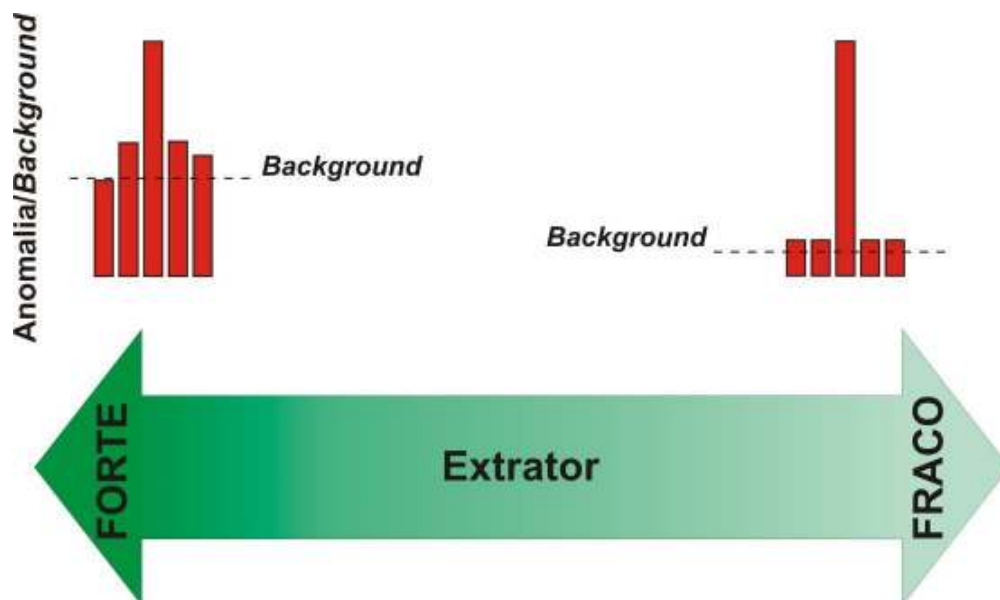
A extração seletiva *Enzyme Leach* (Actilabs) baseia-se na migração de íons dos elementos do corpo mineralizado e seu trapeamento em óxidos amorfos no solo ou cobertura superficial (<http://www.actlabsint.com/docs/Enzyme%20Leach%20Minerals%20PDF.pdf>). Assim, este método dissolve os óxidos amorfos de Mn, disponibilizando para leitura todos os elementos sorvidos nestes. Este mesmo laboratório já cita outro extrator, recentemente desenvolvido, *TerraSol leach*, que lixivia óxidos amorfos de Fe e Mn e, segundo o próprio laboratório, indicam mineralizações e estruturas mais rasas.

Dentre os métodos de extração parcial está o Mobile Metals Ions (MMI), de direito de uso da SGS-Geosol. Segundo SGS (2013) constitui um método de extração parcial fraco para metais ultra-traços que visa melhorar a geoquímica convencional na pesquisa de mineralizações não aflorantes. O processo consiste da coleta de amostras de solo, com cerca de 250 gramas, sempre no intervalo de profundidade de 10 a 25 cm, eliminando a camada com maior influência de matéria orgânica.

Por fim, a extração por ácido forte, da qual pode citar a água régia que coloca em solução os elementos associados a todas as fases minerais, ou seja, adsorvidas, trocáveis, oxidáveis, reduzidas e residuais, sendo os últimos relacionados à estrutura cristalina dos minerais. Cameron (2001) defende a utilização de extração por água régia, a qual dará o conteúdo total do elemento naquela amostra e que será de extrema importância na interpretação dos dados de cada fase extraída pelos lixiviantes mais fracos.

Apesar de ser mais utilizada, principalmente na Austrália, a escolha da melhor técnica de extração parcial e/ou seletiva visa à maximização do contraste anomalia/background (Figura 2.16). De acordo com a força da mistura ácida utilizada mais fases minerais serão diluídas da

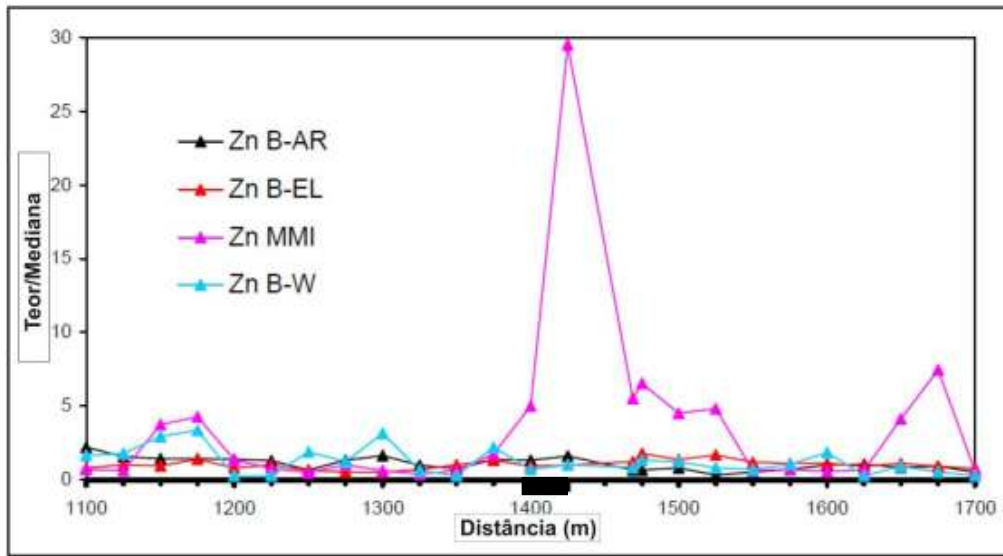
amostra, porém, com isso algumas feições indesejáveis podem ocorrer. Inicialmente, em extração com ácido forte grande quantidade de matriz será dissolvida, a exemplo dos minerais silicáticos, o que pode causar maior ruído (aumento do *background*) e conseqüentemente menor contraste anomalia/*background*. A maior diluição da matriz ainda pode causar possível interferência na leitura daqueles elementos em baixa concentração.



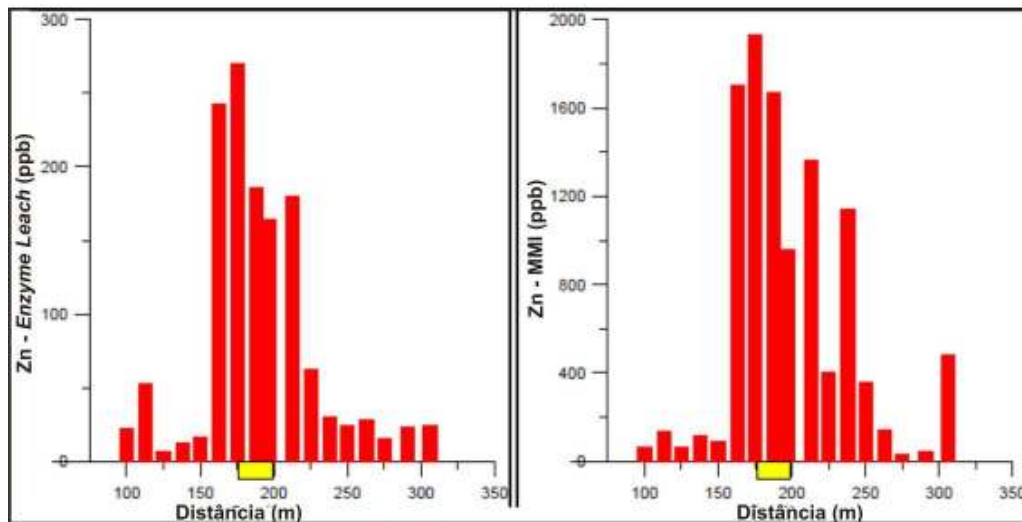
**Figura 2.16** – Representação esquemática do contraste de concentração dosada por extração (SGS, 2008).

Existem diversos trabalhos de exploração mineral que utilizam estes procedimentos e alguns que comparam a eficácia dos mesmos, a exemplo de Hamilton *et al.* (2001) que apontaram o MMI como método mais eficiente para delimitação de um pequeno depósito VMS (Figura 2.17); e Cameron (2001) que encontrou para outro depósito melhor resposta com o *Enzyme Leach* (Figura 2.18).

Vale ressaltar que todos os métodos citados, a exceção do MMI, utilizam o horizonte B como meio amostral, enquanto que o MMI tem como critério de amostragem a profundidade fixa 10-25 cm, e com isso pode amostrar tanto o horizonte A como o B ou até haver mistura dos dois. Com isso, a diferença na resposta para o método pode estar associada a esta variação de horizonte pedogenético amostrado e a mobilidade do elemento em questão.



**Figura 2.17** - Teores de Zn do horizonte B normalizados em relação à mediana para extrações por água régia (B-AR), *Enzyme Leach* (B-EL), e água deionizada (B-W); e para MMI em amostras coletadas entre 10 e 25 cm de profundidade. Retângulo preto – corpo mineralizado. (Hamilton *et al.*, 2001).



**Figura 2.18** - Teores de Zn da porção superior do horizonte B (cerca de 10 cm de profundidade). Retângulo amarelo – corpo mineralizado. Cameron (2001).

## CAPÍTULO 3

### TIPOS DE SOLOS E PROSPECÇÃO GEOQUÍMICA

#### 3.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS

As propriedades do solo e seus processos pedogenéticos podem afetar significativamente a acumulação e distribuição de elementos químicos no perfil de solo. Assim para uma efetiva pesquisa de prospecção geoquímica em solos, o conhecimento dos diferentes tipos de solos presentes na área é de extrema importância. Roca *et al.* (2008) mostraram que além da relação íntima entre solos e rocha parental, os processos de intemperismo e formação do solo modificam o regolito e redistribuem o conteúdo de metais nos horizontes pedogenéticos.

A evolução pedogenética e conseqüentemente a constituição mineralógica do solo influenciarão no contraste das anomalias geoquímicas. Assim, solos mais desenvolvidos mostrarão contrastes poucos pronunciados em relação à mineralização visto a alta lixiviação sofrida e o intenso intemperismo químico e conseqüente constituição de argilominerais pouco adsorventes. Por outro lado, maiores contrastes serão esperados em solos imaturos, que apresentam menor taxa de intemperismo e lixiviação de bases e conseqüentemente têm pH mais elevado, o que retém elementos metálicos mesmo os mais móveis, além de serem constituídos por maior volume de argilominerais tipo 2:1 que têm alta capacidade de adsorção de cátions. Sipos (2004) observa um decréscimo na afinidade do Pb com o argilomineral dominante do solo na sequência vermiculita > montmorilonita > clorita.

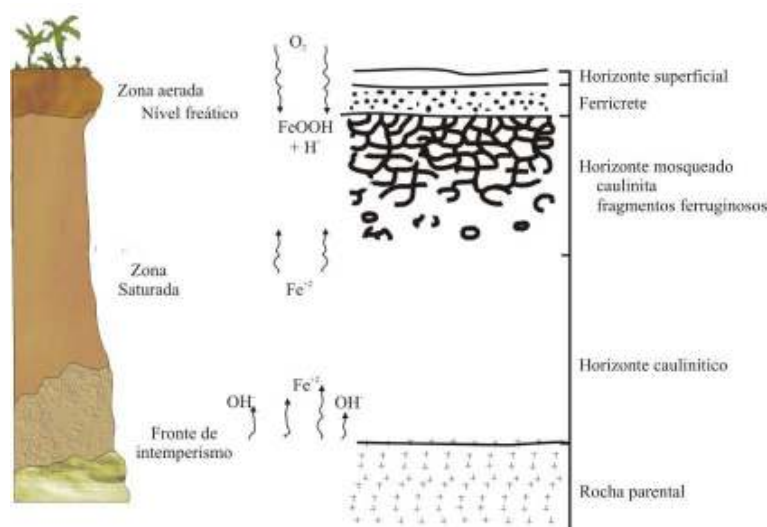
Com a evolução dos processos intempéricos e pedogenéticos, a diferenciação do perfil de solo em horizontes ocorre de forma mais definida. Assim, solos pouco desenvolvidos apresentam variações menos significativas nos teores de elementos metálicos entre os horizontes, já que são solos que não apresentam processos intensos de lixiviação e formação de minerais secundários, assim como translocação de argila para o horizonte B. Desta forma, este não seria *a priori* o horizonte preferencial para amostragem e necessitaria de estudos específicos para determinação, assim como estes solos têm melhor contraste, mas pouca dispersão.

Em solos mais maduros existe a translocação de minerais da fração argila (argilominerais e oxi-hidróxidos de Fe e Mn), e conseqüentemente dos metais adsorvidos, para o horizonte B, além de adição de elementos do horizonte C por evaporação ou capilaridade (Mann *et al.*, 2005). Neste caso, no horizonte em B seria esperado o melhor contraste e melhor dispersão para os elementos químicos de mobilidade significativa.

Os solos formados a partir de materiais transportados, visto que não evoluíram da litologia subjacente, se amostrados devem ser tratados de modo particular, e resultando em alguma anomalia poderá estar associada a outro local. Neste caso, um estudo específico para a determinação do material parental deve ser desenvolvido, além da possibilidade desta anomalia estar associada a uma mineralização abaixo deste solo.

Existem estudos recentes, principalmente na Austrália, que utilizam técnicas de extrações seletivas sequenciais e parciais para encontrar corpos mineralizados mesmo abaixo de material transportado. Estas pesquisas usam como princípio a ascensão de íons dos corpos mineralizados para o material superficial (Mann *et al.*, 2005) e que estes íons estariam em fases minerais específicas e em baixos teores que seriam detectados e diferenciados daqueles já oriundos do material transportados, em fases minerais mais estáveis.

Do discutido anteriormente se pode concluir que cada classe de solos apresenta características que influenciam na mobilidade e acumulação de elementos químicos em horizontes particulares. Por exemplo, em ambientes com ocorrência de solos lateríticos, Butt (1987) chama atenção para a oxidação e lixiviação profundas e a redistribuição de elementos relacionados a depósitos minerais, que configura um grande problema para a exploração geoquímica (Figura 3.1).



**Figura 3.1** - Perfil de solo laterítico e mobilidade do ferro nos diferentes horizontes (Butt 1987).

Durante a formação de crostas lateríticas, ocorrem, abaixo delas, níveis mosqueados caracterizados pela intensa variação das condições de Eh e pH e nestes níveis, segundo Butt *et al.* (1997) é onde podem ocorrer teores significativos de ouro e outros metais, concentrados por substituição nos argilominerais ou co-precipitação nos oxi-hidróxidos. Correlacionando os processos, é possível estabelecer uma associação com os horizontes mosqueados de alguns tipos



de solos e, desta forma, em projetos de pesquisa de ouro ou outros metais este seria o melhor horizonte amostral.

Por outro lado, regiões com desenvolvimento de solos podzolizados, argissolos e nitossolos, caracterizados por horizonte B textural com acumulação de minerais da fração argila, terá neste horizonte maior favorabilidade a acumulação de elementos, principalmente os metálicos, visto a grande afinidade e adsorção destes pelas argilas.

Estudos realizados por Matos *et al.* (2001) correlacionaram características químicas como CTC e pH e conteúdo de matéria orgânica e argilominerais nos horizontes de 3 diferentes tipos de solo (2 latossolos e 1 argissolo) com a mobilidade dos metais Zn, Cu, Pb e Cd, utilizando a medida do fator de dispersão de cada metal no perfil do solo. Os resultados apontaram, de modo geral, para aumento da mobilidade nesta sequência: Pb - Cu - Cd - Zn; e mostraram que tipos e horizontes de solo influenciam de modo distinto na mobilidade dos elementos: o argissolo mostrou maior retenção dos metais no horizonte A, enquanto que os latossolos tiveram maior retenção associada ao horizonte B. Uma possível explicação para este resultado seria a acumulação dos metais em associação com a material orgânica contida no horizonte A do argissolo e nas argilas e óxi-hidróxidos de Fe do horizonte B dos latossolos (pois os latossolos são muito empobrecidos em material orgânico no horizonte superficial).

### **3.2 ASSOCIAÇÃO DE SOLOS**

Para melhor entendimento dos processos pedogenéticos envolvidos e sua influência na distribuição dos elementos e seus sítios preferenciais de acumulação, é proposto o agrupamento das classes de solo e discussão sobre quais horizontes são mais favoráveis para amostragem em cada grupo. Ressaltando que os parâmetros geoquímicos que condicionam a dispersão elementar variam de região para região (Nardi & Formoso, 1978), é necessário assim o desenvolvimento de análise prévia para cada local ou situação específica.

#### **3.2.1 Neossolos/Cambissolos**

Seguindo uma sequência evolutiva pedogenética esquemática, os primeiros solos a serem formados seriam os neossolos (litólicos, regolíticos e quartzarênicos) e os cambissolos, os quais são caracterizados por baixas taxas de lixiviação e, por consequência, formação incipiente de oxi-hidróxidos de Fe e de minerais de argila secundários, que podem ser do tipo 2:1 (alta CTC), além de grande quantidade de minerais primários. Este grupo de solos apresenta horizontes A e C, e B incipiente apenas nos cambissolos, pouco diferenciados e pouco espessos. Desta forma, a amostragem refletirá valores bem próximos aos da rocha fonte, e na ocorrência de mineralização

o contraste em relação ao *background* regional será mais nítido, porém com menor dispersão lateral.

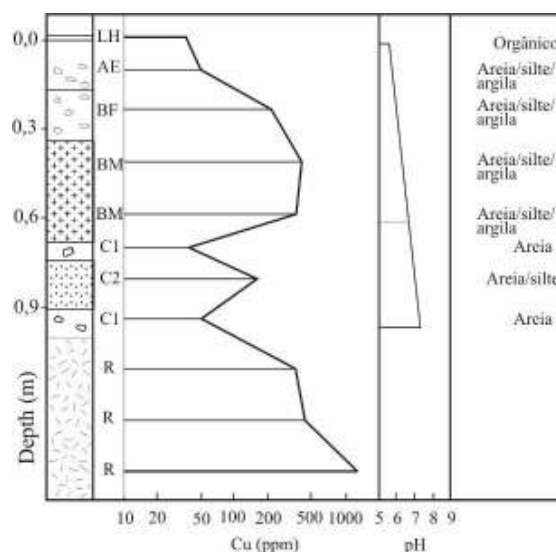
Ainda sobre este grupo de solos em fase inicial de desenvolvimento e com significativa presença de minerais primários, a amostragem e análise direcionada para a fração mais grossa poderia gerar resultados interessantes, a exemplo dos valores mais elevados de elementos químicos encontrados nesta fração em neossolos litólicos de Portugal por Inácio *et al.* (2008).

Como o perfil é pouco profundo, na maior parte dos casos é possível amostrar, sem muito esforço, o horizonte C (a profundidades inferiores a 60 cm).

Em casos específicos os próprios minerais de minérios podem ainda estar presentes pouco alterados, ou uma fase secundária associada pode denunciar sua presença no material de partida.

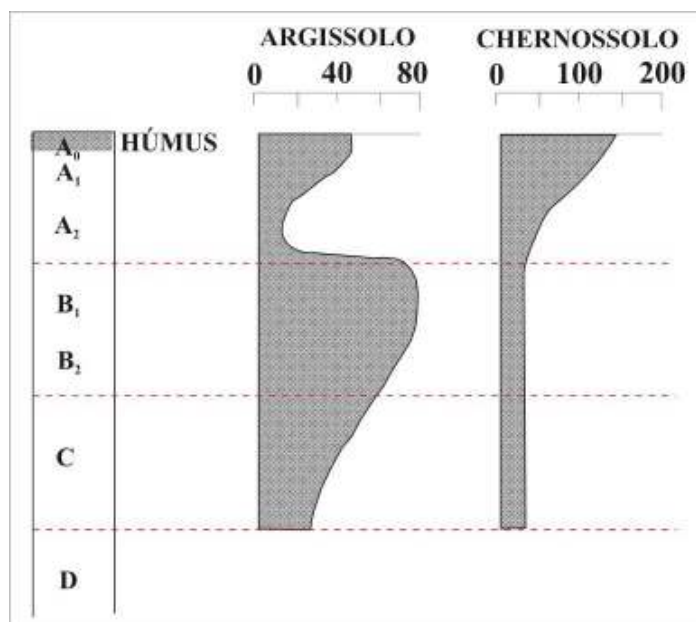
### 3.2.2 Argissolos/Nitossolos/Chernossolos

Com a gradativa evolução do intemperismo da rocha parental e dos processos pedogenéticos de lixiviação de bases, formação de novos argilominerais e óxidos e translocação destes minerais de argila do horizonte A para o B, ocorre a formação de solos mais diferenciados, caracterizados principalmente pelo gradiente textural destes horizontes supracitados. Com essas características agrupam-se os nitossolos, argissolos e chernossolos, este último também caracterizado por apresentar o horizonte A chernozêmico com alto conteúdo de carbono orgânico. Assim, este grupo de solos, bastante abundante em regiões tropicais, têm como sítio preferencial para acúmulo da maioria dos elementos metálicos o horizonte B (Figura 3.2).



**Figura 3.2** - Perfil de solo mostrando maiores teores de cobre no horizonte B textural (Moon *et al.*, 2006).

Pelo caráter chernozêmico do horizonte A dos chernossolos, a possibilidade de amostragem deste horizonte deve ser considerada, focando sempre no elemento químico buscado. Levinson (1974) observou uma concentração preferencial de Cu neste horizonte quando comparado a outros solos podzolizados desenvolvidos sobre as mesmas litologias (Figura 3.3). Marques *et al.* (2004) atribuíram a concentração deste elemento a forte capacidade em formar complexos organometálicos com a matéria orgânica do solo. Palumbo *et al.* (2000) através de análises químicas por extração seletiva em diversos tipos de solo, observaram marcada afinidade de Pb, Cu e Cd pela matéria orgânica, com maiores concentrações destes no horizonte superficial dos chernossolos.



**Figura 3.3** - Variação nos teores de Cu nos horizontes de dois tipos de solo (Levinson, 1974).

### 3.2.3 Latossolos

Considerando-se uma escala evolutiva para a pedogênese, é possível considerar os latossolos como o membro final desta sequência. Estes são caracterizados pela ação intensa dos processos de intemperismo químico e pedogenéticos, com a lixiviação quase completa de elementos químicos do perfil de solo, por vezes restando apenas Al e Fe na forma de óxidos e oxi-hidróxidos. Pois com a intensa lixiviação e redução do pH até mesmo a sílica é retirada do perfil impossibilitando a formação de argilominerais.

Os latossolos são solos bastante espessos, que recobrem grandes áreas principalmente em regiões de clima tropical e pode constituir uma barreira a prospecção geoquímica em solos. Um fato importante é que devido ao avançado estágio da pedogênese, estes são solos com pouca diferenciação entre os horizontes, o que pode conduzir a confusões na interpretação dos dados.

Zeissink (1971) observou em solos podzolizados concentrações de Zn, Mn, Ni e Co mais elevadas no horizonte B associado aos óxidos de ferro. Mas também observou em latossolos a ocorrência mais pronunciada destes elementos, que são de mobilidade significativa, no horizonte C e atribuiu o fato a intensa lixiviação ocorrida em todo perfil neste tipo de solo e sua concentração no horizonte mais inferior. Levinson (1974) também destaca que muitos latossolos na África mostram concentrações mais elevadas no horizonte C, enquanto que o B é geralmente depletado em elementos metálicos, como Zn, Ni, Cu e Pb.

Vieillard *et al.* (1979) citaram o papel geoquímico do fosfato no intemperismo laterítico mostrando que a presença de fosfatos na rocha mãe altera o comportamento geoquímico usual do cálcio, silício, alumínio e ferro nos perfis lateríticos, conseqüentemente de outros elementos metálicos observados no intemperismo de rochas puramente silicáticas sob mesmas condições climáticas. O cálcio é prontamente lixiviado em rochas silicáticas, mas é mantido por longo tempo em formações fosfatadas. A caulinita dominante no intemperismo de rochas silicáticas é rara em seqüências fosfáticas intemperizadas, onde dominam os fosfatos aluminosos da série da candralita.

#### **3.2.4 Planossolos/Plintossolos**

Dentro da classificação dos solos, existem aqueles formados em situações ambientais específicas. Por exemplo, os planossolos e plintossolos são solos desenvolvidos em ambientes submetidos à circulação restrita de água e conseqüentemente grande variação, em períodos sucessivos, do potencial redutor-oxidante. Os plintossolos são solos caracterizados por um horizonte B mosqueado marcado pelo contínuo processo de solubilização, mobilização e precipitação do ferro. Sabendo-se que neste processo, diversos elementos metálicos como Mn, Au, Co, Pb podem ser encapsulados ou coprecipitados nas concreções ferruginosas, é possível considerar este horizonte mosqueado como preferencial para amostragem e mais especificamente estas concreções, pois a análise da fração argila tenderia a mostrar valores depletados.

Estudos realizados por Feng (2011) em solos desenvolvidos sobre dolomitos no SW da China, contendo concreções ferromanganesíferas no horizonte B, mostraram que quase todos os metais traços, destacando-se Pb, Cd, Cu, Ni, Mo, são significativamente enriquecidos nas concreções em relação à matriz.

#### **3.2.5 Gleissolos/Organossolos/Espodossolos**

Em condições mais pronunciadas de Eh negativo e hidromorfismo, ocorrem os gleissolos que são caracterizadas respectivamente por coloração clara (esbranquiçada) em função da redução do ferro e os organossolos, de cor escura em função dos processos de adição de matéria

orgânica. Daí espera-se condições favoráveis também à lixiviação da maioria dos elementos metálicos, que são solúveis nestes ambientes e por isso a prospecção geoquímica nestes solos deve ser desconsiderada. Exceções podem ser feitas para pesquisas de elementos químicos que apresentem baixa solubilidade em ambientes redutores.

Outro tipo de solo caracterizado pela acentuada lixiviação de ferro, alumínio e matéria orgânica são os espodosolos. Mas estes são, em geral, derivados de rochas psamíticas e ocorre em regiões de relevo plano (planícies, baixadas, ou áreas de surgências), onde a grande quantidade de ácidos favorece a solubilização de compostos orgânicos e dos óxidos de Fe e Al e elementos associados, e consequente transporte destes íons para o horizonte B. O fósforo, por exemplo, pode ser transportado junto com a matéria orgânica e óxidos de Al e Fe. Araujo *et al.* (2006) apontaram que na maioria dos perfis de espodosolos, verificados nos levantamentos de solos no Brasil, houve presença de P em profundidade, em valores maiores que na superfície, indicando transporte deste elemento ao longo do perfil.

### **3.2.6 Vertissolos/Luvisolos**

Assim como as condições redox, a natureza da rocha fonte também tem papel importante no tipo de solo gerado. Intemperismo e pedogênese sobre rochas ricas em minerais ferromagnesianos e carbonatos podem originar vertissolos e luvisolos caracterizados por serem ricos em argilominerais de atividade alta, além de, frequentemente, apresentarem nódulos de carbonato e por vezes de Fe e Mn. Chittamart *et al.* (2010) mostraram que a distribuição de elementos químicos no perfil do solo será bastante influenciada por estes fatores. O pH elevado destes solos pode favorecer a precipitação da maioria dos metais principalmente nas concreções carbonáticas e de Fe-Mn, por outro lado as argilas com elevada CTC tem a capacidade de adsorver grande quantidade de metais.

Diversos trabalhos realizados na Austrália utilizando amostragem nos horizontes ricos em concreções carbonáticas pedogênicas tiveram sucesso para mineralizações de ouro. Butt *et al.* (1997) citam que este meio amostral constitui uma poderosa ferramenta na exploração geoquímica.

Nestes solos, caracterizados por sua constituição rica em argilominerais expansivos, é comum o fenômeno de argilopedoturbação que, segundo Palumbo *et al.* (2000) é responsável pela distribuição uniforme de elementos químicos nos diferentes horizontes pedogenéticos. Desta forma para áreas com ocorrência de vertissolos e luvisolos um estudo orientativo é necessário para definir em qual sítio o elemento buscado está concentrado, pois dependendo da mobilidade do elemento, o mesmo pode estar adsorvido nos argilominerais ou trapeado nas concreções.

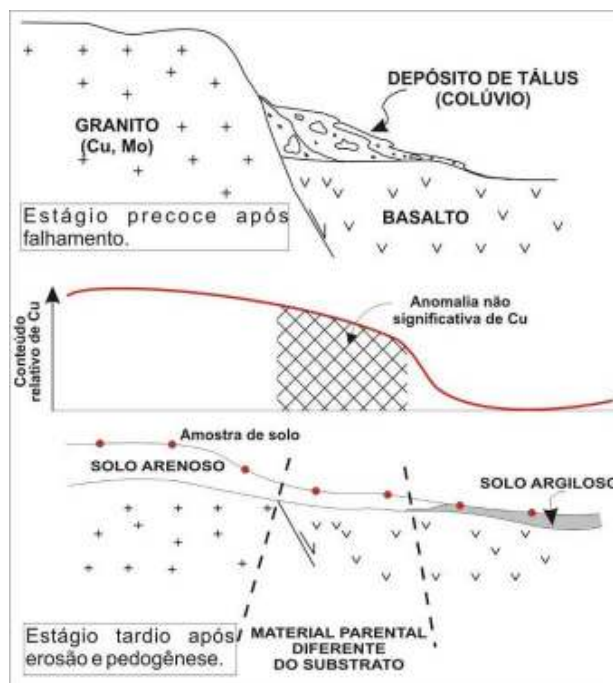
Alguns perfis de luvisolos podem ter comportamento similar aos solos podzolizados como argissolos e nitossolos e nestes casos sua amostragem deve seguir os critérios adotados para estes solos.

### 3.3 RELAÇÕES ENTRE SUBSTRATO E MATERIAL PARENTAL

Conforme já discutido, os solos podem ser classificados, segundo a natureza do seu material parental, em residuais ou transportados. Estes últimos são gerados a partir da pedogênese de um material diferente do substrato local. Durante a escolha de pontos para amostragem de solos, estes tipos de coberturas devem ser observados com cautela, visto que uma interpretação errônea dos valores encontrados poderá gerar anomalias não significativas ou ainda, mascarar potencial mineralização em profundidade.

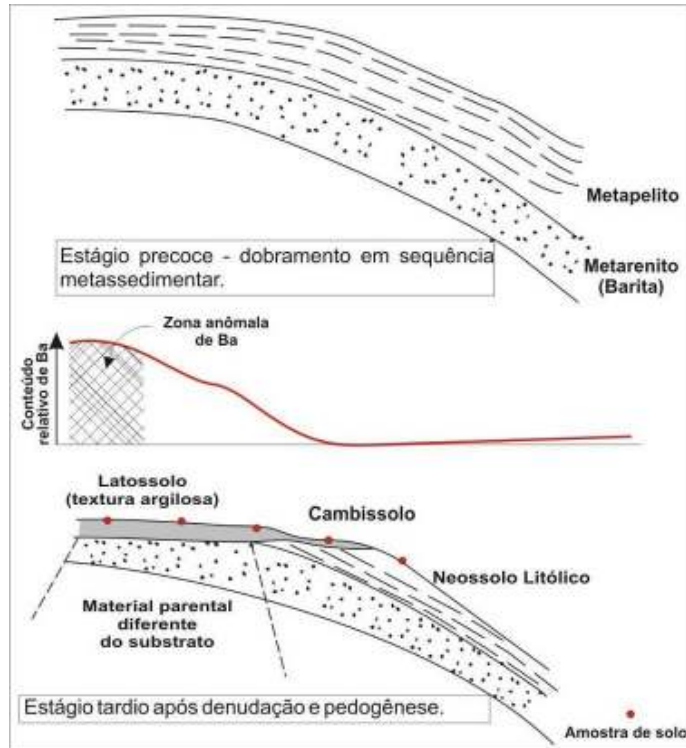
Diversos contextos geológicos podem resultar na não coincidência entre substrato e material parental, sendo a seguir citados alguns exemplos de casos:

- i) solo desenvolvido sobre colúvios ou depósitos de tálus: neste caso o solo mesmo que desenvolvido *in situ* se forma a partir de um material que foi transportado a partir de uma elevação ou região mais elevada adjacente. O transporte é restrito, mas para casos em que há serras ou cristas muito elevadas podem ocorrer colúvios a até sete quilômetros de sua área fonte (Figura 3.4). Uma amostragem inadequada nestas regiões pode conduzir a mascaramento ou até superdimensionamento de anomalias.



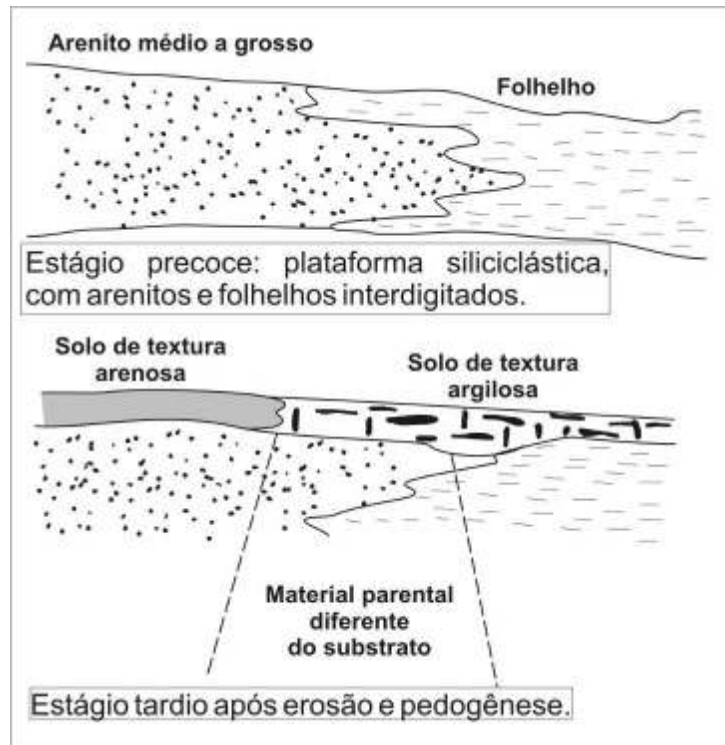
**Figura 3.4** - Solos residuais e transportados em gradação lateral e amostragem de solo mostrando zona com anomalia não significativa e superdimensionamento da mineralização potencial.

- ii) solo desenvolvido sobre camada superior em seqüências estratificadas: nesta situação um solo de natureza essencialmente argilosa (textura muito argilosa) pode ser encontrado sobre um substrato arenoso, desde que seja formado a partir de uma camada pelítica anteriormente sobreposta ao arenito (Figura 3.5). Esta situação é mais comum sobre seqüências metassedimentares dobradas.



**Figura 3.5** - Perfil esquemático mostrando o desenvolvimento de solos *in situ* com regiões de material parental distinto do substrato devido ao gradativo processo de alteração e remoção por erosão.

- iii) Solo desenvolvido em zonas de interdigitação de rochas: zonas de transição em ambientes sedimentares ou de alteração hidrotermal é comum a interdigitação de fácies. Solos formados sobre rochas neste contexto podem ser oriundos de um tipo de material que não existe mais sobre um substrato distinto (Figura 3.6).



**Figura 3.6** - Perfil esquemático mostrando o desenvolvimento de solos *in situ* com regiões de material parental distinto do substrato devido à natureza do substrato.

### 3.4 RELAÇÕES ENTRE MINERALOGIA E TIPOS DE MINERALIZAÇÕES

Além da verificação dos tipos de solos e dos processos pedogenéticos principais, a análise dos prováveis tipos de mineralizações bem como sua mineralogia e metalogênese são outros fatores que devem ser considerados quando da amostragem de solos para fins de exploração mineral. Para os casos de levantamento em escala regional, este conhecimento é válido principalmente para tratar os dados de cada população separadamente, e, particularmente deve ser considerada nas fases de detalhamento (*follow up*) quando as malhas de amostragem apresentam maior densidade, os alvos já foram delineados e a diversidade de solos abrangidos é reduzida.

O entendimento sobre as fases de mineral de minério e ganga são importantes para a determinação do horizonte ideal de amostragem ou da profundidade mais adequada para a coleta da amostra.

Para exemplificar esta questão pode-se utilizar a analogia entre dois tipos de mineralizações de fosfato: enriquecimento supergênico sobre rochas alcalino-carbonatíticas e primário tipo fosforito hospedado em fosfolutito e fosfarenito. Segundo Ferrari (2000), a evolução dos perfis de alteração sobre materiais com fosfatos depende das condições ambientais, além das características texturais, estruturais, mineralógicas e geoquímicas da rocha original.



Deste modo, no primeiro caso o mineral primário é a própria apatita. A mineralização estará na forma de apatita residual e/ou, com o avanço da pedogênese e conseqüente acidificação do meio, na forma de fosfatos secundários de alumínio e ferro originados pela dissolução e reprecipitação destas fases menos solúveis no ambiente pedogenético. Neste caso a amostragem pode ser feita em distintos horizontes de solos, dependendo fortemente do tipo solo, se mais ou menos evoluídos. A associação do fósforo com outros elementos menos móveis, a exemplo de fosfatos de elementos terras raras também deve ser um excelente guia prospectivo, pois os elementos com geoquímica similar ou com comportamento semelhante no ambiente pedogenético deverão se manter ou ser lixiviados em proporções similares.

No caso de um depósito sedimentar primário em que, de forma geral, a colofanita apresenta elevada solubilidade, em função da granulação dos cristais ou da própria natureza da fluorapatita, há uma tendência de perda total do fosfato nos primeiros centímetros da cobertura de solos. Mas deve-se atentar para a presença de carbonatos e margas no material parental, pois nestes casos a dissolução dos carbonatos é preferida, gerando um ambiente alcalino inadequado para solubilização dos fosfatos.

Assim, nos casos em que não há precipitação de fosfatos secundários o uso de amostras de solos rasos pode gerar uma anomalia não significativa ou o mascaramento total de um depósito. Para evitar este erro, a amostragem deve ser o mais profunda possível, e em casos de solos muito lixiviados e profundos a técnica de amostragem de solos torna-se inviável.

O mineral de minério e a ganga também devem ser considerados na fase de interpretação de resultados de análises de solos com objetivos prospectivos. Neste sentido, as análises não devem incluir apenas os resultados das dosagens químicas dos diferentes elementos, mas a própria mineralogia dos solos.

Para exemplificar a afirmação anterior, podem-se utilizar depósitos de ouro associados a sulfetos. Os sulfetos estão entre os minerais mais instáveis durante o intemperismo químico e, segundo Anand (2005), geralmente somente persistem no perfil de alteração quando associados a veios de quartzo. Desta forma, muitos elementos hospedados em sulfetos, a exemplo do ouro, são comumente lixiviados e uma parte pode ser retida nos óxidos de ferro derivados dos sulfetos. Para os casos de mineralização associada a veios de quartzo, na fase de amostragem de solos nos horizontes mais apropriados a cada classe/associação de solos deve-se verificar como ocorrem os fragmentos de quartzo. Em muitos casos os grãos apresentam-se ainda com incrustações de óxidos/hidróxidos coprecipitados ao quartzo que neste caso é a principal ganga na mineralização.

Em caso em que ocorrem solos rasos e pedregosos e a pedregosidade é representada por plintita nodular, pisolítica e/ou fragmentos de quartzo de veio ou de *boudins*, estas fases grossas devem ser amostradas e analisadas para metais específicos ou para seus principais farejadores.

Nestes casos ambos componentes da fase pedregosa podem apresentar minerais residuais ou precipitação que potencialmente auxiliam na determinação de anomalias de solos.

## CAPÍTULO 4

### PROPOSTA METODOLÓGICA

Para exploração geoquímica com amostragem de solo há algumas questões imprescindíveis a serem observadas:

- Quais elementos estão sendo buscados (principal ou farejador)?

Observar a mobilidade destes elementos no ambiente pedogenético, seu comportamento e especiação química predominante neste ambiente (se íons ou complexos), assim como sua afinidade com minerais da fração argila e com a matéria orgânica;

- Qual tipo de extração e método analítico?

Estudos orientativos podem indicar qual melhor fração granulométrica deve ser utilizada na análise para obtenção da melhor associação entre o contraste e a dispersão de teores, do mesmo modo o tipo de extração e leitura analítica deve ser adequado ao elemento e forma mineral na qual este se encontra.

- Qual a natureza da matriz amostrada (classe de solo)?

Considerando a matriz amostral o solo, algumas observações devem ser tomadas, inicialmente a natureza do material parental (residual ou transportada) e processos pedogenéticos atuantes e que mobilizam os elementos no perfil.

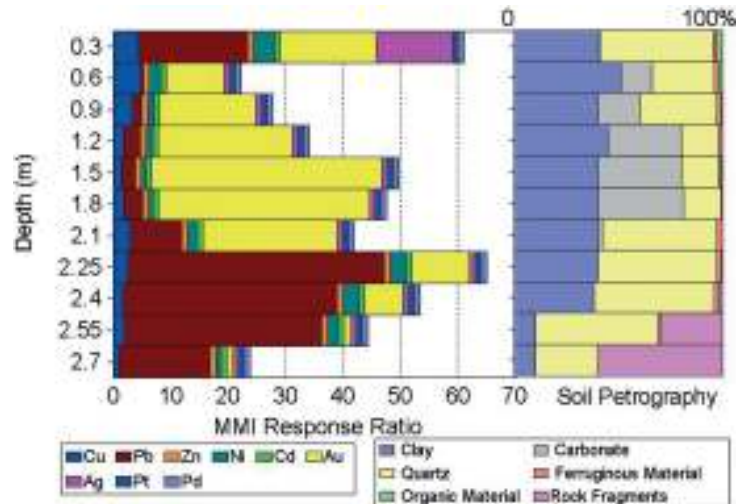
A partir desta análise integrada dos fatores deve-se responder à questão central no uso da geoquímica de solos para a exploração mineral: Qual horizonte ou profundidade deve ser amostrada?

O entendimento da mobilidade e migração dos elementos químicos no perfil de solo é particularmente importante para a definição de uma profundidade “ótima” de amostragem do material. Estudos realizados por Mann *et al.* (2005) em um perfil de solo de 2,7 m com amostragem a cada 0,3 m, em uma mina de níquel no oeste da Austrália, mostraram diferenças marcantes nos teores de alguns elementos no perfil de solo, com elementos como Pb com uma grande variação nos teores, mas em geral maiores teores a partir de 2 m de profundidade. Enquanto outros elementos vão se distribuindo de acordo com sua mobilidade, a exemplo do Au que apresenta maiores teores em profundidades menores que 2 m (Figura 4.1).

Observa-se uma profundidade em que ocorre a maioria dos elementos, que seria a profundidade melhor de amostragem. Qual seria esta profundidade?

Porém, a primeira resposta a esta pergunta, é que se deve considerar um horizonte amostral e não uma profundidade fixa, segundo a qual haverá grande possibilidade de mistura de horizontes amostrados.

O reconhecimento das classes de solos e sua distinção entre residuais e transportados são de fundamental importância na exploração geoquímica, pois, em geral, os resultados obtidos em solos coluvionares têm pouco significado para pesquisa, principalmente pela incerteza em relação à fonte dos detritos.



**Figura 4.1** - Caracterização petrográfica e distribuição de metais no perfil de solo. Fonte: Mann *et al.*, 2005.

Este trabalho propõe, *a priori*, um estudo de reconhecimento dos solos nos diferentes horizontes, caracterizando-o composicionalmente: conteúdo e tipos de minerais de argila, matéria orgânica e óxi-hidróxidos; observando a dispersão dos elementos químicos nestes horizontes, principalmente aqueles de interesse na pesquisa e, conseqüentemente, determinar o melhor horizonte de amostragem. Ainda tenta estabelecer grupos de solos que apresentam características similares em relação à mobilidade e retenção dos elementos químicos, para guiar pesquisas de prospecção geoquímica futuras.

Quando adequadamente utilizada, a geoquímica de solos é um método excepcionalmente confiável em comparação com a maioria das outras técnicas de exploração (Hawkes & Webb, 1962). Esta observação vale principalmente para solos residuais, pois para solos transportados ou desenvolvidos em material distinto de seu substrato este método implicará em um número maior de variáveis a serem analisadas. Assim, durante trabalhos de exploração mineral com uso de solos, a primeira questão a ser respondida é a natureza da cobertura, que deve ser feita de forma criteriosa, de preferência a partir de levantamentos em campo.

A maior parte das informações pedológicas para a exploração mineral pode ser obtida durante o próprio mapeamento pedológico aplicado. A integração com dados de exposições rochosas ou com o mapa geológico é uma ferramenta imprescindível.

Durante os levantamentos de campo, algumas feições devem sempre ser consideradas como: verificação da existência e desenvolvimento de cerosidade, verificação da estrutura do solo, presença de fases concrecionárias (principalmente carbonáticas e ferruginosas), espessura média dos horizontes e dos perfis em cada classe, dentre outros fatores.

Em cada classe de solo identificada ou associação de classes, os processos pedogenéticos mais importantes devem ser caracterizados, como por exemplo, a transformação em latossolos, remoção em neossolos litólicos, adição em organossolos, hidromorfismo em gleissolos, translocação de argilominerais em argissolos e translocação de matéria orgânica, ferro e alumínio em espodossolos.

A correlação entre paisagem e solo, sintetizada no padrão de relevo é muito importante para se verificar a natureza aluvionar, coluvionar ou eluvionar da pedogênese e para a própria diferenciação das classes e associação de classes em mapas.

Nos casos de materiais aluvionares não há nenhuma correlação entre substrato e material parental. Nesta situação, como já citado anteriormente, um estudo específico deve ser desenvolvido na tentativa de determinar a origem (área fonte) do material que deverá conter a real anomalia para os elementos estudados. Ou ainda utilizar técnicas de extração seletiva e parcial já citadas para pesquisar corpos soterrados por este material transportado.

Os solos derivados de pedogênese de colúvios ou depósitos de tálus podem ocorrer nas imediações de quebras de relevo ou mesmo a distâncias consideráveis de cristas ou platôs elevados. Nestes casos, como para os solos aluvionares será necessário desenvolver estudos locais e específicos para a determinação da origem do material.

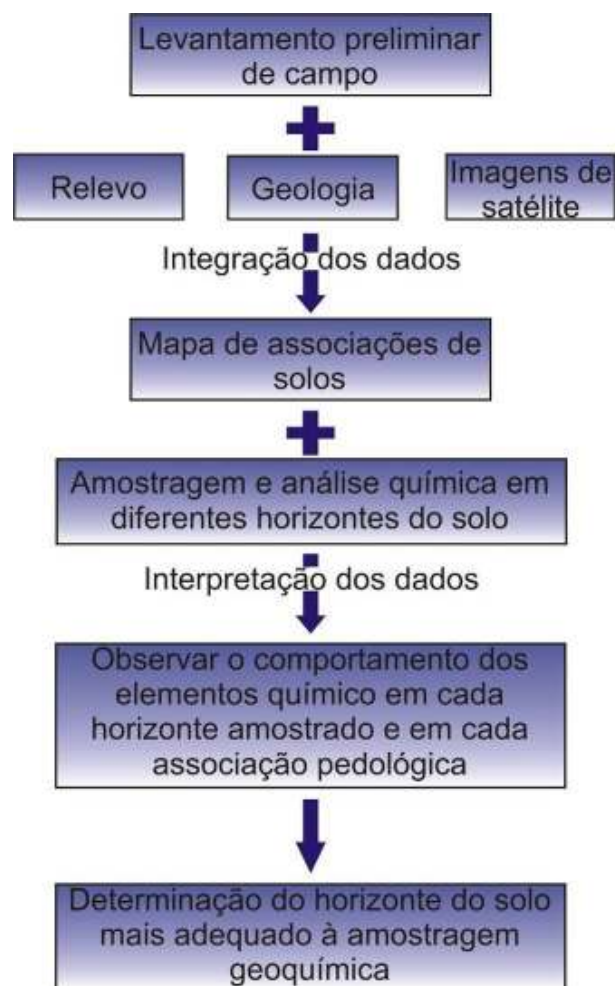
Para os solos eluvionares, em que a pedogênese se desenvolve *in situ*, o substrato coincide com o material parental e, neste caso, as ponderações apresentadas devem ser consideradas, incluindo: horizonte preferencial a ser amostrado, desenvolvimento e espessura do horizonte, mobilidade do elemento em estudo e demais aspectos.

Do exposto no capítulo anterior, para o desenvolvimento deste trabalho foram propostas as etapas descritas abaixo e sumarizadas na Figura 4.2.

1 - Levantamento de campo - para os trabalhos de prospecção vinculados a mapeamento geológico de escala regional é fundamental a caracterização dos solos presentes na área em etapas preliminares ao mapeamento. Esta fase é suprida principalmente pela descrição de perfis de solo distribuídos na área e abrangendo as diferentes litologias, assim como distintas formas de relevo.

2 - Integração de dados - interpretação dos dados coletados em campo associados às informações de geologia, drenagens e relevo por meio das imagens de satélites;

- 3 - Construção do mapa de solos - elaboração do mapa de solos em escala compatível com a escala do mapeamento, considerando, desta forma, associações de classes de solos;
- 3 - Amostragem de solo - coleta em dois horizontes distintos para observar comportamento de diferentes elementos em cada horizonte;
- 4 - Determinação do horizonte ideal ou mais adequado para amostragem, apontando aqueles locais que não devem ser amostrados ou se amostrados devem ser tratados e interpretados com restrições, a exemplos de solos desenvolvidos sobre colúvios, etc.
- 6 - Interpretação dos dados - tratamento integrado das informações coletadas e de forma individualizada, por horizonte amostral e por associação pedológica, para registrar as diferenças de contraste.



**Figura 4.2** - Síntese da metodologia de amostragem proposta.

# CAPÍTULO 5

## ESTUDO DE CASO

### APLICAÇÃO NA REGIÃO DE SANTA MARIA DA VITÓRIA, BAHIA

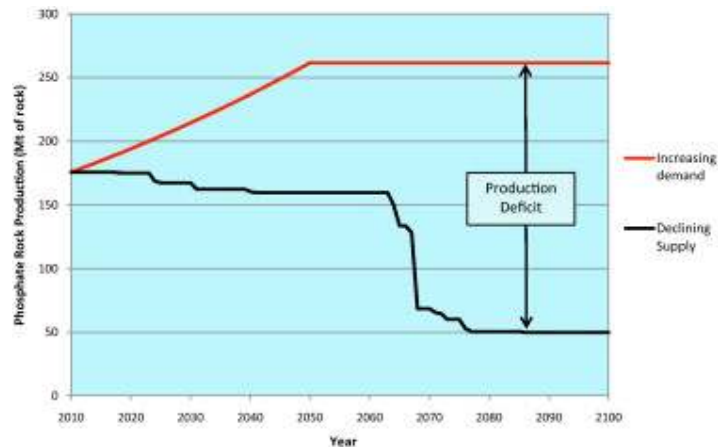
#### 5.1 INTRODUÇÃO

A área de estudo é caracterizada pela predominância de rochas pelíticas e carbonáticas de idade neoproterozoica do Grupo Bambuí, associadas à pacotes espessos de arenitos cretáceos do Grupo Urucuia e, de forma restrita, à litologias do embasamento gnáissico-migmatítico de idade arqueana/paleoproterozoica.

As rochas do Grupo Bambuí tem reconhecido potencial para mineralização de metais-base (Cu, Pb, Zn, etc), fluorita, além das rochas carbonáticas utilizadas como corretivo agrícola. Ocorrências de metais-base são conhecidas há muitas décadas na Serra do Ramalho (Conceição Filho, 2003), a maioria delas alojada em carbonatos e, secundariamente em pelitos relacionados à Formação Sete Lagoas, que aflora em grande parte da área de estudo. No estado de Minas Gerais, são conhecidas centenas de ocorrências de minerais metálicos e não metálicos que justifica o interesse crescente de empresas de exploração mineral neste conjunto de rochas. As mineralizações conhecidas são de metais-base, flúor, rochas fosfáticas e calcárias, etc. (Pinto & Martins-Neto, 2001).

Estudos mais recentes demonstram também a vocação de unidades do Grupo Bambuí hospedar mineralizações de fosfato, com exemplos de ocorrências nas regiões de Arraias (TO) e Campos Belos (GO), a oeste da área de estudo. Por outro lado, Sanches *et al.* (2007) estudaram as sucessões carbonáticas dos grupos Vazante, Una e Bambuí e apontaram que os depósitos são controlados estratigraficamente e distribuídos em todas as bacias. Associado a isto, diversos estudos relacionam a descoberta de novos jazimentos e produção de fósforo com a demanda da sociedade por este insumo. Cooper *et al.* (2011) indicam um gradativo déficit da produção de fosfato ainda neste século (Figura 5.1).

Em contrapartida, a região de Santa Maria da Vitória apresenta uma grande carência de dados geológicos e de potencialidades minerais. Os dados disponíveis referem-se a cartografia geológica nas escalas 1:500.000 (Costa *et al.*, 1976) e 1:250.000 (Conceição Filho *et al.*, 2003) e estão sendo atualizados em maior escala em projeto da CPRM. As informações referentes aos recursos minerais da região estudada foram coletadas durante pesquisas desenvolvidas nas décadas de 70 e 80 (BRASIL, 1976; Bomfim, 1984; Maron *et al.*, 1980).



**Figura 5.1** - Demanda e Produção futuras de rochas fosfáticas no mundo. Fonte Cooper *et al.*, 2011.

Do exposto acima, a área que já é objeto de levantamento geológico/geoquímico pela CPRM, foi escolhida para avaliar o uso da prospecção geoquímica em solos. Além da disponibilidade de dados a área foi escolhida em função do seu substrato geológico com predominância de rochas carbonáticas, mas com vastas áreas de coberturas superficiais e solos.

## 5.2 MATERIAIS E MÉTODOS

Para realização do estudo, as atividades desenvolvidas foram divididas em duas fases para caracterização da área e posterior aplicação da proposta metodológica, com contínua pesquisa bibliográfica e etapas de campo, que totalizaram 40 dias.

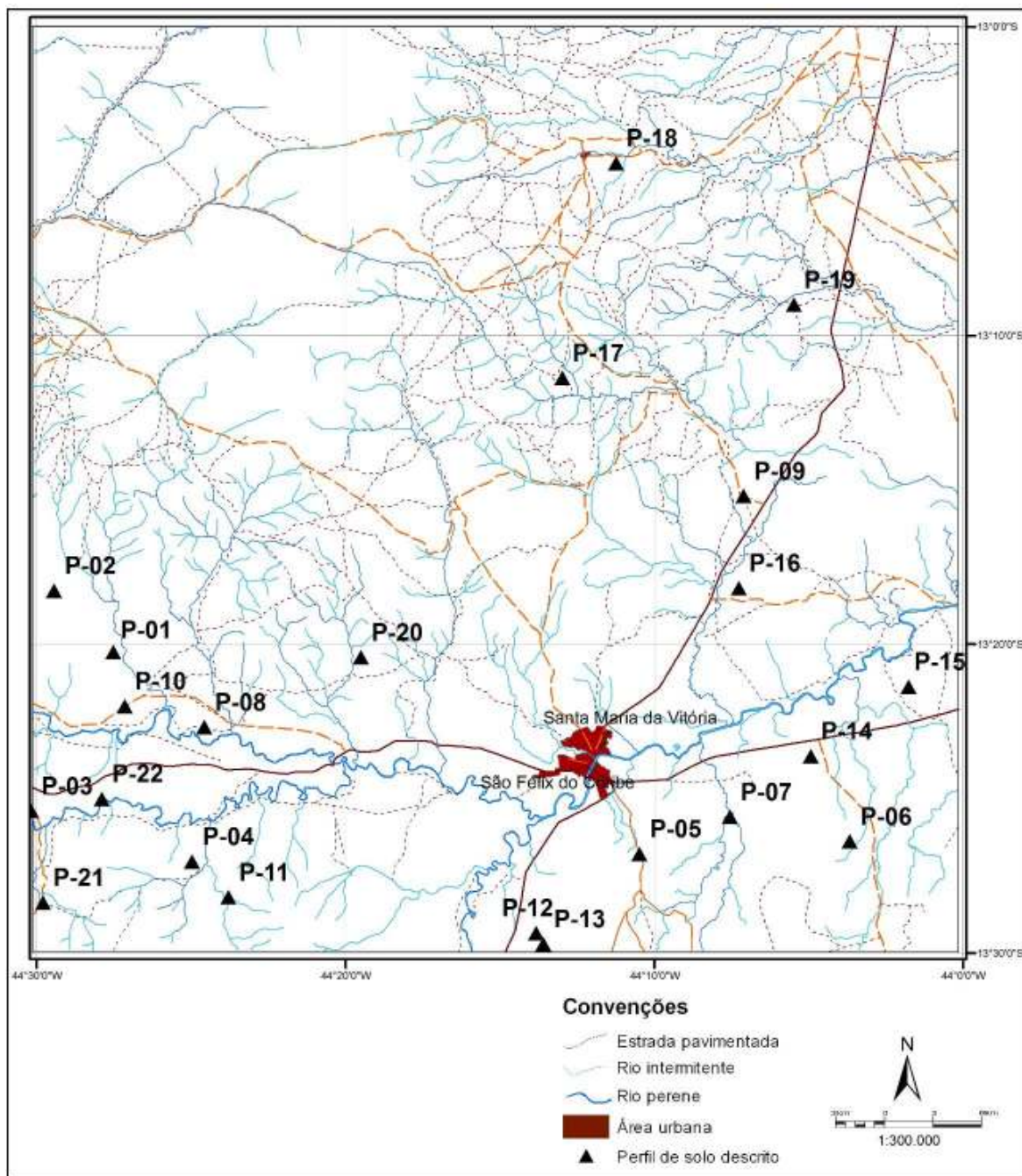
### 5.2.1 Primeira Fase

São relacionadas as etapas seguidas para elaboração do mapa de associação de solos e caracterização destas.

#### 5.2.1.1 Descrição de solos da área

Vinte e seis perfis de solos foram descritos, atentando para características texturais e estruturais, delimitação de horizontes pedológicos e classificação do solo, segundo o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (Santos *et al.*, 2013). Foram ainda coletadas amostras em alguns perfis para análise por difratometria de raio-X e ensaios granulométricos para caracterização mineralógica e contribuição de argila em cada horizonte. Vale ressaltar a distribuição dos perfis estudados por toda área de estudo, englobando solos residuais e transportados, assim como oriundos de diferentes litologias (Figura 5.2).





**Figura 5.2 - Localização dos perfis de solos descritos na área.**

Para descrição dos perfis, foram buscadas áreas como cortes de estradas ou encostas e, com auxílio de enxada sua face exposta foi limpa cerca de 30 cm. Foi realizada uma descrição sucinta, com informações de cor, textura e estrutura do material, e a delimitação dos horizontes.

A partir do estudo destes perfis associado à interpretação do relevo e geologia da área foi elaborado o mapa de solos em escala de detalhe compatível com a área de trabalho, utilizando,

principalmente, 1º e 2º níveis categóricos e estabelecendo algumas generalizações e agrupamentos.

Nestes perfis foi realizada a amostragem nos diferentes horizontes do solo para análise química multielementar, visando caracterizar a mobilidade química dos elementos nos horizontes do solo e em cada tipo de solo.

### **5.2.1.2 Atividades Laboratoriais**

#### **Análises granulométricas**

As análises foram realizadas no laboratório comercial SOLOQUÌMICA e a metodologia utilizada para a análise granulométrica foi do densímetro com dispersão total.

Assim, uma porção de 25 g de solo foi misturada a uma solução dispersante e posta em agitação por seis horas. A mistura foi peneirada a 270 # e o passante após decantação constituiu a fração argila e silte, enquanto que o material retido equivaleu à fração areia.

#### **Análises mineralógicas**

Para as análises mineralógicas, a coleta de amostras foi realizada nos horizontes A, AB e B de quatro perfis de solo mais representativos da área de estudo e encaminhadas para o laboratório de Difractometria de Raios-X (DRX) do Instituto de Geociências da Universidade de Brasília. O difratômetro utilizado foi o RIGAKU, modelo “Geiger Flex” D-Max-B.

As amostras, seguindo a metodologia descrita por EMBRAPA (1997), foram secas ao ar, peneiradas a 10 # e devidamente quarteadas. Estas foram submetidas a análises de DRX da “terra fina seca ao ar” (TFSA) com resultados discriminados no difratograma “total”.

A fração argila foi individualizada da TFSA, seguindo rotina do laboratório, por meio de dispersão mecânica e centrifugação. Desta fração foram confeccionadas três lâminas: uma normal, outra submetida ao tratamento de glicolagem e a última a aquecimento a 490°. Estes tratamentos visam identificar alguns argilominerais pouco diferenciados pelo método normal, principalmente argilominerais expansivos. A glicolagem resulta no aumento da distância interplanar, graças a afinidade de alguns minerais de argila com álcoois e desses com a água; em contrapartida o aquecimento busca a redução desta distância interplanar pela eliminação das moléculas de água adsorvidas.

Os resultados foram representados em difratogramas com três curvas: normal, glicolada e aquecida, respectivamente, e os minerais identificados com auxílio do programa Jade for Windows® 3.0.

## **Análises químicas**

A cada campanha executada, as amostras produzidas foram adequadamente separadas, armazenadas em caixas plásticas e encaminhadas ao laboratório SGS-Geosol para os seguintes procedimentos de preparação, digestão e leitura:

- Secagem/desagregação e peneiramento a menos 80 #;
- Digestão por água régia em uma combinação 3:1 HCl : HNO<sub>3</sub>;
- Leitura por Espectrometria por plasma induzido (ICP-AES/MS) (combinação ICP14B/ICM14B da SGS-GEOSOL) para leitura dos elementos Ag, Al, As, Au, B, Ba, Be, Bi, Ca, Cd, Ce, Co, Cr, Cs, Cu, Fe, Ga, Ge, Hf, Hg, In, K, La, Li, Mg, Mn, Mo, Na, Nb, Ni, P, Pb, Rb, Re, S, Sb, Sc, Se, Sn, Sr, Ta, Te, Th, Ti, Tl, U, V, W, Y, Zn e Zr.

### **5.2.2 Segunda Fase**

Visando observar o comportamento dos elementos químicos de interesse nos diferentes tipos de solo e, com isso a influência da pedogênese, foram analisados e tratados dados de amostras do horizonte B de solos de toda área de estudo, englobando assim as associações pedológicas predominantes. Enquanto que para avaliar a mobilidade dos elementos químicos no perfil de solo, e assim apontar o melhor horizonte amostral, foram consideradas as amostras dos horizontes A e B para a associação nitossolo/argissolo situada na porção sul da folha Santa Maria da Vitória, conforme mapa de estações de amostragem apresentado na Figura 5.3.

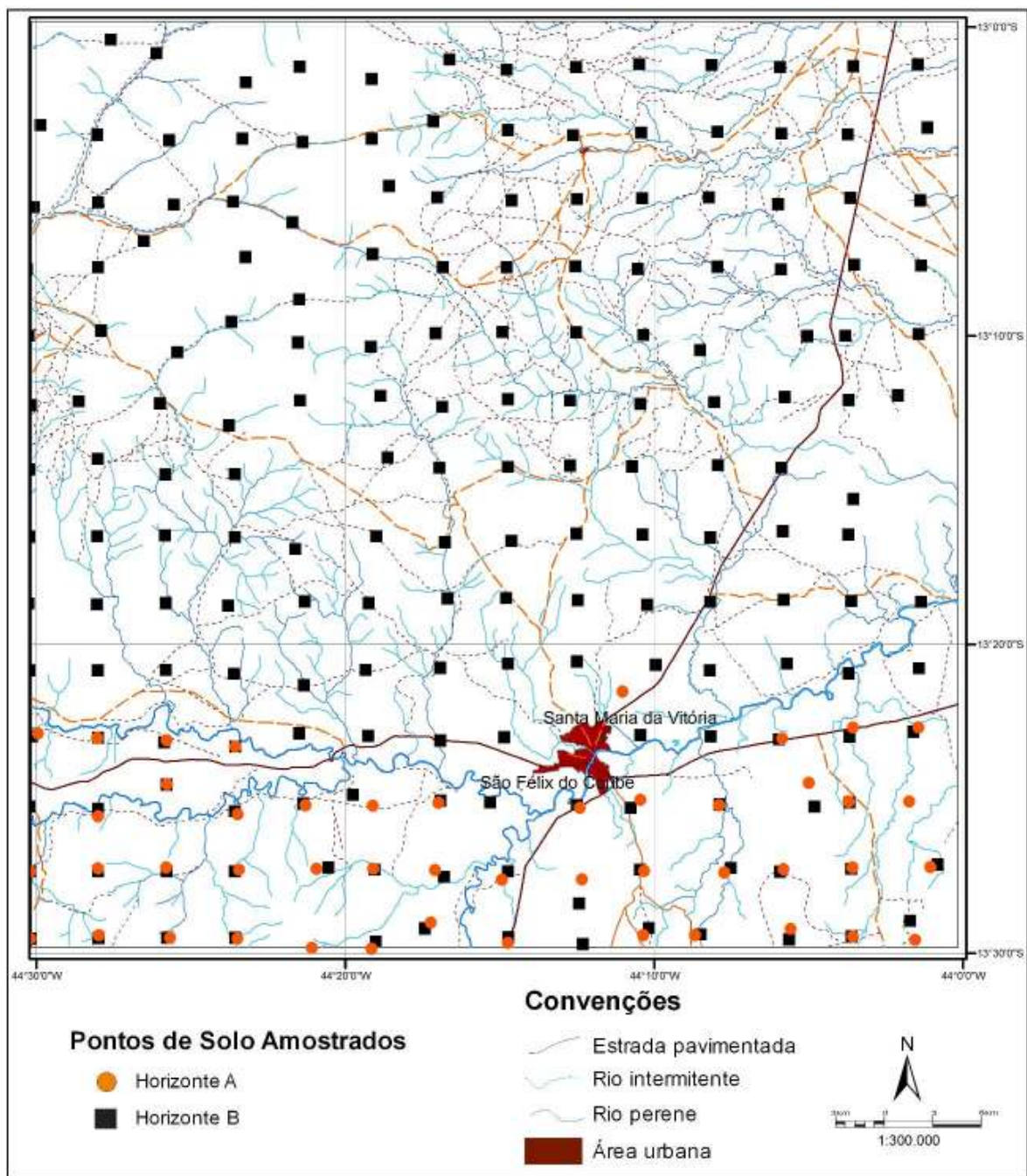
O planejamento amostral utilizado para desenvolvimento deste trabalho foi estabelecido em uma malha regular de 4 X 4 km (Figura 5.3).

A amostragem de solo, a partir da metodologia padrão, utilizando o horizonte B, abrangeu toda área de estudo e gerou 191 amostras de solo, que foram encaminhadas para análise química multi-elementar. Enquanto que a amostragem no horizonte mais superficial do solo utilizou a mesma malha, mas cobrindo apenas a porção sul da área, onde domina a associação nitossolo/argissolo, resultando em 48 amostras de solo.

As observações de campo foram criteriosas para que a amostragem fosse a mais significativa possível, evitando locais com evidente ação antrópica, dado que este trabalho tem como objetivo a caracterização e distribuição dos componentes naturais do solo.

Para cada estação de coleta foi retirada uma amostra de 1,5 kg e amostras duplicatas nas mesmas condições a cada dez estações.

Cada amostra foi coletada o mais próximo possível das estações pré-determinadas, para manutenção da regularidade do espaçamento, e quando não havia perfil de solo no ponto, a melhor situação era buscada, visando a representatividade da amostra.



**Figura 5.3** - Malha de amostragem de solo para o horizonte B para o horizonte A.

Após a localização da estação de coleta e limpeza da superfície, a amostragem foi realizada escavando o solo, com o auxílio de uma cavadeira articulada, até atingir os horizontes amostrais, A e B.

Alcançado cada horizonte, as cavidades foram limpas e as amostras coletadas ao longo deste, visando produzir amostras homogêneas de toda extensão vertical. Vale ressaltar que todas

as coletas foram realizadas com o auxílio da mesma ferramenta citada e que as amostras duplicatas coletadas aumentando o diâmetro do furo.

Após a coleta, as amostras foram acondicionadas em sacos plásticos, lacradas e devidamente identificadas em etiqueta de napa com sua numeração e profundidade de amostragem registrada.

Todas as amostras coletadas nos dois horizontes foram encaminhadas ao laboratório SGS-Geosol e seguiram os mesmos procedimentos de preparação, digestão e leitura empregados na primeira fase da pesquisa.

A partir das amostras coletadas foi realizada a análise e interpretação dos resultados analíticos, observando o comportamento de elementos químicos em diferentes horizontes e em diferentes classes de solo, para determinar em quais ocorre melhor relação contraste/dispersão dos teores, principalmente para aqueles elementos associados à mineralizações.

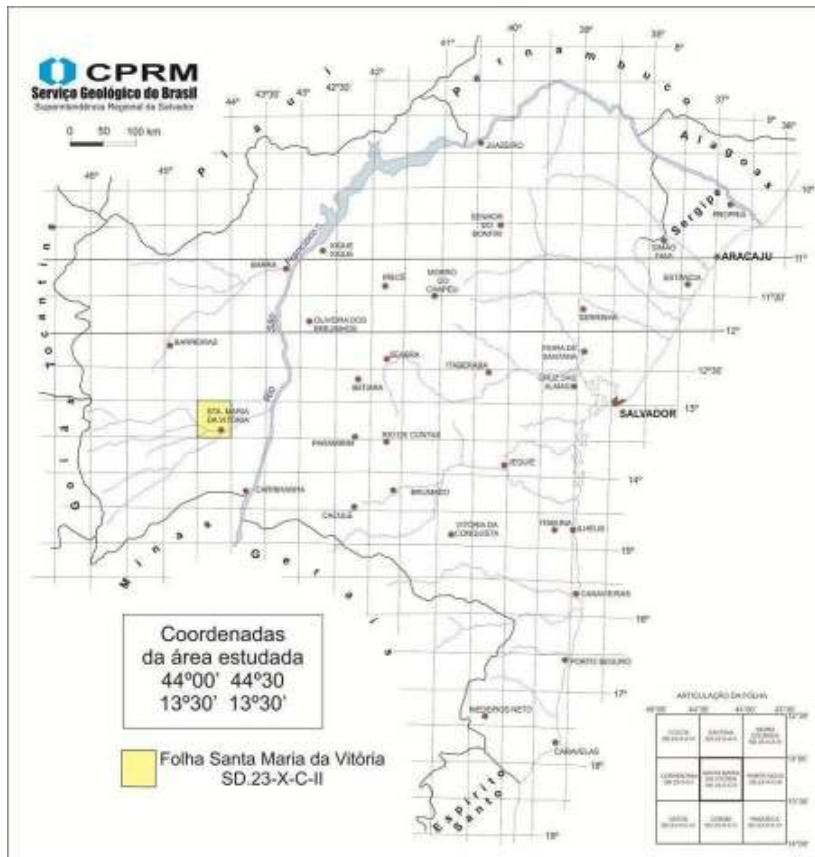
Com auxílio dos programas STATISTICA, SURFER, EXCEL, P-RES E ARCGIS, o tratamento estatístico foi desenvolvido sobre os dados analíticos das amostras coletadas nos horizontes A e B. Além do sumário estatístico, foram utilizadas outras ferramentas de análise, a exemplo de histogramas e *box and whyskers-plots* para observar o comportamento das diferentes variáveis analisadas. Perfis geoquímicos foram elaborados para os dados oriundos dos horizontes A e B, a fim de avaliar diferenças nos teores dos elementos nestes níveis.

### **5.3 ASPECTOS FISIAGRÁFICOS**

A região de estudo está localizada no oeste da Bahia (Figura 5.4), na borda ocidental da Bacia do São Francisco, delimitada pelas coordenadas 44°00' e 44°30' de longitude oeste e 13°00' e 13°30' de latitude sul. A área correspondente à Folha Santa Maria da Vitória, abrange o município homônimo, além de São Felix do Coribe e Canapólis e dista cerca de 900 km de Salvador e 600 km de Brasília.

O clima da região, de acordo com a classificação de Köppen (SEI, 1998), é predominantemente do tipo Aw, isto é, tropical subúmido com chuvas de verão e período seco bem definido no inverno. Segundo a tipologia climática de Thornthwaite & Matther (SEI, 1998), que relaciona dados climáticos e balanço hídrico, predomina na área o clima C2wA', úmido a subúmido com moderada deficiência hídrica no inverno. A temperatura média anual da área estudada varia em torno de 24°, com índices de precipitação média anual de cerca de 1000 mm.





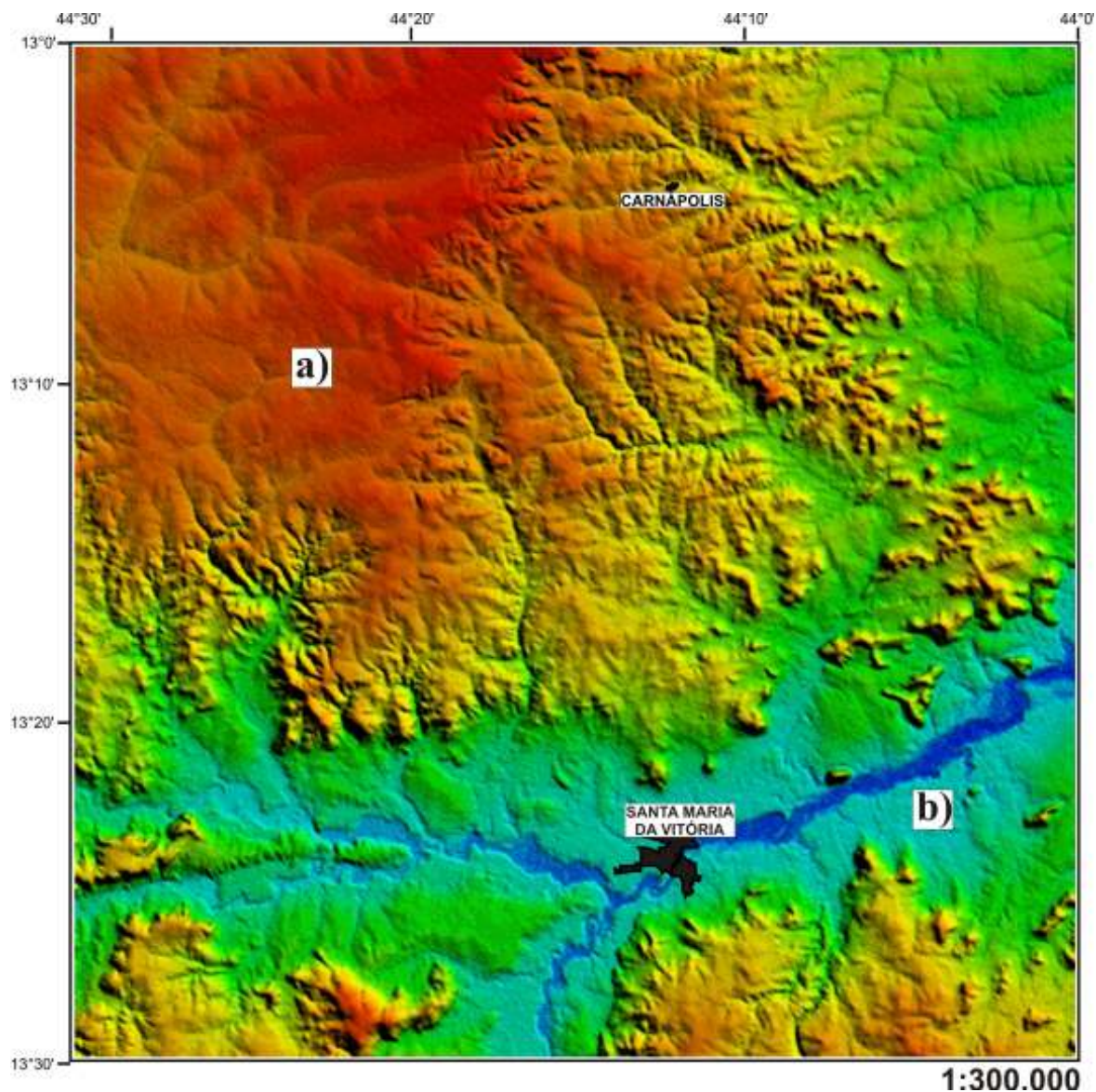
**Figura 5.4** - Mapa de localização da Folha Santa Maria da Vitória (área de estudo).

Em concordância com as características fisiográficas da região, a exemplo do clima e disponibilidade hídrica, o tipo de vegetação predominante na área é o cerrado variando de porte arbóreo denso a gramíneo-lenhoso (Bahia, 1995), geralmente com plantas apresentando troncos retorcidos e sinuosos, de casca espessa e cortiçosa. Grande parte da área apresenta registros de antropização, com marcante expansão das atividades agropecuárias, principalmente agricultura de sequeiro e de ciclo curto irrigado, pecuária de corte, além de pastagem e reflorestamento (Campos & Oliveira, 2005).

A área é drenada pela bacia hidrográficas do rio Corrente, que tem como principais tributários os rios Formoso e Arrojado. As características climatológicas já citadas apontam para um significativo déficit hídrico durante o ano na região (Bahia, 1995) e para a classificação de muitos cursos d'água como intermitentes.

Segundo Bahia (1995) a área de estudo tem como sua principal unidade geomorfológica o Chapadão Central, modelado sobre as rochas arenosas do Grupo Urucua e com diferenças de altitude nas suas bordas, em torno de 200 m, que condicionam o direcionamento dos cursos d'água de oeste para leste. O processo morfogenético mais atuante é o escoamento superficial, com intenso transporte de sedimentos e lixiviação de materiais para as regiões deprimidas com

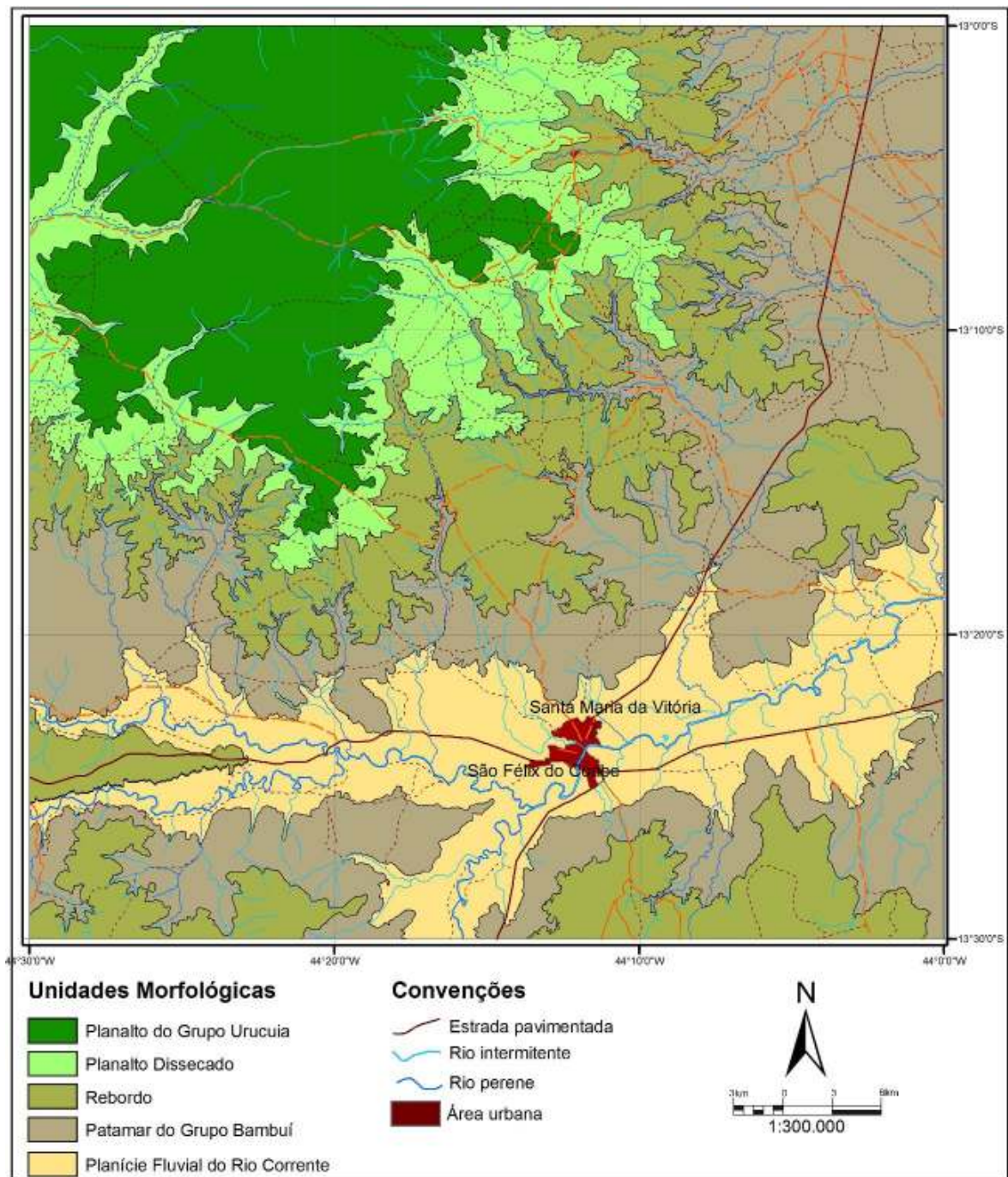
consequente influência na constituição dos solos dessas áreas. A outra unidade geomorfológica observada na área estudada é designada Patamares do Chapadão e constitui de modelados sobre as unidades carbonáticas do Grupo Bambuí, como pode ser visto na imagem SRTM (Figura 5.5).



A observação das características de relevo da área associada aos padrões de drenagem e hipsometria permitiu a delimitação de algumas unidades geomorfológicas (Figura 5.6) menores baseadas nos tipos de modelados de acumulação ou dissecação e descritas abaixo.

- Planalto do Grupo Urucuia - apresenta padrão de relevo plano, com latossolo amarelo de textura média a arenosa e baixa densidade de drenagem. No balanço morfodinâmico a pedogênese supera a erosão e o transporte.





**Figura 5.6** - Mapa Geomorfológico simplificado da área de estudo.

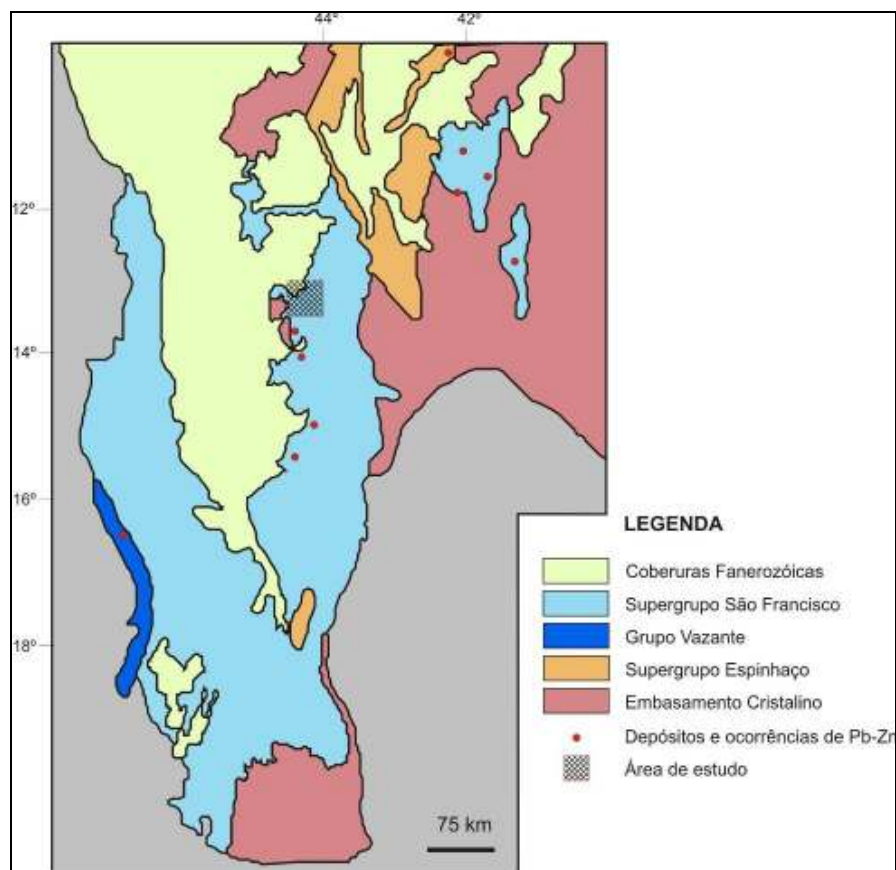
- Planalto Dissecado – esta unidade apresenta padrão de relevo suave ondulado, com predominância de latossolos arenosos e moderada densidade de drenagem. A erosão e transporte já apresenta maior significância no balanço morfodinâmico.
- Patamar do Grupo Bambuí - mostra padrão de relevo suave ondulado a ondulado, com predominância de nitossolo vermelho e moderada a alta densidade de drenagem. A pedogênese e a erosão se equilibram no balanço morfodinâmico.



- Planície Fluvial do Rio Corrente - mostra padrão plano a suavemente ondulado, baixa densidade de drenagem e predominância de latossolos vermelhos-amarelos e neossolos flúvicos. A acumulação supera a pedogênese e a erosão.
- Rebordo - corresponde à transição entre o Planalto Dissecado e o Patamar do Grupo Urucua, com padrão de relevo ondulado e elevada densidade de drenagem.

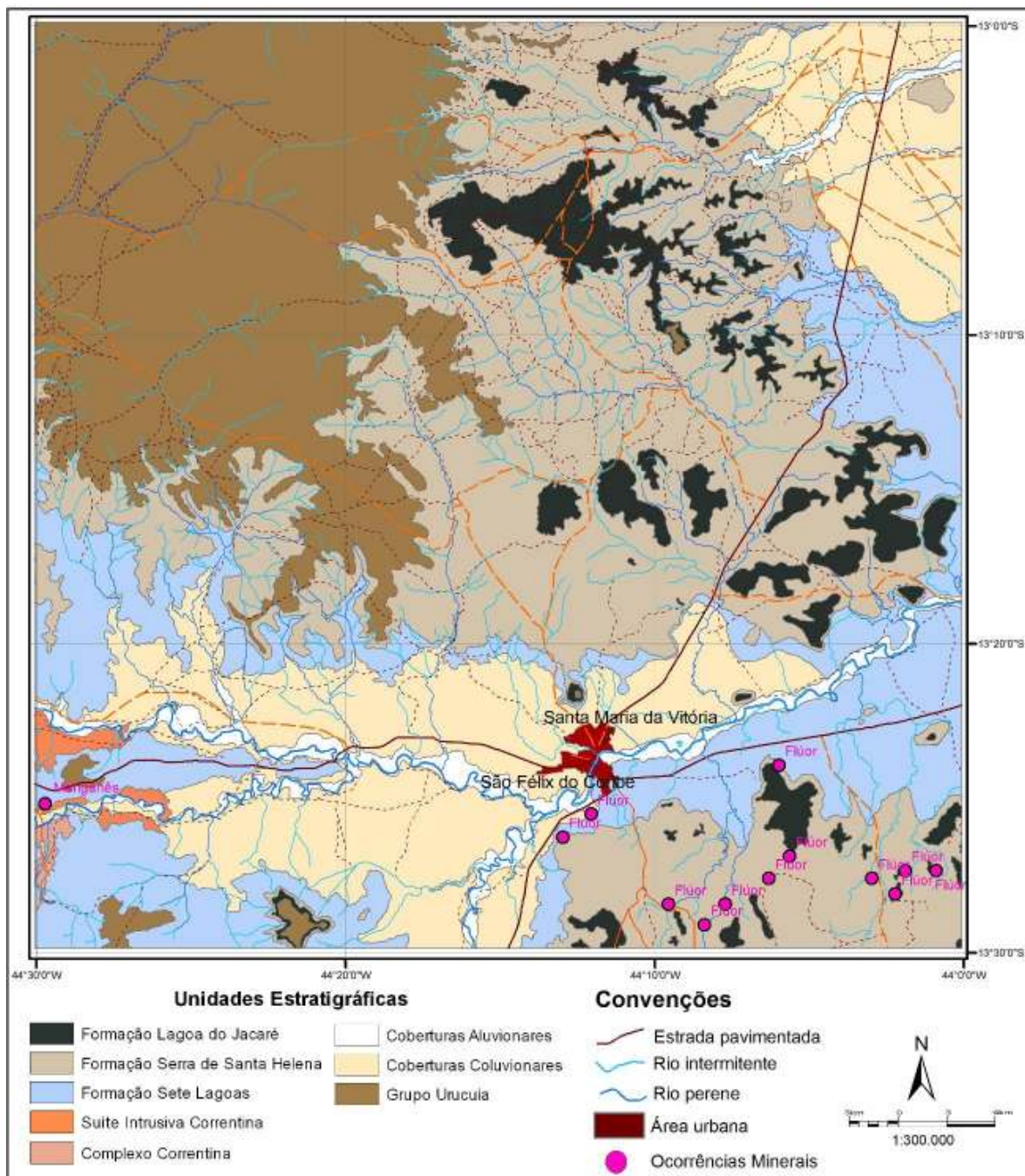
#### 5.4 ASPECTOS GEOLÓGICOS

A área de estudo está localizada na porção oeste do Cráton do São Francisco (Figura 5.7), sendo representada por: i) embasamento arqueano/paleoproterozoico constituído por gnaisses e migmatitos do Complexo Granítico Migmatítico Correntina, e por granitóides da Suíte Intrusiva Correntina (Souza *et al.*, 2004); ii) rochas sedimentares neoproterozoicas, pelíticas e carbonáticas do Grupo Bambuí, representando o Supergrupo São Francisco; iii) rochas psamíticas cretáceas do Grupo Urucua; iv) além das coberturas cenozoicas de origens eluvionar, coluvionar e aluvionar.



**Figura 5.7** - Mapa simplificado do Cráton do São Francisco mostrando depósitos e ocorrências minerais associadas à Bacia do São Francisco, área de estudo em hachuras (Gomes, 2005).

De forma resumida, serão apresentadas as principais unidades litológicas aflorantes da região e apresentadas na Figura 5.8.



**Figura 5.8** - Mapa geológico simplificado da área de estudo.

#### 5.4.1 - Embasamento Cristalino

Representada pelo Complexo Gnáissico-Migmatítico Correntina e pela Suíte Intrusiva Correntina (Reis, 2013), esta unidade ocorre de forma restrita, no extremo sudoeste da área estudada associada ao leito dos rios Correntina e Arrojado, e é caracterizada por rochas

gnáissico-migmatíticas de composição granítica e sienítica com idades arqueanas e paleoproterozoicas (Almeida, 1977).

#### 5.4.2 - Grupo Bambuí

Na região de estudo predominam sedimentos pelíticos e carbonáticos de idade neoproterozoica pertencentes ao Grupo Bambuí, com estruturas primárias bem preservadas. O Grupo Bambuí na folha Santa Maria da Vitória é representado pelas formações Sete Lagoas, constituída por espessos pacotes de pelitos, calcários e dolomitos; Serra de Santa Helena com folhelhos e siltitos laminados; Lagoa do Jacaré, com calcário, calcarenitos e siltitos; e argilitos, siltitos.

A **Formação Sete Lagoas** ocorre assentada sobre as rochas do embasamento cristalino descritas acima e é sotoposta pelas rochas da Formação Serra de Santa Helena, além dos arenitos do Grupo Urucuia e coberturas recentes em algumas porções. O relevo desenvolvido responde a composição litológica, com regiões mais aplainadas e outras marcadas por serras e platôs.

Esta unidade tem sua ocorrência limitada à porção sul da área de estudo e é constituída por associações de fácies descritas por Reis (2013). De forma resumida, caracteriza-se pela associação de calcilito e margas na base, seguido por calcários negros e calcarenitos e dolarenitos com estromatólitos no topo.

A **Formação Serra de Santa Helena** recobre em concordância a sequência predominantemente carbonática supracitada e aflora numa extensa área da região estudada. Segundo Reis (2013) constitui-se predominantemente por uma intercalação pelítica de folhelhos, siltitos e argilitos com alguns níveis de calcário e calcarenitos. O relevo esculpido nesta formação é de morros suaves sustentados pelos estratos de calcário e tende a gerar solos pouco desenvolvidos.

Sotoposta a esta sequência essencialmente pelítica, ocorre a **Formação Lagoa do Jacaré**, que é caracterizada pela associação de calcários negros finos a médios com calcarenitos finos e alguns níveis de calcarenitos grossos a calciruditos. Essas rochas apresentam odor fétido peculiar na superfície recém partida, que denunciam a presença de matéria orgânica. Segundo Reis (2013) a presença de *vugs* preenchidos por calcita preta e branca e fluorita é comum. Sobre estas rochas são esculpidas serras e platôs capeando os pelitos, onde se desenvolvem predominantemente neossolos e cambissolos.

#### 5.4.3 - Grupo Urucuia

Este grupo é subdividido por Campos & Dardenne (1997) nas formações Posse e Serra das Araras, e aflora em todo quadrante NW da área de estudo recobrando as rochas do Grupo Bambuí, num extenso platô integrante da unidade geomorfológica Chapadão Central.

A Formação Posse, unidade basal do grupo, é constituída basicamente por arenitos bem selecionados, com bimodalidade granulométrica bem marcada, típicos de ambiente eólicos. Segundo Campos & Dardenne (1997) ocorrem ainda, de modo subordinado, arenitos finos com matriz argilosa. Enquanto que a Formação Serra das Araras caracteriza-se pela intercalação de estratos de arenitos, argilitos e conglomerados representando uma sedimentação em ambiente fluvial em amplas planícies.

#### **5.4.4 – Coberturas Aluvionares e Coluvionares**

Estas coberturas quaternárias foram classificadas por Reis (2013) como Formação Chapadão e são de natureza detrítica. Ocorrem como: depósitos aluvionares associados principalmente aos três grandes rios da região (Correntina, Arrojado e Formoso); coluvionares oriundos de sedimentos erodidos das rochas do Grupo Bambuí e com grande contribuição do retrabalhamento dos arenitos do Grupo Urucuia; e depósitos eluvionares resultantes do intemperismo e pouco ou nenhum transporte de sedimentos principalmente sobre os tabuleiros desenvolvidos nas litologias do Grupo Urucuia.

### **5.5 - OCORRÊNCIAS MINERAIS**

As ocorrências, espacializadas na Figura 5.8, são associações predominantemente de fluorita e sulfetos de Pb e Zn, além de ocorrências de fosfato, todas associadas às litologias do Grupo Bambuí. Existem ainda algumas ocorrências de manganês na porção sudoeste da folha Santa Maria da Vitória.

Segundo Bizzi *et al.* (2003) os principais depósitos e ocorrências Pb-Zn-Ag-CaF<sub>2</sub> do tipo *stratabound* são associados ao Grupo Bambuí e agrupam-se ao longo do vale do Rio São Francisco, perto das localidades de Januária (MG), Itacarambi (MG), Montalvânia (MG) e Serra do Ramalho (BA). Segundo o mesmo autor, todos ocupam a mesma posição litoestratigráfica e aparecem associados a um horizonte de dolomito rosado sacaroidal, regionalmente anômalo em chumbo e zinco.

Segundo Conceição Filho *et al.* (2003), as mineralizações de sulfetos (Pb-Zn-Ag) e fluorita, em Serra do Ramalho, são controladas por falhas de direção NW-SE e encontram-se encaixadas em dolarenitos silicificados, por vezes oolíticos e calcários oolíticos alternados com calcilitos dolomíticos, ocorrendo predominantemente de modo disseminado, em lentes, bolsões, veios e cimentando brechas. Por outro lado, Monteiro (2009) sugere que os fosforitos e siltitos fosfatados pertencem à Formação Sete Lagoas e ocorrem na porção basal desta formação próximo ao embasamento cristalino.

Estudos realizados por Gomes (2005) e Misi *et al.* (2005) mostram que estes depósitos associados à cobertura carbonática das bacias neoproterozoicas do Cráton São Francisco com os principais tipos de depósitos de metais-base em sedimentos se relacionam ao tipo irlandês.

Bomfim (1984) associando os dados coletados em trabalhos realizados anteriormente (BRASIL, 1976 e Maron *et al.*, 1980) gerou cartas metalogenéticas em escala regional que englobam a área de estudo. Nestas destacou duas áreas favoráveis para a associação Fluorita/Pb/Zn, ambas abrangendo a porção S/SE da folha Santa Maria da Vitória, além de destacar algumas anomalias para fósforo nas mesmas áreas.

Moraes Filho (1997), em pesquisas a sul da área estudada, destaca ainda ocorrências de manganês, que são de caráter supergênico, oriundas do enriquecimento secundário dos óxidos/hidróxidos de Mn associados aos pelitos da Formação Sete Lagoas.

## 5.6 ASPECTOS PEDOLÓGICOS

Os solos observados na área variam de acordo com o substrato geológico e, segundo BAHIA (2004), latossolos vermelhos, vermelho-amarelos, argissolos e cambissolos se distribuem na área, tendo suas ocorrências associadas à litologia subjacente e às características geomorfológicas.

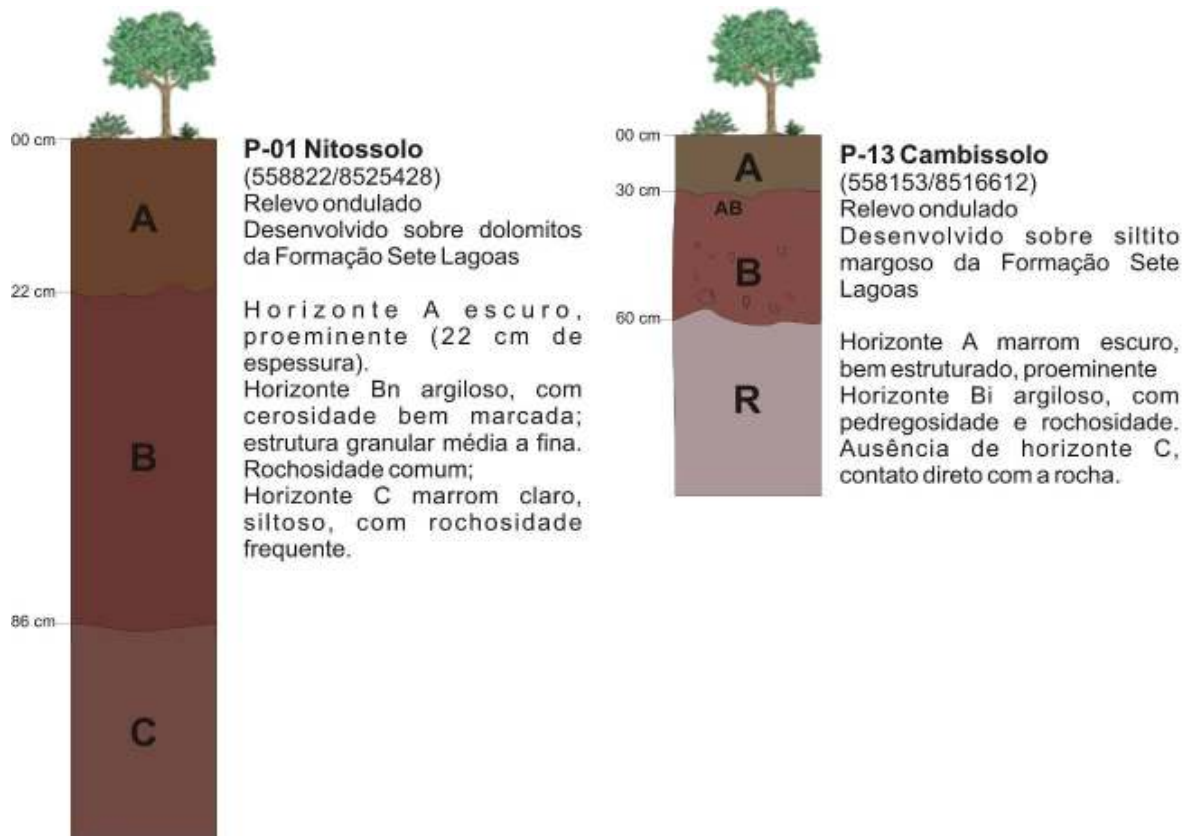
A partir do levantamento pedológico básico realizado na folha Santa Maria da Vitória (Tabela 5.1), observou-se o predomínio dos nitossolos (ou associação nitossolos/argissolos) seguidos dos cambissolos e latossolos vermelho-amarelos e amarelos. Em porções restritas ocorrem, neossolos, gleissolos e vertissolos.

**Tabela 5.1** – Perfis de solos descritos na área e especializados na Figura 5.2.

| Perfil | Longitude | Latitude | Associação de solo         |
|--------|-----------|----------|----------------------------|
| P-01   | 558859    | 8525376  | Nitossolo/Argissolo        |
| P-02   | 555403    | 8529048  | Nitossolo/Argissolo        |
| P-03   | 554022    | 8515899  | Nitossolo/Argissolo        |
| P-04   | 563423    | 8512866  | Nitossolo/Argissolo        |
| P-05   | 589577    | 8513236  | Nitossolo/Argissolo        |
| P-06   | 601873    | 8513944  | Nitossolo/Argissolo        |
| P-07   | 594877    | 8515436  | Nitossolo/Argissolo        |
| P-25   | 558153    | 8516612  | Cambissolo                 |
| P-10   | 559504    | 8522149  | Latossolo vermelho-amarelo |
| P-08   | 564170    | 8520885  | Neossolo Flúvico           |
| P-11   | 565539    | 8510726  | Chernossolo                |
| P-12   | 583521    | 8508532  | Nossolo litólico           |

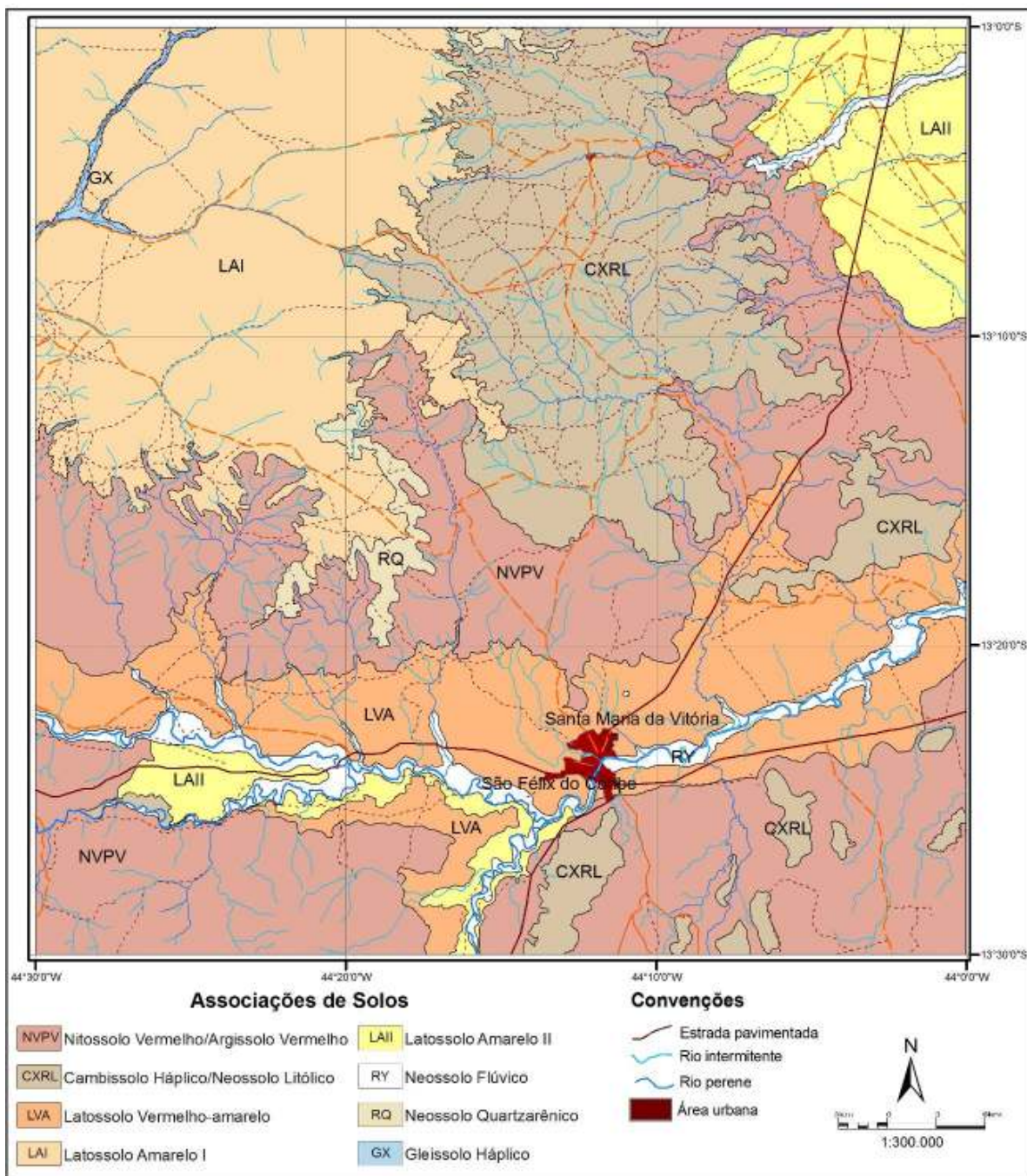
|      |        |         |                            |
|------|--------|---------|----------------------------|
| P-13 | 583952 | 8507870 | Cambissolo                 |
| P-14 | 599603 | 8519044 | Vertissolo                 |
| P-15 | 605336 | 8523170 | Latossolo vermelho-amarelo |
| P-16 | 595437 | 8529096 | Nitossolo/Argissolo        |
| P-09 | 595738 | 8534592 | Latossolo vermelho-amarelo |
| P-17 | 585152 | 8541681 | Nessolo quartzarênico      |
| P-18 | 588340 | 8554496 | Cambissolo                 |
| P-19 | 598711 | 8545996 | Nitossolo/Argissolo        |
| P-20 | 573339 | 8525027 | Nitossolo/Argissolo        |
| P-21 | 554704 | 8510426 | Nitossolo/Argissolo        |
| P-22 | 565539 | 8510726 | Chernossolo                |
| P-23 | 573339 | 8525027 | Nitossolo/Argissolo        |
| P-24 | 583521 | 8508532 | Nessolo litólico           |

A textura predominante dos solos, na maior parte dos horizontes e perfis estudados (Figura 5.9), é argilosa tendendo a muito argilosa, resultado esperado visto o desenvolvimento da maioria destes a partir de litologias argilosas e carbonáticas.



**Figura 5.9** - Perfis esquemáticos de nitossolo (P-01) e de cambissolo (P-13) descritos na área de estudo.

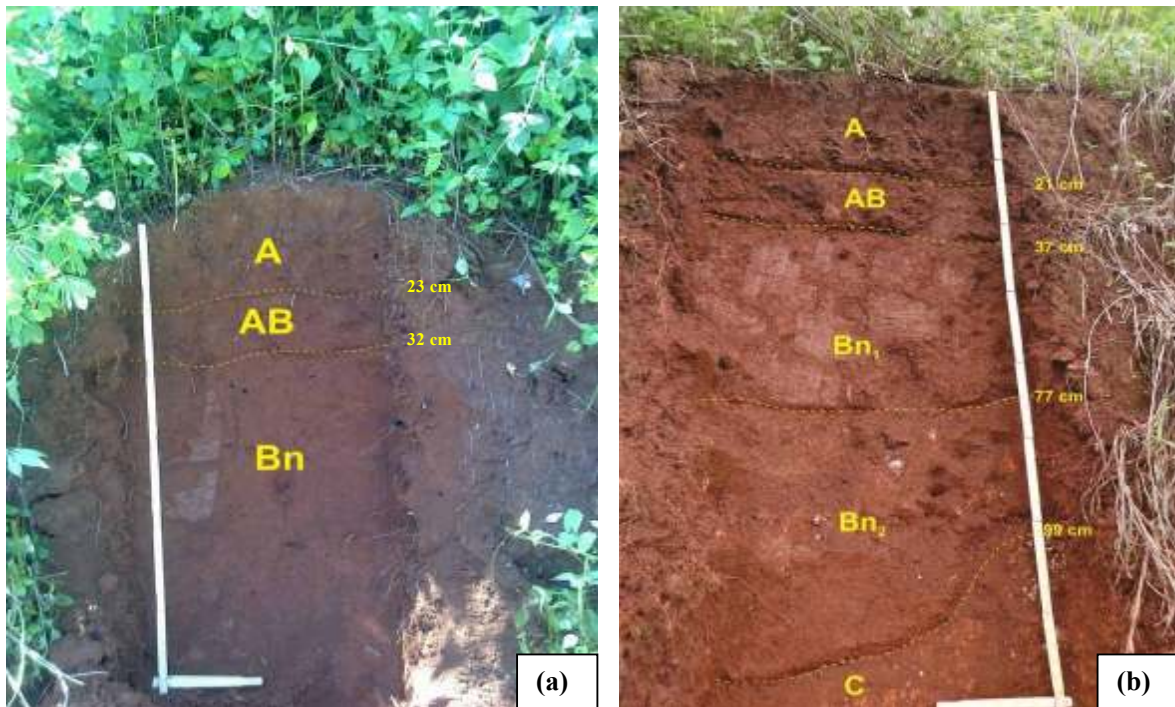




**Figura 5.10** - Espacialização das associações pedológicas da área de estudo.

### 5.5.1 Associação nitossolo/argissolo vermelho (NVPV)

Os solos predominantes na área são formados por processos de podzolização com translocação de argila do horizonte A para o B bem marcada (Figura 5.11), inclusive refletida na presença comum de cerosidade. Mas na maioria dos perfis analisados não apresentam gradiente textural que os classifiquem como argissolos (Tabela 5.2), desta forma, estes solos foram agrupados neste estudo como nitossolos/argissolos.



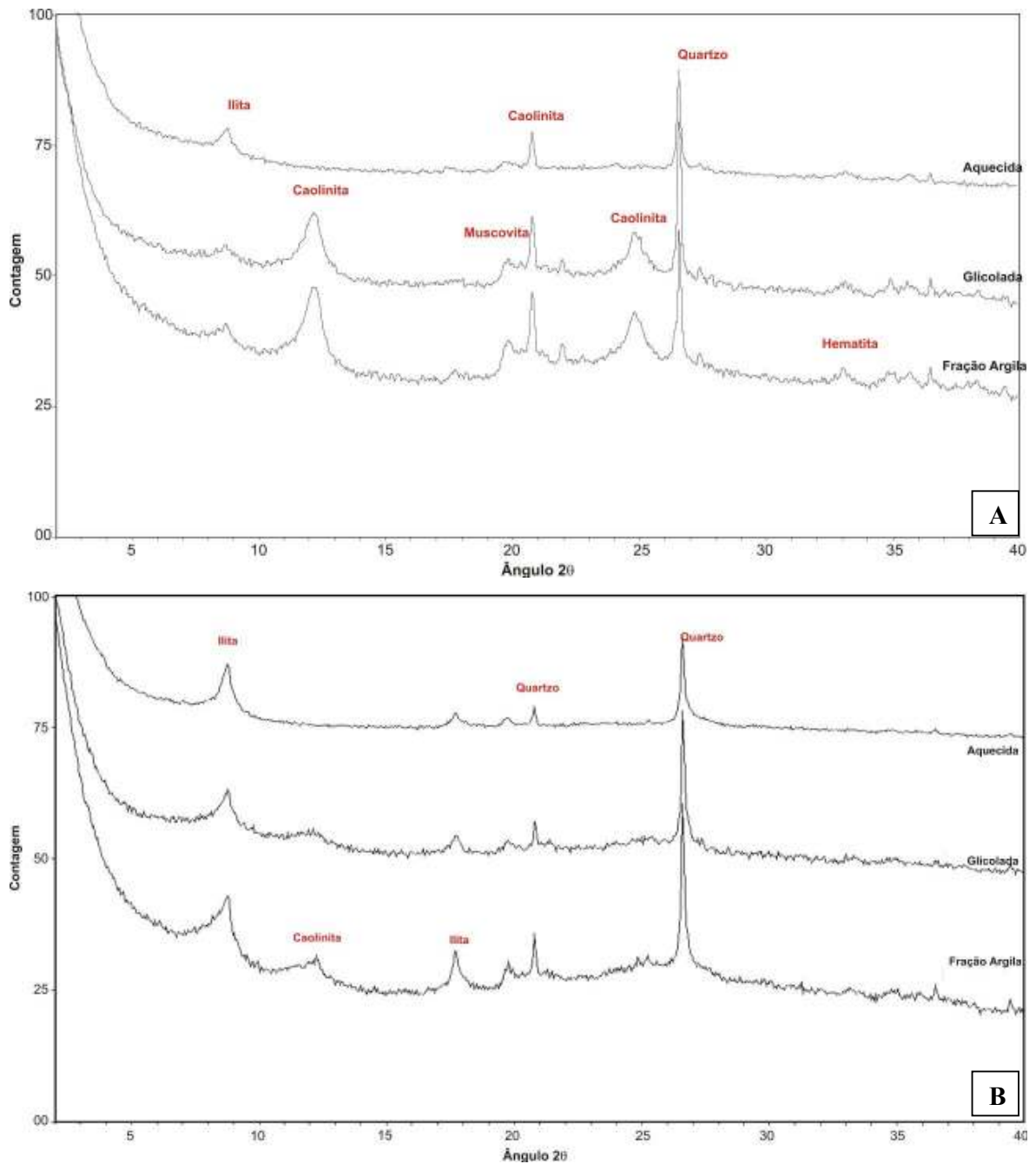
**Figura 5.11** - Perfis bem desenvolvidos de nitossolos sobre rochas pelíticas da base da Formação Sete Lagoas – P-21 (a) e sobre rochas do embasamento cristalino P-03 (b). Região de São Manoel.

**Tabela 5.2** - Análise textural dos horizontes A e B de quatro perfis de solos podzolizados da região de estudo.

| Amostra | Argila, g/kg | Areia, g/kg | Silte, g/kg | Gradiente Textural |
|---------|--------------|-------------|-------------|--------------------|
| P-01 A  | 475          | 225         | 300         | 1,15               |
| P-01 B  | 550          | 250         | 200         |                    |
| P-03 A  | 425          | 400         | 175         | 1,05               |
| P-03 B  | 450          | 400         | 150         |                    |
| P-11 A  | 375          | 450         | 175         | 1,2                |
| P-11 B  | 450          | 375         | 175         |                    |
| P-20 A  | 425          | 275         | 300         | 1,35               |
| P-20 B  | 575          | 225         | 200         |                    |

São solos bem desenvolvidos, em geral de coloração avermelhada, com o horizonte A proeminente, escuro, com espessuras sempre superiores a 20 cm. O horizonte B nítico ou textural tem espessura acima de 60 cm, por vezes apresentando pedregosidade. Em sua composição mineralógica predominam quartzo, caulinita e ilita e/ou montmorilonita (Figuras 5.12 A e B).





**Figura 5.12** - Difratoograma de Raio-X do horizonte B do P-01 em A e do P-20 em B.

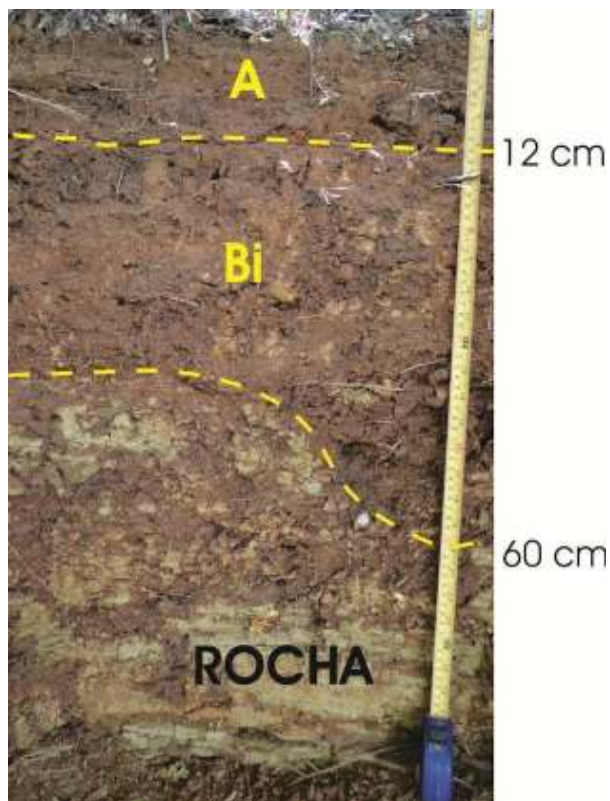
Conforme observado a Figura 5.10 esta associação pedológica ocorre em cerca de 50% da área estudada, desenvolve-se sobre as seqüências carbonáticas da Formação Sete Lagoas e sobre os pelitos da Formação Serra de Santa Helena nas regiões de relevo ondulado. Mas também foram observados sobre os carbonatos da Formação Lagoa do Jacaré e sobre as rochas do embasamento.

Estes solos, em geral, evoluem de cambissolos que ocorrem nas porções mais elevadas das encostas e gradam para nitossolos, argissolos, até os chernossolos nas regiões mais rebaixadas.

### 5.5.2 Associação Cambissolo Háptico (CX) / Neossolo Litólico (RL)

Os cambissolos ocorrem predominantemente na porção centro-norte da área, recobrimdo os morros de carbonatos e, mais expressivamente, os pelitos da Formação Serra de Santa Helena. Estes solos apresentam o horizonte A moderado a proeminente, amarronzado escuro e por vezes com pedregosidade. O horizonte Bi é em geral amarelado, com espessura variando de 20 a 50 cm, com pedregosidade e rochiosidade frequentes. Ocorrem sobre o horizonte C ou diretamente sobre a rocha fonte (Figura 5.13).

Os neossolos litólicos são, em geral, desenvolvidos nos topos de morro dos carbonatos da Formação Lagoa do Jacaré, com o horizonte A em contato direto com a rocha, e ocorrem de forma subordinada e sempre associada aos cambissolos.



**Figura 5.13** - Perfil de cambissolo (P-18) sobre siltitos da Formação Santa Helena (Leste de Canapólis).

### 5.5.3 Latossolos Amarelos I (LA I)

Estes latossolos ocorrem diretamente sobre arenitos do Grupo Urucuia, na porção noroeste da área, desenvolvem-se por latossolização avançada, sendo a transformação e remoção os processos predominantes. Estes solos ocorrem em associações com Neossolo Quartzarênico (RQ). Refletindo sua rocha fonte, são solos bastante arenosos com pouca contribuição de argila, em geral com cores amareladas e com grande espessura.

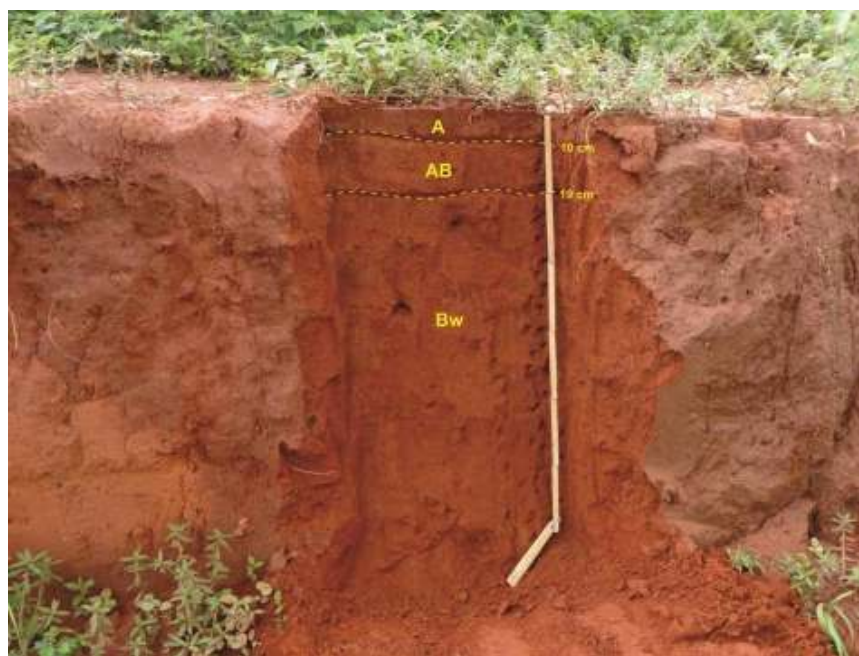
### 5.5.4 Latossolos Amarelos II (LA II)

Latossolos amarelos também se desenvolvem na região leste da área de estudo, mas visto sua origem a partir das coberturas superficiais coluvionares, foi delimitado separadamente.

### 5.5.5 Latossolos Vermelho-Amarelos (LVA)

Na região com padrão de relevo plano a suave ondulado, acompanhando o vale do Rio Corrente, ocorrem latossolos vermelho-amarelos que são desenvolvidos, em geral, a partir das rochas carbonáticas e margosas da Formação Sete Lagoas. Por vezes, ocorrem em contato lateral com a associação nitossolos/argissolos, que, devido a grande contribuição das areias erodidas dos arenitos do Grupo Urucuia, tem seus processos pedogenéticos modificados e evoluem para latossolos.

São bastante espessos, com perfis sempre mais profundos que 150 cm (Figura 5.14). O horizonte A em geral é fraco, com cerca de 10 a 15 cm de espessura, e textura arenosa.



**Figura 5.14** - Perfil de latossolo (P-10) com grande influência de areia coluvionar oriundas dos arenitos do Grupo Urucuia (BA-583).

O horizonte Bw apresenta espessura mínima de 100 cm, também com grande contribuição arenosa, mas já mostra textura mais argilosa devido à translocação a partir do horizonte superficial. Sua estrutura é granular fraca, o que lhe confere baixa coesão, além de sua composição mineralógica rica em óxidos, gibbsita e argilas caulínicas.

#### 5.5.6 Neossolos Flúvicos (RY)

Os neossolos flúvicos são produtos da pedogênese sobre os sedimentos aluvionares associados aos rios Corrente, Formoso e Arrojado. Constituem solos espessos de coloração esbranquiçada, com horizonte A em contato gradativo com o horizonte C (Figura 5.15).



**Figura 5.15** - Perfil de neossolo flúvico (P-08) desenvolvido sobre os depósitos aluvionares do Rio Corrente.

#### 5.5.7 Gleissolos Háplicos (GX)

Estes solos ocorrem nas grandes veredas que cortam os arenitos do Grupo Urucuia, no extremo noroeste da área estudada, associados aos rios Guará e Santo Antônio.

#### 5.5.8 Vertissolos

De modo restrito e não mapeáveis na escala de trabalho, ocorrem vertissolos que são háplicos, argilosos, e com textura cascalhosa na base do horizonte B, principalmente devido à presença de concreções carbonáticas (horizonte petrocálcico). Estes são desenvolvidos sobre os

carbonatos e pelitos da Formação Sete Lagoas em regiões de baixada, onde a drenagem é prejudicada.

## 5.6 - RESULTADOS E DISCUSSÕES

Em uma primeira abordagem, as variáveis analíticas (APÊNDICE A – Dados analíticos) foram caracterizadas numericamente por meio de seus estimadores estatísticos, e graficamente com histogramas, *box-whysker* e gráficos de probabilidade mostrando a distribuição dos dados. Foram consideradas as variáveis geoquímicas com mais de 30 valores válidos (entendendo como valores válidos, aqueles medidos no intervalo de detecção analítica).

A avaliação estatística foi realizada com base nos estimadores de tendência central, média aritmética, nas medidas de posição (mediana e percentis) e teores extremos, e nos estimadores de dispersão variância e desvio-padrão (APÊNDICE B - Sumário Estatístico), para toda a população amostrada nos horizontes A e B dos solos. E para o horizonte B, foram individualizadas as populações relacionadas às associações nitossolos/argissolos, neossolos/cambissolos e para os latossolos.

O tratamento estatístico dos dados analíticos obtidos mostrou que a maioria das variáveis analisadas nos solos apresentou assimetria positiva (APÊNDICE C - Histogramas), comportando-se como log-normais, a exemplo de Al, Cu, Mo, Pb, Zn, etc. Esse comportamento assimétrico, considerado comum para dados geoquímicos e expresso por valores maiores da mediana em relação à média aritmética, é provocado pela abundância de baixos teores e escassez dos elevados que configuram os valores anômalos buscados. Geralmente, é resultado da junção de várias populações, que podem ser individualizadas por meio de gráficos de probabilidade.

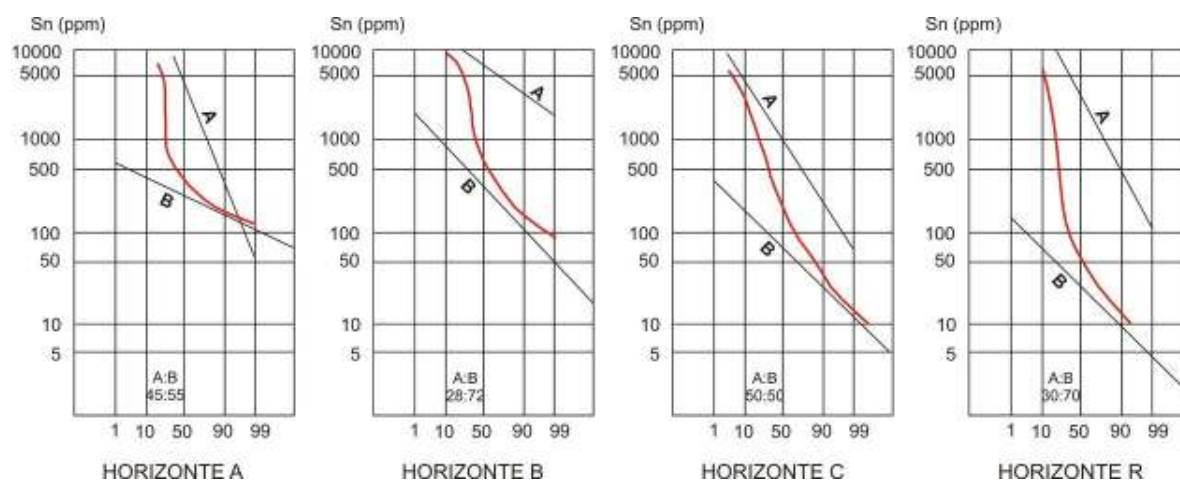
Por exemplo, para as amostras de solo do horizonte A existem populações de nitossolos/argissolos, assim como algumas amostras de latossolos com contribuição coluvionar. E a junção destas populações que têm comportamentos distintos pode mostrar-se no histograma como uma única distribuição. Por outro lado, alguns histogramas podem de modo equivocado apontar distribuições normais, a exemplo do Cr e do Co, mascarando a existência de diversas populações, principalmente para as amostras do horizonte B, que englobam diversos tipos de solos e substratos.

Os gráficos de probabilidade também foram utilizados para a determinação dos valores de *background* e limiar para a pesquisa, individualizando as diferentes populações, quando existentes. Cada população diferenciada pode ser considerada em uma distribuição normal e, por isso, os respectivos valores de média aritmética e desvio-padrão foram extraídos e a partir desses calculado o limiar

Hawkes & Webb (1962) consideram que os limiares de uma população amostral podem ser obtidos através da soma da média aritmética e dois desvios-padrão, sendo válido para distribuições normais dos teores. Visto que, geralmente os dados obtidos em prospecção geoquímica apresentam uma distribuição assimétrica positiva, esta consideração não deve ser utilizada. Contudo, observa-se uma utilização indiscriminada de extração de limiares por este método em trabalhos de prospecção geoquímica, o que, segundo Licht (1998) pode produzir o apagamento de anomalias sutis ou mesmo a criação de anomalias não significativas.

O horizonte B foi amostrado em diferentes associações pedológicas e os histogramas elaborados (APÊNDICE C - Histogramas) tendem a apontar para apenas uma população de comportamento log-normal e, utilizando gráficos de probabilidade é possível distinguir estes grupos.

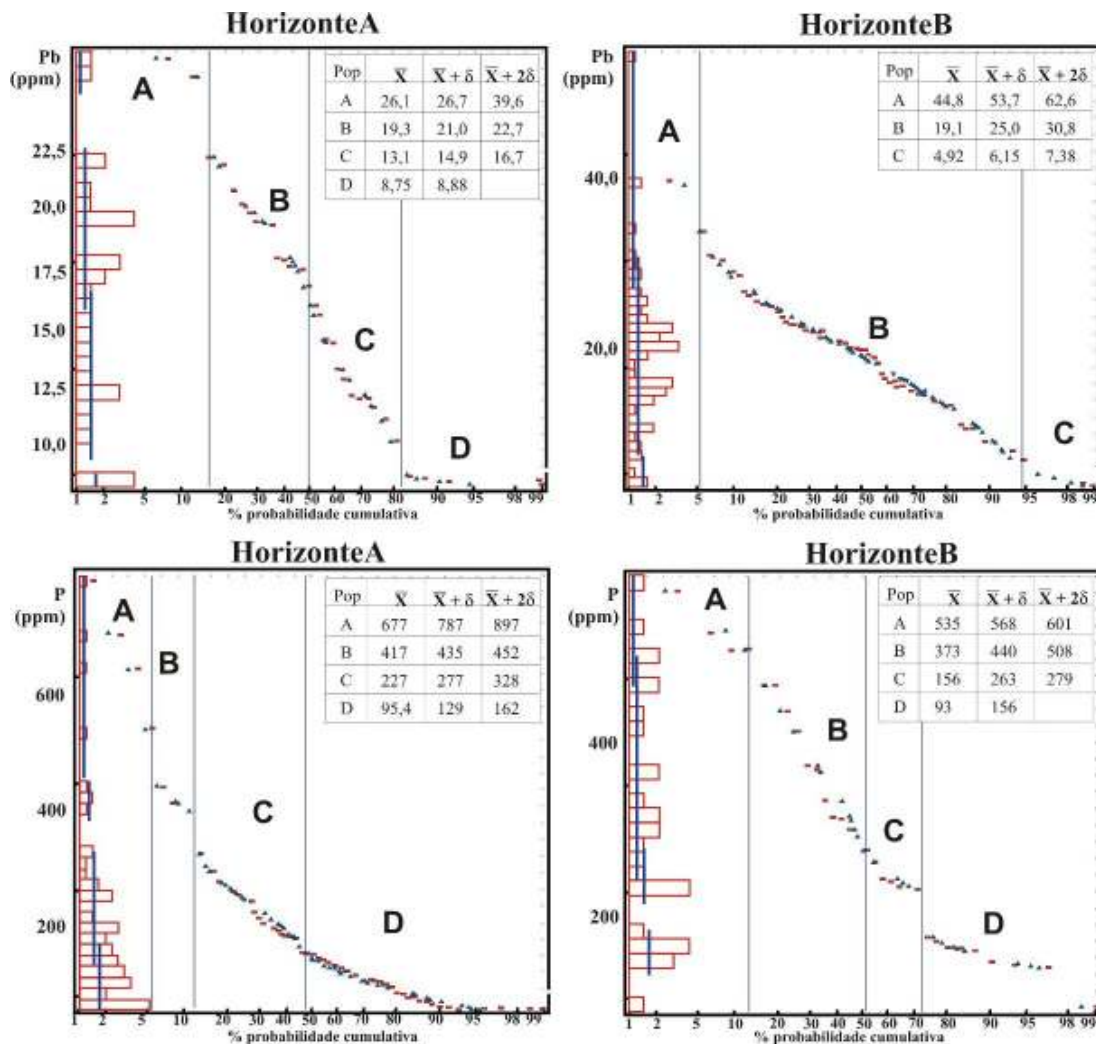
Outro exemplo do uso do gráfico de probabilidade é a observação da mobilidade de elementos químicos no perfil de solo. Licht (1998), analisando o comportamento do estanho nos diferentes horizontes, notou melhores contrastes geoquímicos nos horizontes mais profundos (Figura 5.16).



**Figura 5.16** - Imbricamento maior das populações no horizonte A em relação aos demais horizontes, evidenciando ação dos processos pedogenéticos sobre a rocha. A e B diferentes populações (Licht, 1998).

Nos gráficos de probabilidade das amostras de solo do horizonte B pode-se observar que o contraste geoquímico principalmente em relação às anomalias é bem mais nítido que no horizonte A, inclusive com a diferenciação de mais populações para o Pb, enquanto que o fósforo mostra comportamento inverso, com melhor contraste geoquímico em relação a população de *background* no horizonte A (Figura 5.17).

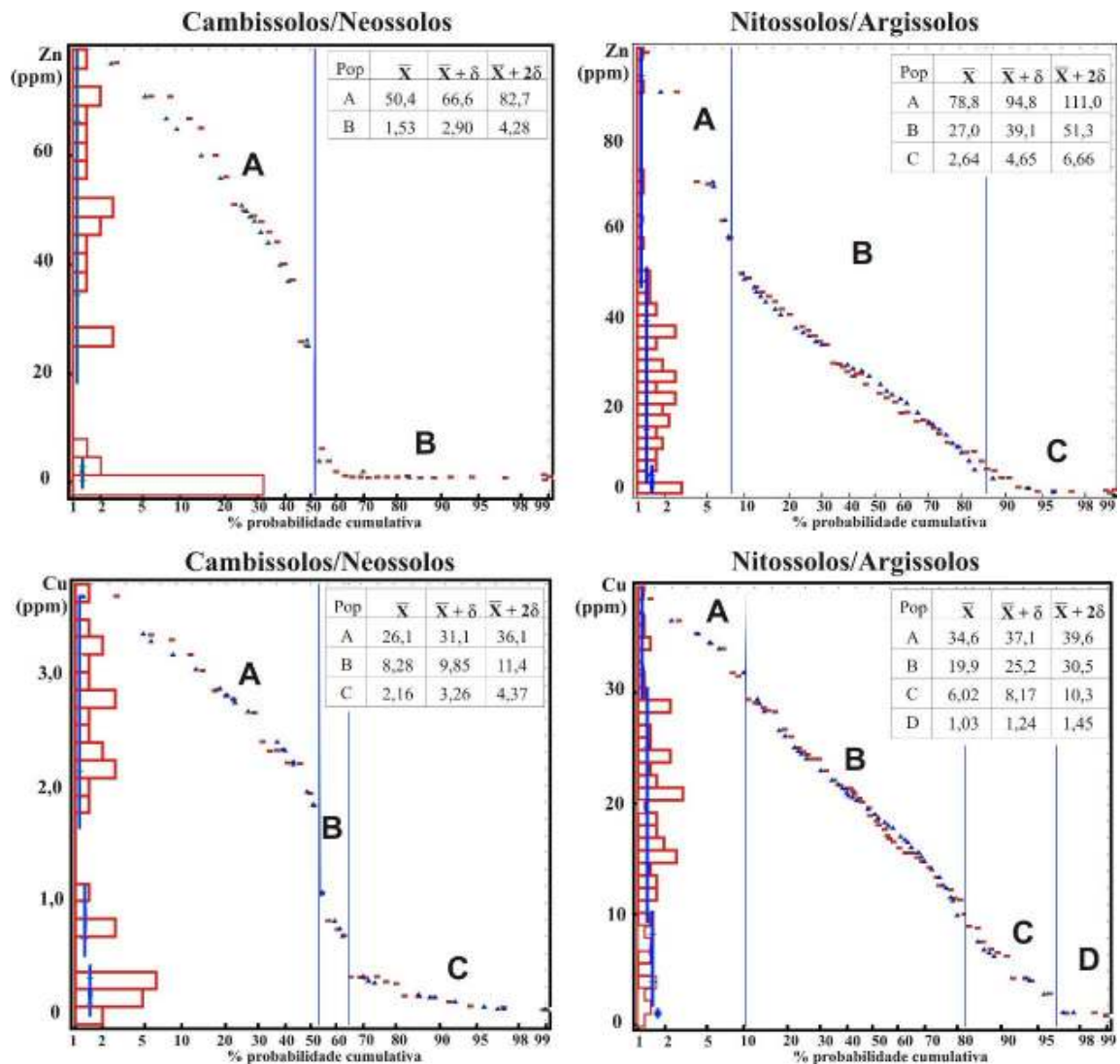




**Figura 5.17** – Gráfico de probabilidade mostrando a diferenciação de teores (azul – observado e vermelho - calculado) para Pb e P nos horizontes A e B dos solos amostrados. A, B, C e D – populações individualizadas no gráfico.

Assim, para os gráficos de probabilidade das amostras de cambissolo observa-se uma diferenciação mais nítida entre as diferentes populações, ou seja, as quebras ou pontos de inflexão das curvas de frequência acumulada são mais abruptos, como pode ser visto nos gráficos de zinco e cobre no horizonte B das associações cambissolos/neossolos e nitossolos/argissolos (Figura 5.18).

Analisando a matriz de correlação (APÊNDICE D – Matriz de Correlação) dos teores obtidos para o horizonte B dos diferentes grupos de solos, observam-se índices de correlação ( $r$ ) mais elevados na associação cambissolos/neossolos. Mostrando que nestes solos menos evoluídos ainda não houve influência significativa da pedogênese na decomposição dos minerais primários e, conseqüentemente, na liberação destes elementos para os processos característicos de ambiente superficial, como solubilização, adsorção e complexação pela matéria orgânica.

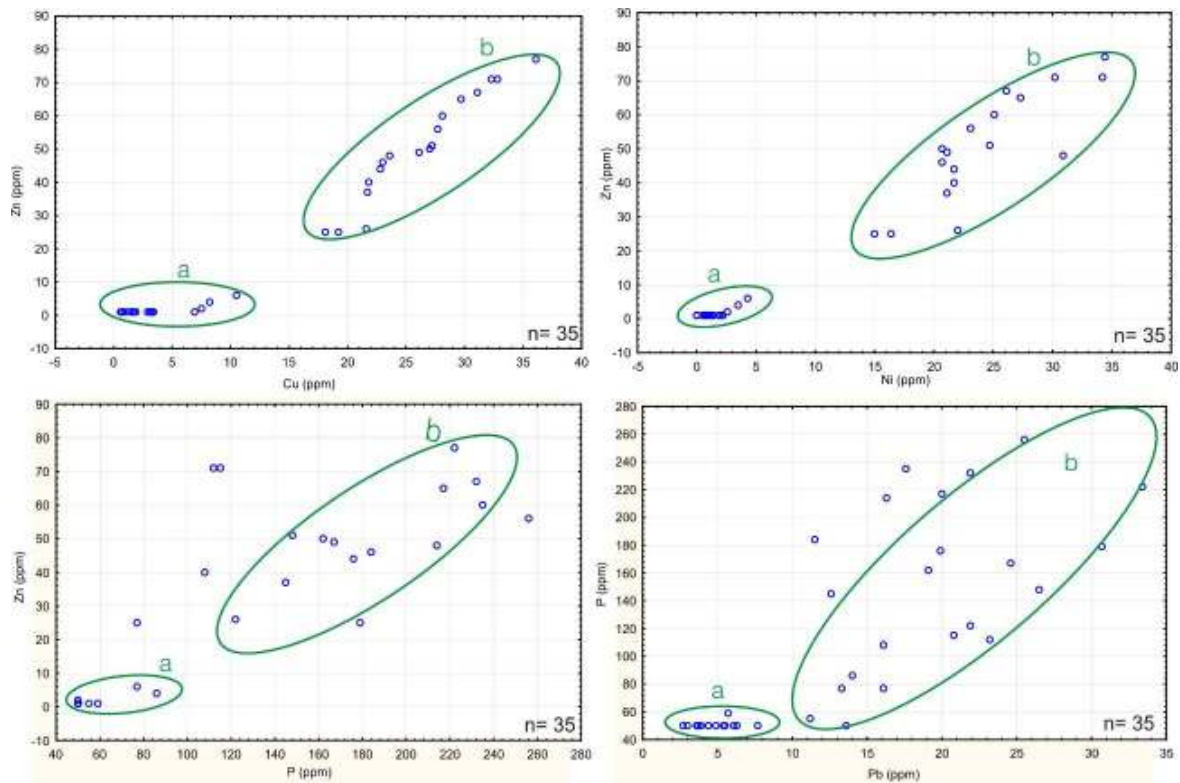


**Figura 5.18** - Gráficos de probabilidade dos teores de Zn e Cu (azul – observado e vermelho – calculado) no horizonte B das associações cambissolos/neossolos e nitossolos/argissolos, mostrando maior diferenciação entre populações na primeira associação.

Por outro lado, estes valores elevados de  $r$  (ver APÊNDICE D – Matriz de Correlação) podem implicar na interpretação errônea de relação entre duas variáveis. Cardoso (1978) salienta que a existência de uma correlação mesmo elevada entre duas séries de observações não implica, necessariamente, a existência de uma relação de causa e efeito entre essas duas variáveis, desta forma, é indicada a observação, em gráficos de dispersão, do comportamento destas variáveis.

Nos gráficos de dispersão (Figura 5.19) e nos histogramas (APÊNDICE C - Histogramas) das amostras coletadas nesta associação, cambissolos/neossolos, observam-se claramente duas populações distintas (a e b), que mostram índices de correlação diferentes entre os elementos químicos.



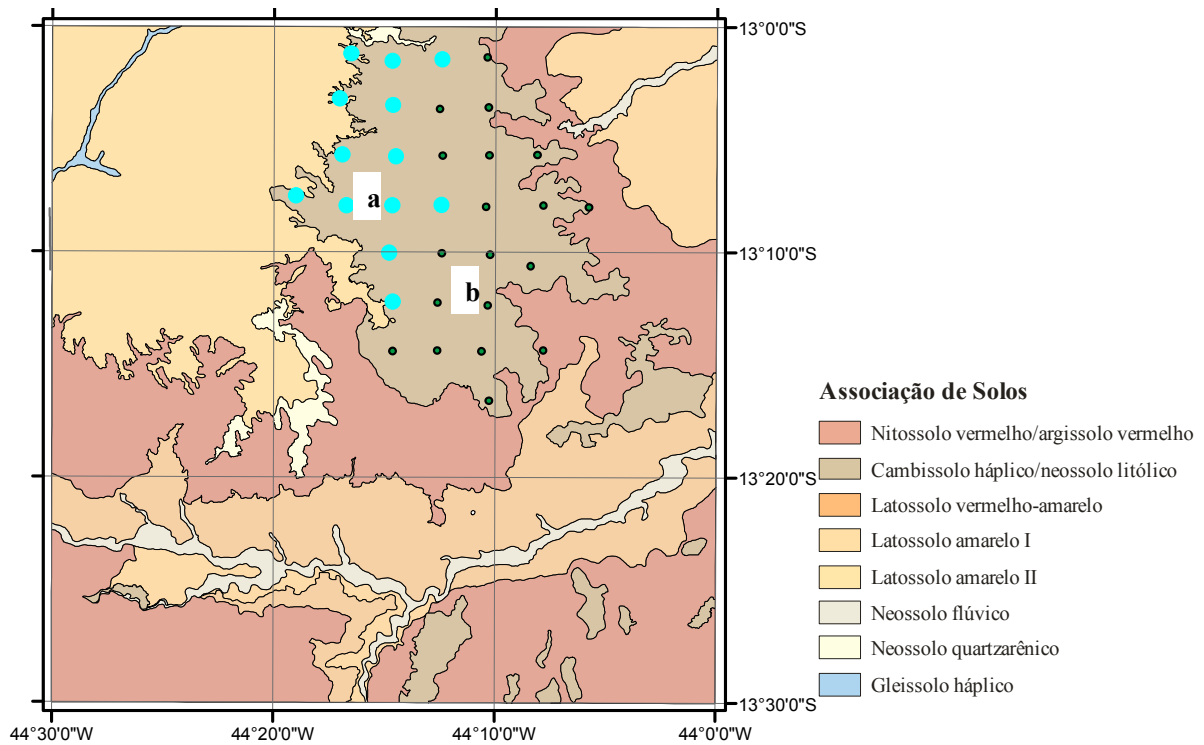


**Figura 5.19** - Gráficos de dispersão para alguns elementos químicos analisados do horizonte B da associação cambissolo/neossolo, apontando a existência de duas populações distintas.

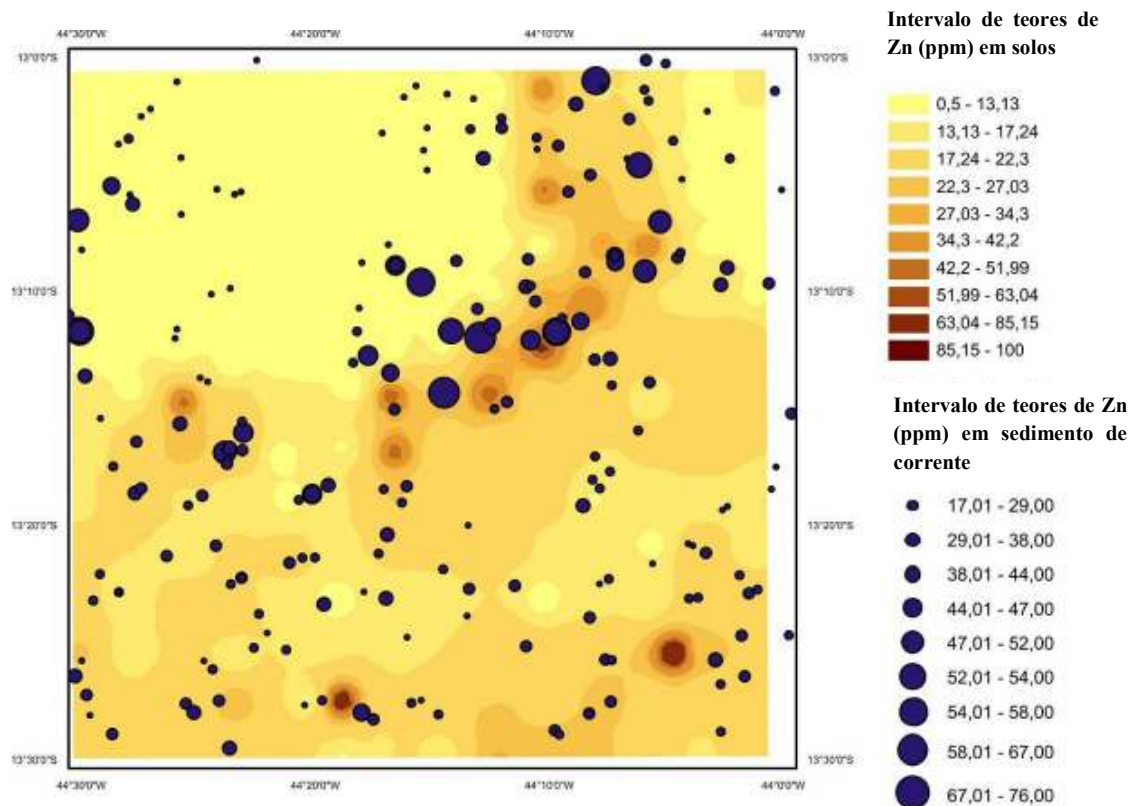
A população (a) apresenta teores mais baixos para diversos elementos, como Cu, Ni, Zn, P, Pb, e quase ausência de correlação entre eles, refletindo a contribuição das areias erodidas do Grupo Urucua, pobres nestes elementos químicos (Figura 5.20).

A população (b) reflete a pedogênese mais incipiente sobre as rochas das formações Serra de Santa Helena e Lagoa do Jacaré. Nesta população ocorrem teores anômalos para Zn em algumas estações contíguas (Figura 5.21) apontando para possibilidade de ocorrências minerais rico em Zn associadas às rochas das formações Serra de Santa Helena e Lagoa do Jacaré.

Estes valores são corroborados por aqueles encontrados no levantamento geoquímico de sedimento de corrente que está sendo realizado pela CPRM, nas drenagens próximas amostradas na área (Figura 5.21). Neste caso, deve atentar-se para possibilidade do mascaramento de teores mais altos do elemento nas porções com contribuição coluvionar.

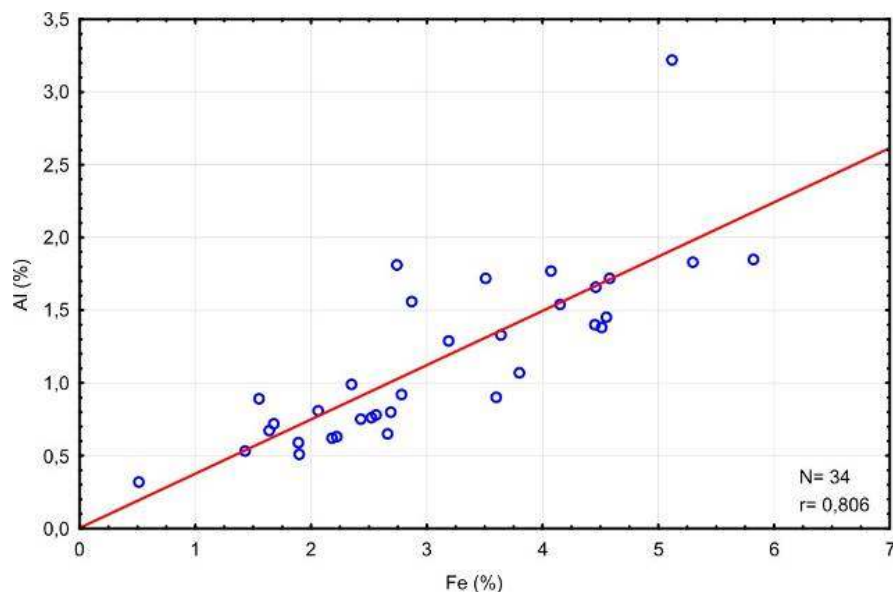


**Figura 5.20** - População “a” (círculos azuis) dos cambissolos com teores reduzidos em Zn apontando a influência dos sedimentos coluvionares.



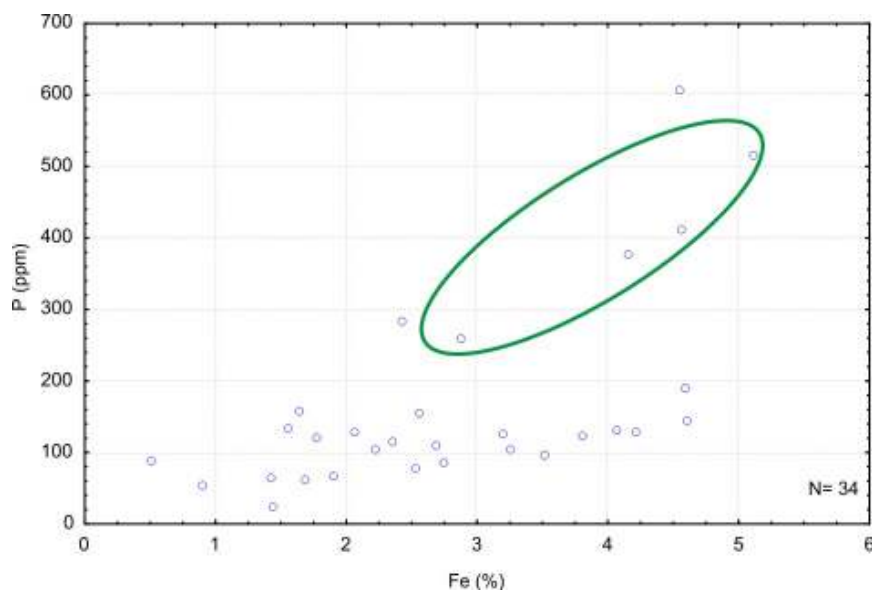
**Figura 5.21** - Teores de Zn nas amostras do horizonte B dos solos amostrados e, em círculos azuis, teores observados no sedimento de corrente.

Para os latossolos vermelho-amarelos desenvolvidos sobre a Formação Sete Lagoas e com contribuição de areias erodidas do Grupo Urucuiá, a correlação entre alumínio e ferro (Figura 5.22) é bastante elevada corroborando com a composição mineralógica esperada para o horizonte B destes solos ricos em óxidos de Fe.



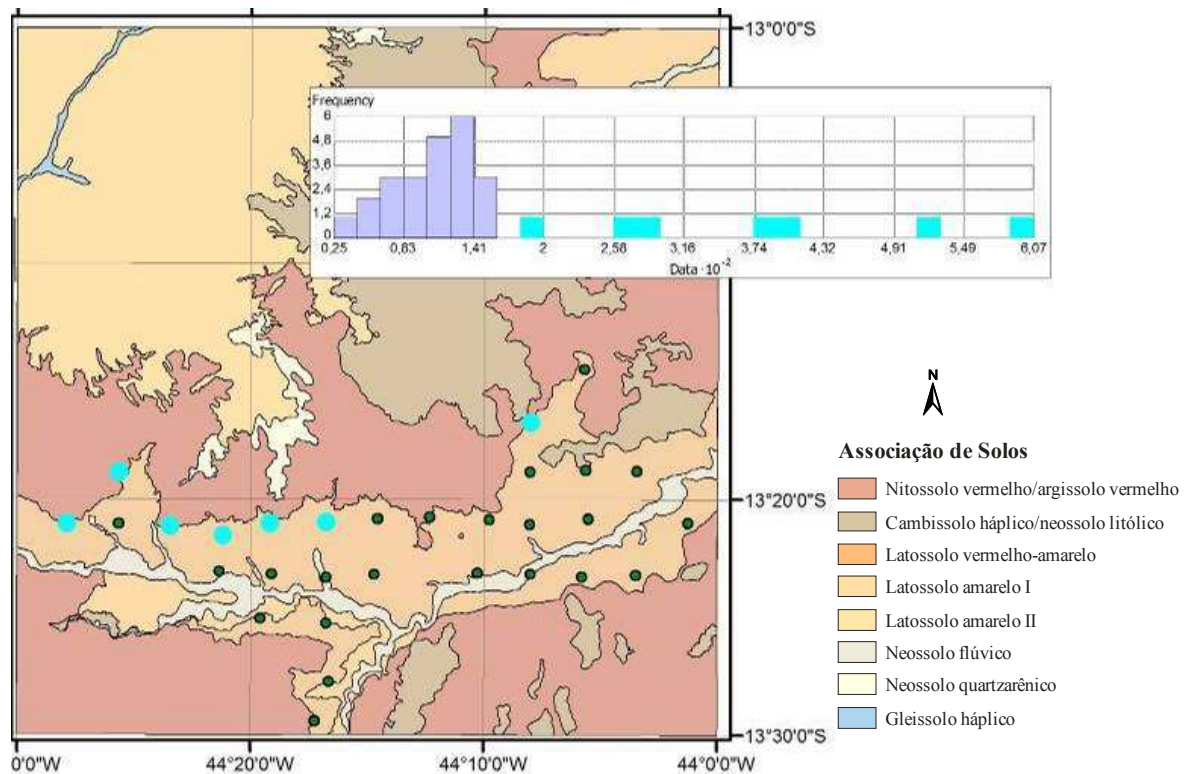
**Figura 5.22** - Gráfico de dispersão mostrando significativa correlação entre Fe e Al nos latossolos vermelho-amarelos (LVA).

Para o fósforo, estes valores elevados correlacionam com o Fe, o que não ocorre para os valores de *background* (Figura 5.23).



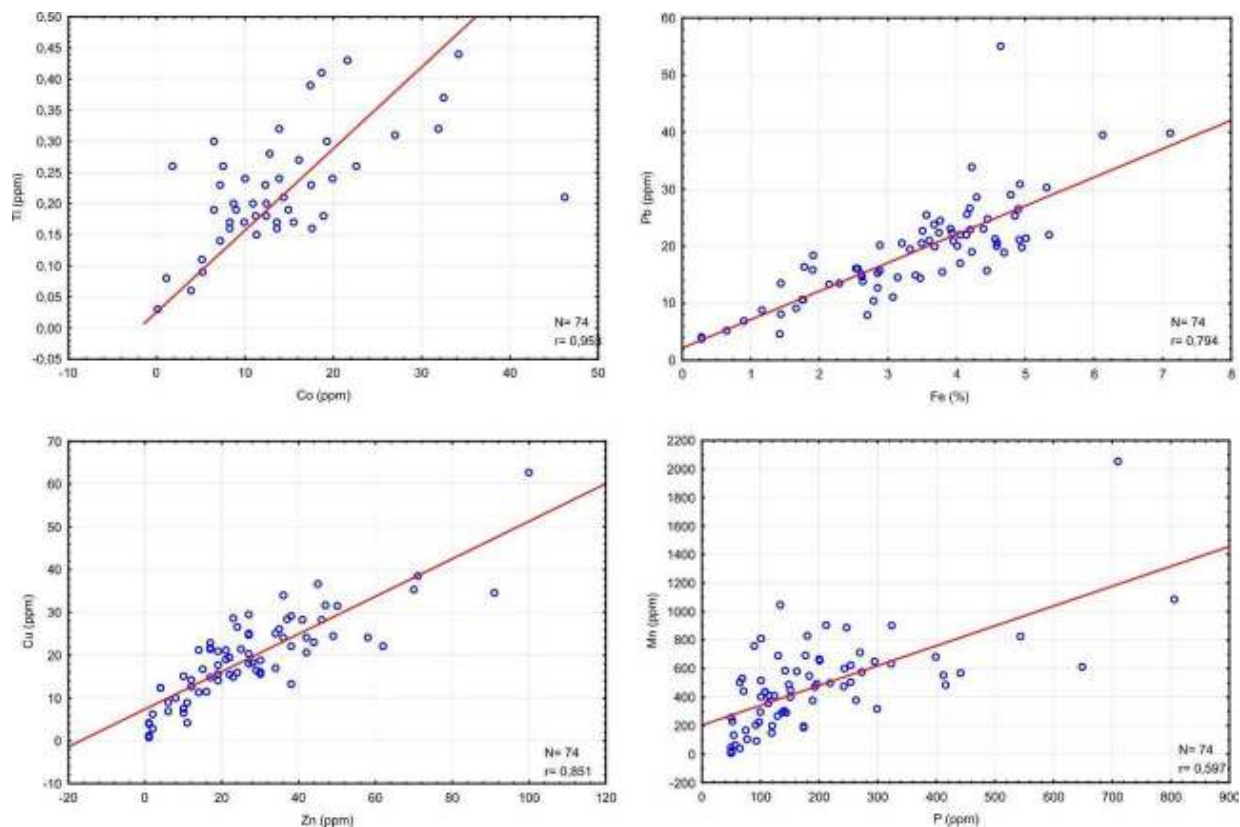
**Figura 5.23** - Correlação significativa entre Fe e P nos latossolos vermelhos-amarelos, para os teores mais elevados, e menor correlação para a população de teores mais baixos.

Os maiores teores observados para elementos metálicos (Cu, Pb, Zn, Ni, etc), além do fósforo, nestes latossolos ocorrem na sua interface com os nitossolos/argissolos (Figura 5.24).



**Figura 5.24** - Teores elevados (destacados em círculos azuis no mapa e barras azuis no histograma) para o fósforo, plotando próximos ao contato dos latossolos vermelhos-amarelos com os nitossolos/argissolos.

Nos solos mais evoluídos e com gradiente textural no horizonte B, ou seja, nitossolos/argissolos observa-se neste horizonte, correlação mais significativa apenas entre os elementos de comportamento geoquímico similar, a exemplo do Cu, Ni e Zn (Figura 5.25).



**Figura 5.25** - Correlação significativa entre elementos de mesmo comportamento geoquímico, além de boa correlação do Pb com o Fe.

Nestes solos o Fe mostra os maiores índices de correlação com os principais elementos metálicos observados (Cu, Pb, Zn, etc) e o fósforo, indicando que estes elementos podem estar associados aos oxi-hidróxidos de Fe. Estudos realizados por Feng (2011) em solos desenvolvidos sobre dolomitos no SW da China, contendo concreções ferromanganesíferas no horizonte B, mostraram que quase todos os metais traços, destacando-se Pb, Cd, Cu, Ni, Mo, são significativamente enriquecidos nas concreções em relação à matriz, provavelmente devido a adsorção específica destes elementos nos óxidos de ferro. Desta forma, este material poderia ser escolhido como meio de amostragem visando à maximização do contraste geoquímico.

No horizonte B da associação nitossolo/argissolo observa-se que o P tem correlação significativa, para os teores de *background* indicando uma provável relação com os argilominerais neoformados, a exemplo de fosfatos aluminosos, e que as anomalias devem estar associada à outra fase mineral.

Por outro lado, no horizonte A desta mesma associação pedológica observa-se uma diferenciação muito maior entre os elementos, mostrando correlação significativa apenas entre alguns, além de apontar correlação negativa em outros casos, possibilitando melhor individualização das associações entre variáveis.

Observa-se também que a correlação do Al com Fe, Cu, Pb, dentre outros elementos, é mais significativa no horizonte A que no B dos solos podzolizados da área. Enquanto, o fósforo apresenta comportamento variado nos horizontes destes solos, apresentando íntima relação com o ferro no horizonte superficial, passando a uma associação com o manganês no horizonte B, possivelmente relacionado aos níveis ricos em plintita.

Nota-se que as correlações dos pares Cu-Pb, Zn-Pb e Cu-Zn (ver APÊNDICE D – Matriz de Correlação) para as amostras de solo no horizonte A são significativas. Contudo, apesar destes valores de correlação, a espacialização das anomalias não coincide, evidenciando a mobilidade química diferenciada para os três elementos, destacando a maior mobilidade do Zn. Estudando a dispersão de elementos metálicos em solos nos arredores de uma mineralização sulfetada em Portugal, Cardoso (1988) concluiu que os sítios preferenciais para Cu e Zn são os oxi-hidróxidos de Fe, enquanto que para o chumbo, os sítios de troca catiônica dos óxidos de manganês são preferidos.

Considerando os elementos, Zn, Cu e Pb, oriundos do substrato dos solos da área, observou-se o comportamento destes no horizonte B (Figura 5.26) dos perfis das diferentes associações pedológicas determinadas, ao longo de linhas E-W (P1, P2 e P3 – Figura 5.3).

A mobilidade química para um mesmo elemento entre os diferentes horizontes. Foi avaliada através de perfis geoquímicos nos horizontes A e B. Por exemplo, o Pb apresenta-se mais concentrado no horizonte B que no horizonte superficial (Figura 5.27).



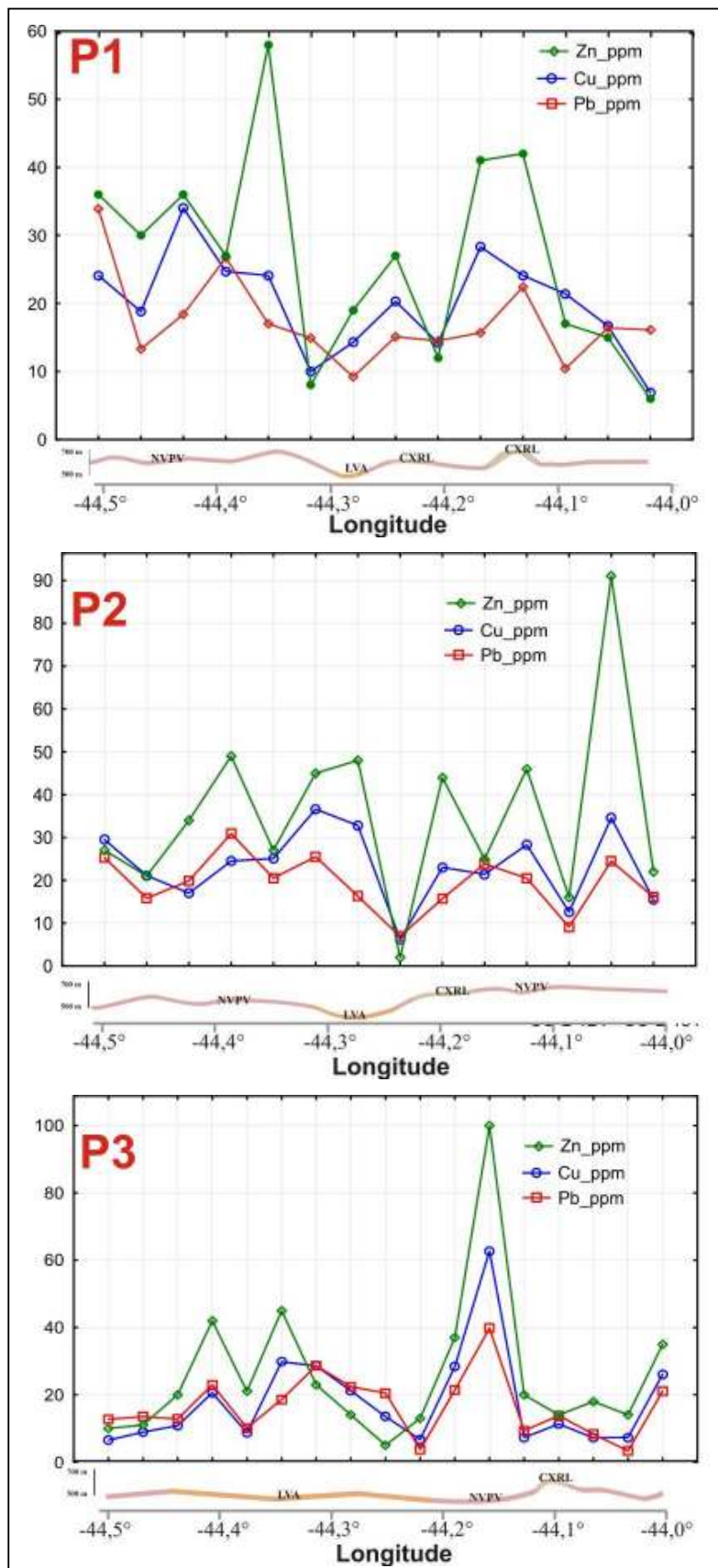
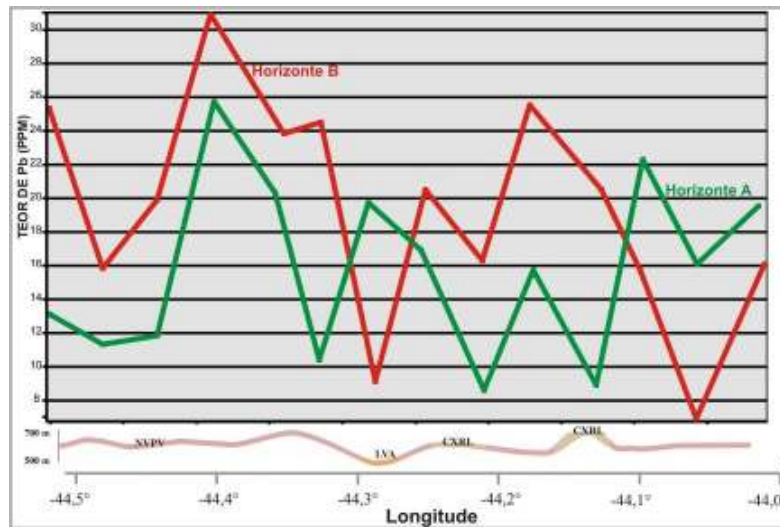
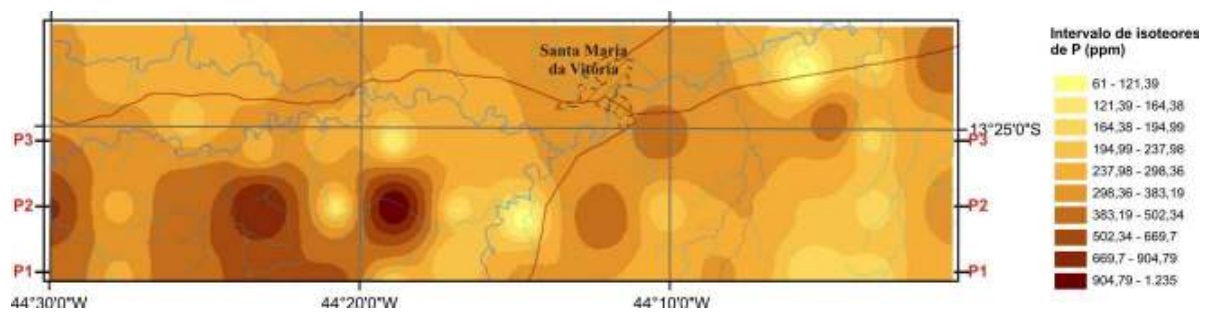


Figura 5.26 - Perfis geoquímicos E-W do horizonte B dos nitossolos/argissolos estudados, com perfil esquemático dos tipos de solos interceptados.



**Figura 5.27** - Perfil geoquímico P1 dos horizontes amostrais A e B para Pb, interceptando nitossolos/argissolos e latossolos.

Para o fósforo, de modo geral, observa-se que os teores são mais expressivos no horizonte A dos nitossolos/argissolos analisados, delimitando, ao longo de perfis E-W (P1, P2 e P3 – Figura 5.3) inclusive zonas com várias estações com teores anômalos, como pode ser visto nas Figuras 5.28 e 5.29. É importante ressaltar que nestes perfis existem valores anômalos que ocorrem em latossolos e neossolos flúvicos interceptados pelo perfil. No terceiro perfil observa-se claramente a diferença de comportamento do elemento nos solos desenvolvidos *in situ* daquele notado nos solos transportados.



**Figura 5.28** - Distribuição espacial dos teores de P encontrados nas amostras de solo do horizonte A na porção sul da área de estudo.



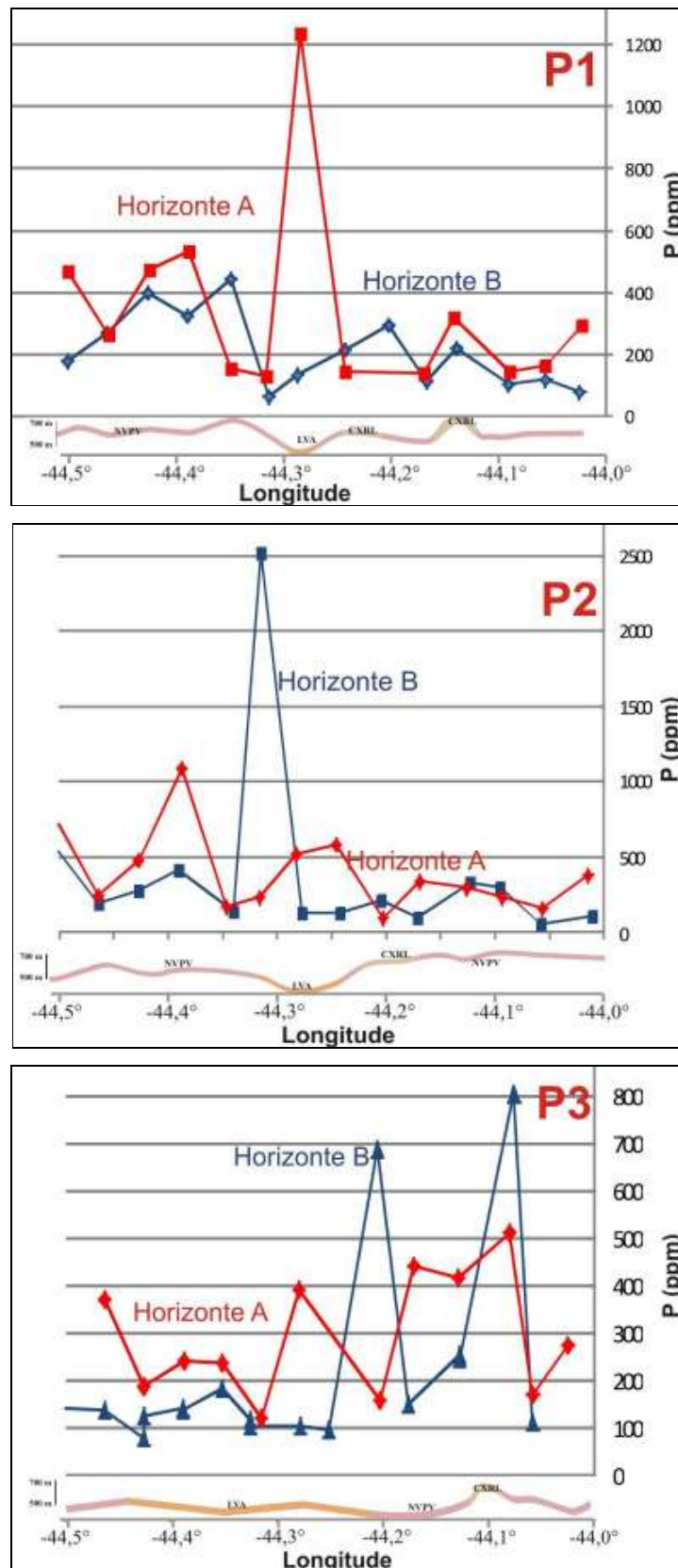
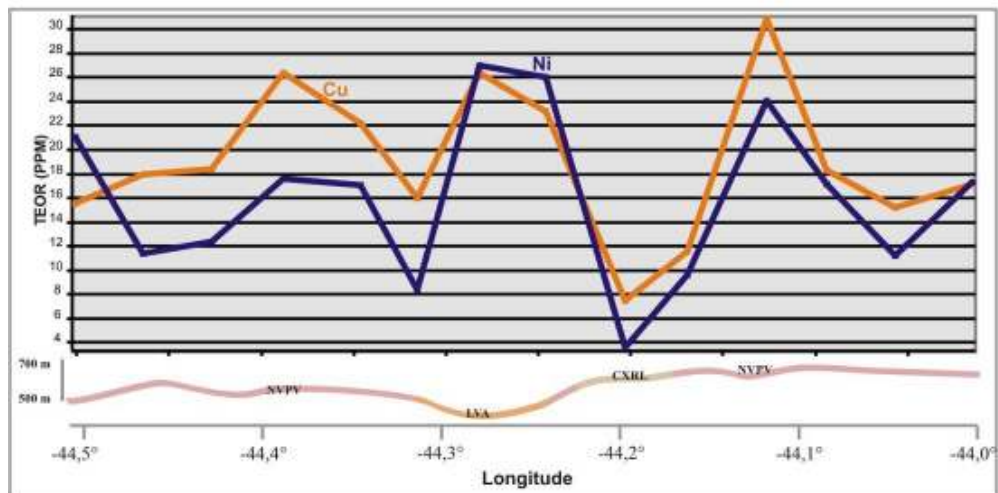


Figura 5.29 – Variação nos teores de P nos horizontes A e B, segundo os perfis geoquímicos P1, P2 e P3, com tendência geral de valores maiores no horizonte superficial.

O comportamento dos elementos varia também de acordo com o tipo de solo, conforme demonstrado pelos teores de Cu e Ni ao longo de um perfil que intercepta o horizonte A de diferentes tipos de solos (Figura 5.30), no qual não se observa correlação aparente nos pontos amostrados sobre os latossolos.



**Figura 5.30** - Correlação significativa do Cu e Ni no horizonte A, com maior mobilidade do primeiro, atentando para mudança de comportamento quando o perfil intercepta os latossolos.

## CAPÍTULO 6

### CONCLUSÕES

A região de Santa Maria da Vitória, estudada nesta pesquisa, é caracterizada pela predominância de rochas pelíticas e carbonáticas do Grupo Bambuí, que são consideradas potenciais hospedeiras de mineralizações sulfetadas de metais-base, além de rochas fosfatadas. Além destas litologias, ocorrem as rochas psamíticas do Grupo Urucua que ocupam as porções mais elevadas.

A área é caracterizada geomorfologicamente por platôs associados aos arenitos do Grupo Urucua, e modelados de dissecação e acumulação associados à sequência pelítica-carbonática. Esses modelados são drenados por diversos rios oriundos das partes altas à WSW e cortados pelos rios Corrente, Formoso e Arrojado. Deste modo, existem grandes áreas associadas aos vales destes rios com coberturas aluvionares onde são desenvolvidos solos alóctones e, nas regiões, os solos autóctones são desenvolvidos, comumente com contribuição de colúvios oriundos, principalmente, do Grupo Urucua.

Em muitas áreas as espessas coberturas de regolito e solo podem ainda ocultar muitos depósitos importantes, e por isso, em regiões onde há escassez de exposições de rocha e de drenagens superficiais, métodos geoquímicos prospectivos em solos podem conduzir a respostas positivas em relação à descoberta de novas ocorrências e depósitos minerais.

A interpretação dos gráficos de probabilidade dos horizontes A e B amostrados permitiu observar o comportamento principalmente do P, Pb, Zn e Cu, definindo onde ocorria uma boa relação entre o contraste e a dispersão entre os horizontes e nas associações pedológicas. Enquanto que o uso dos perfis geoquímicos indicou os maiores teores de cada elemento nestes horizontes, apontando inclusive a variação de mobilidade geoquímica.

Na região sul da área estudada, sobre a associação nitossolo/argissolo, o estudo prospectivo nos horizontes A e B mostrou que, de modo geral, o horizonte B é o mais indicado para a amostragem para a maioria dos elementos metálicos observados. Enquanto que o fósforo apresentou maior realce no horizonte A, devido sua participação em argilominerais neoformados, principalmente os fosfatos aluminosos.

Os argissolos podem ser considerados, de modo geral, como solos de características ideais para a prospecção geoquímica, visto que numa escala de evolução pedogenética dos neossolos litólicos até os latossolos, representa um estágio "intermediário", com predominância composicional de argilominerais 1:1, além dos oxi-hidróxidos de Fe e Al, e translocação de argila do horizonte superficial para o horizonte B.

Mas, durante o levantamento geoquímico realizado neste trabalho, assim como em pesquisas de exploração mineral, principalmente em escala regional, a diversidade de solos é maior e, desta forma, nem sempre o horizonte B dará a melhor resposta à pesquisa. O que não invalida o método, mas exige apenas do pesquisador maior conhecimento dos aspectos pedológicos da área de estudo para balizar sua amostragem geoquímica bem como a interpretação dos dados gerados. Ou seja, nestes trabalhos, por logística deve-se utilizar, como horizonte amostral, o B, mas atentando para as diferenças de comportamento dos elementos e, sempre que possível individualizando os dados em populações balizadas pelos diferentes tipos de solos.

Em relação aos latossolos desenvolvidos sobre a Formação Sete Lagoas, de modo geral, se observa uma atenuação nos contrastes dos elementos pesquisados e para aqueles menos móveis melhora respostas no horizonte superficial.

O horizonte B dos cambissolos, principalmente os associados às litologias das formações Serra de Santa Helena e Lagoa do Jacaré, indicou teores anômalos de Zn, além de outros elementos como Tl, em algumas estações de amostragem próximas, delimitando uma zona anômala coincidente com valores elevados destes elementos também no levantamento geoquímico de sedimento de corrente e concentrados de bateia realizado pela CPRM.

O levantamento de solos indicou valores anômalos de P, principalmente no horizonte A dos solos podzolizados amostrados, consistentes com os teores encontrados na prospecção de sedimento de corrente, indicando a possibilidade de presença de mineralização de fosfato na área estudada, vinculada à base da Formação Sete Lagoas do Grupo Bambuí.

Em síntese observou-se, para a região de Santa Maria da Vitória:

- Para latossolos – as melhores respostas para Pb, P, Cu no horizonte A, mais destacando a acentuada luviação e dispersão dos elementos;
- Para cambissolos – foi avaliado apenas o horizonte B e mostrou menor dispersão e maior contraste para Zn, Cu, Tl, etc.
- Para nitossolos e argissolos – melhor relação contraste/dispersão no horizonte A para P e Zn e outros elementos mais móveis, e Pb, Cu, Ni no horizonte B.

Todos os resultados obtidos nesta pesquisa devem ser considerados para o uso da técnica de amostragem de solos para exploração mineral, principalmente em áreas com a presença de solos lateríticos profundos e solos transportados. A integração desta técnica com sedimentos de corrente e concentrados de bateia é particularmente importante em regiões com baixa densidade de drenagens.

Porém, para a prospecção geoquímica, estudos orientativos devem ser conduzidos em cada nova área a fim de avaliar o comportamento do elemento químico no solo desenvolvido na área para garantir a determinação de um horizonte ótimo de amostragem.

É prática comum na fase de detalhamento ou *follow-up* da exploração mineral o uso da geoquímica de solos, entretanto não é comum o estudo destes solos. Para se evitar a delimitação de anomalias não significativas ou falsas anomalias é fundamental que seja feita a classificação dos solos e a determinação dos principais processos pedogenéticos atuantes.

Além disso, um dos padrões frequentemente adotados é a amostragem do solo há uma profundidade específica, método que deve ser totalmente desconsiderado, pois levará, frequentemente, a mistura de matrizes amostrais, que para solos exercerá grande influência no comportamento dos elementos químicos.

Por fim, conclui-se que a amostragem de solos é uma importante ferramenta para a exploração mineral e que a consideração dos tipos de solos, processos pedogenéticos e profundidades de amostragem deverão otimizar os resultados desta técnica.

O principal objetivo deste trabalho não foi apontar a potencialidade, nem delimitar áreas alvos para mineralizações, e sim de ratificar a importância de conhecer e considerar o solo como matriz amostral, considerando suas peculiaridades. Ou seja, para levantamentos geoquímicos em escala regional onde há a pesquisa de multielementos e substâncias minerais e diversidade de solos será impossível, ou contraproducente, adotar diferentes horizontes amostrais. Mas durante a interpretação destes dados, essa diversidade litológica deve ser considerada, separando, sempre que possível em populações distintas.

De outro modo, para pesquisas de detalhe, quando poucos tipos de solos serão abrangidos e a substância mineral definida, deve-se, através de estudos orientativos, definir o horizonte amostral que resulte numa melhor relação contraste/dispersão. Neste momento, deve-se identificar a fase mineral hospedeira do elemento alvo ou farejador, facilitando a escolha do horizonte amostral que concentre mais a fase mineral ou os metais, além de otimizar a relação contraste/dispersão geoquímica.

## REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, F.F.M. **O Craton do Sao Francisco**. *Revista Brasileira de Geociencias*, Sao Paulo, v.7, n.4, p. 349-364, 1977.
- ANAND, R.R. Weathering history, landscape evolution and implications for exploration. In: BUTT, C.R.M. *et al.* (Ed.). **Regolith expression of Australian ore systems**: a compilation of exploration case histories with conceptual dispersion, process and exploration models. Canberra, Australia: Cooperative Research Centre for Landscape Environments and Mineral Exploration (CRC LEME), 2005. Disponível em: <<http://crcleme.org.au/RegExpOre/2-weathering.pdf>>. Acesso em: 20 fev. 2014.
- ARAUJO, E.S. **Geoquímica multi-elementar de crostas e solos lateríticos da Amazônia oriental**. 1994. 360f. Tese (Doutorado) - Centro de Geociências, Universidade Federal do Pará, Belém, 1994.
- ARAUJO, M.S.B., SCHAEFER, C.E.; SAMPAIO, E.V.S.B. O processo de formação dos espodossolos e o transporte de fósforo associado. *Revista de Geografia*, Recife, v.23, n.3, p.54-66, 2006.
- BAHIA. Superintendência de Recursos Hídricos. **Plano Diretor de Recursos Hídricos**: Bacia do Rio Corrente. Salvador: Higesa, 1995. v.10. Documento síntese.
- BAHIA. Superintendência de Recursos Hídricos. **Plano Estadual de Recursos Hídricos**. Salvador: SRH, 2004. 1 CD-ROM.
- BARASKO, J.J. **Relationships between some elements in the rocks, soils and plants of the some mineralized areas of British Columbia**. 1967. 218p. Dissertação (Mestrado) - University of British Columbia, 1967.
- BIZZI, L.A. *et al.* Geologia, Tectônica e Recursos Minerais do Brasil: texto, mapas e SIG. Brasília: CPRM, 2003.
- BOMFIM, L.F.C. **Projeto Mapas Metalogenéticos e de Previsão de Recursos Minerais**: folha SD.23-X-C Santa Maria da Vitória. Escala 1:250.000. Salvador: CPRM, 1984. v.2. Convênio DNPM/CPRM.
- BRASIL. MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA. **Projeto Leste do Tocantins / Oeste do Rio São Francisco - Letos**: relatório final. Fase V. Rio de Janeiro: CPRM, 1976. v. 6. Convênio DNPM/CPRM; Executado pela PROSPEC.
- BRASIL. Ministério de Minas e Energia. Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral. **Plano Nacional de Mineração 2030**: geologia, mineração e transformação mineral. Brasília: MME, 2011. 158p.
- BUTT, C.R.M. A basis for geochemical exploration models for tropical terrains. *Chemical Geology*, v.60, n.1-4, p.5-16, 1987.
- BUTT, C.R.M.; LINTERN, M.J.; ANAND, R.R. Evolution of regoliths and landscapes in deeply weathered terrain: implications for geochemical exploration. In: GUBINS, A.G. (Ed.). **Proceedings of Exploration '97**. Fourth Decennial International Conference on Mineral Exploration. Toronto: Prospectors and Developers Association of Canada.
- CAMERON, E.M. Overview: principles and comparissons of leaches for deep exploration. In: CAMERON, E.M. (Ed.) **Deep-Penetrating Geochemistry Phase II**. Ontário: Canadian Mining Industry Research Organization (CAMIRO), 2001. Disponível em: <[https://www.appliedgeochemists.org/images/stories/Members%20Area/Deep\\_Penetrating\\_Geochemistry\\_Phase\\_II/Overview\\_Leach\\_Comparisons.pdf](https://www.appliedgeochemists.org/images/stories/Members%20Area/Deep_Penetrating_Geochemistry_Phase_II/Overview_Leach_Comparisons.pdf)>. Acesso em: 18 fev. 2014.
- CAMERON, E.M.; HAMILTON, S.; McCLENAGHAN, M.B. Cross Lake: geochemical data and interpretations on soil samples. In: CAMERON, E.M. (Ed.) **Deep-Penetrating**

- Geochemistry Phase II.** Ontário: Canadian Mining Industry Research Organization (CAMIRO), 2001. Disponível em: <[https://www.appliedgeochemists.org/images/stories/Members%20Area/Deep\\_Penetrating\\_Geochemistry\\_Phase\\_II/Cross\\_Lake\\_1.pdf](https://www.appliedgeochemists.org/images/stories/Members%20Area/Deep_Penetrating_Geochemistry_Phase_II/Cross_Lake_1.pdf)>. Acesso em: 20 fev. 2014.
- CAMPOS, J.E.G. & DARDENNE, M.A. Estratigrafia e Sedimentação da Bacia Sanfranciscana: uma revisão. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v.27, n.3, p.269-282, 1997.
- CARDOSO, J.C.P. **Geoquímica de superfície na área envolvente da mineralização do Salgadinho**: contribuição para o estudo das fases – suporte do Cu, Pb e Zn e para a otimização dos métodos de prospecção geoquímica. 1988. 146f. Dissertação (Mestrado em Geoquímica) - Universidade de Aveiro.
- CHITTAMART, N. The pedo-geochemistry of vertisols under tropical savana climate. **Geoderma**, v.159, n.3-4, p.304-316, 2010.
- CLARKE, F.W.; WASHINGTON H.S. **The composition of the Earth's crust**. Washington: USGS, 1924. (Professional Paper, 127).
- COOPER, J. *et al.* The future distribution and production of global phosphate rock reserves. **Resources, Conservation and Recycling**, v.57, p. 78-86, dec. 2011.
- CONCEIÇÃO FILHO, V.M. *et al.* **Bacia do São Francisco entre Santa Maria da Vitória e Iuiú, Bahia**: geologia e potencialidade econômica. Salvador: CBPM, 2003, 76p. (Série Arquivos Abertos, 18).
- COSTA, L.A.M. *et al.* **Projeto Leste do Tocantins/Oeste do Rio São Francisco**: relatório final. Rio de Janeiro: CPRM/DNPM, 1976. 12 v.
- EMBRAPA. **Manual de métodos de análise de solo**. Rio de Janeiro, 1997. 1v.
- ENZYME LEACH SERVICES FOR MINERAL EXPLORATION. **Leading edge technology for mapping subsurface geology and locating blind mineralization**. Disponível em: <<http://www.actlabsint.com/docs/Enzyme%20Leach%20Minerals%20PDF.pdf>>. Acesso em: 20 fev. 2014.
- FENG, J-L. Trace elements in ferromanganese concretions, gibbsite spots, and the surrounding Terra Rossa overlying dolomite: their mobilization, redistribution and fractionation. **Journal of Geochemical Exploration**, v.108, n.1, p.99-111, 2011.
- FERRARI, V. C. **Fosfatos primários e secundários nos perfis de intemperismo sobre os maciços alcalino-carbonatíticos de Juquiá (SP), Anitápolis (SC) e Tapira (MG)**. 2000. 208p. Tese (Doutorado) – Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.
- FLEISCHER, M. **Recent estimates of the abundances of the elements in the Earth's Crust**. Washington: USGS, 1953. (Geological Survey Circular, 285).
- GOLDSCHMIDT, V.M. The principles of distribution of chemical elements in minerals and rocks. **Journal of Chemical Society**, p.655-673, 1937.
- GOMES, A.S.R. **Modelagem Metalogenética das Mineralizações de Pb-Zn Hospedadas em Carbonatos Neoproterozóicos de Irecê (BA), Serra do Ramalho (BA) e Montalvânia (MG)**. 2005. 169f. Tese (Doutorado) – Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2005.
- GRAY, J.D. Partial leaches, selective extractions and mobile ions. In: HO, S.E.; JEFFRESS, G.; DAVIS, B. (Ed.). **Exploration geochemistry for the new millennium**. Perth, Australia: AIG, 1999. p.137-141. (AIG Bulletin, 30). Disponível em: <<http://aig.org.au/Publications/PDF/Bulletin%2030%20-%20Exploration%20Geochemistry%20for%20the%20New%20Millennium.pdf>>. Acesso em: 20 fev. 2014.

- HAMILTON, S.M. *et al.* Deep penetrating geochemistry - Cross Lake final report. In: CAMERON, E.M. (Ed.) ***Deep-Penetrating Geochemistry Phase II***. Ontário: Canadian Mining Industry Research Organization (CAMIRO), 2001. Disponível em: <[https://www.appliedgeochemists.org/images/stories/Members%20Area/Deep\\_Penetrating\\_Geochemistry\\_Phase\\_II/Cross\\_Lake\\_Final.pdf](https://www.appliedgeochemists.org/images/stories/Members%20Area/Deep_Penetrating_Geochemistry_Phase_II/Cross_Lake_Final.pdf)>. Acesso em: 20 fev. 2014.
- HAWKES, H.E. & WEBB, J. S. ***Geochemistry in mineral exploration***. New York: Harper & How, 1962. 415p.
- HAWKES, H.E. ***Principles of geochemical prospecting***. Washington: USGS, 1957. 355p.
- INÁCIO, M.; PEREIRA, V.; PINTO, M. The Soil Geochemical Atlas of Portugal: Overview and applications. ***Journal of Geochemical Exploration***, v.98, n.1-2, p.22-33, 2008.
- JASINSKI, S.M. ***Phosphate Rock***. Washington: USGS, 2010. Mineral Commodity Summaries. Disponível em: <[http://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/commodity/phosphate\\_rock/mcs-2010-phosp.pdf](http://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/commodity/phosphate_rock/mcs-2010-phosp.pdf)>. Acesso em: 06 nov. 2013.
- LAFUENTE, A.L. *et al.* Mobility of heavy metals in poorly developed carbonate soils in the Mediterranean region. ***Geoderma***, n. 145, p.238-244, 2008.
- LEVINSON, A.A. ***Introduction to exploration geochemistry***. Calgary: Applied Publishing, 1974. 612p.
- LICHT, O.A.B. A descoberta da Jazida Santa Maria (Zn, Pb, Cu) Rio Grande Do Sul - Brasil: um caso histórico de prospecção geoquímica. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 31., 1980, Camboriu. ***Anais...*** Camboriu: SBG, 1980. v.2, p.141-53
- LICHT, O.A.B. ***A geoquímica multielementar na gestão ambiental: identificação e caracterização de províncias geoquímicas naturais, alterações antrópicas da paisagem, áreas favoráveis à prospecção mineral e regiões de risco para a saúde no Estado do Paraná, Brasil***. 2001. 1 CD-ROM. Tese (Doutorado) - Faculdade de Geologia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2001.
- LICHT, O.A.B. ***Prospecção Geoquímica: princípios, técnicas e métodos***. Rio de Janeiro: CPRM, 1998. 216p.
- LICHT, O.A.B.; MELLO, C.S.B.; SILVA, C.R. (Ed.). ***Prospecção Geoquímica: depósitos minerais metálicos, não-metálicos, óleo e gás***. Rio de Janeiro: CPRM; Sociedade Brasileira de Geoquímica, 2007. 788 p.
- LINS, C.A.C. ***Manual técnico da área de geoquímica***. Recife: CPRM, 2010.
- MANN, A.W. *et al.* Vertical ionic migration: mechanisms, soil anomalies and sampling depth for mineral exploration. ***Geochemistry: Exploration, Environment, Analysis***, n.5, p.201-210, 2005.
- MARON, J.E.P. & BRITO, P.C.R. ***Projeto Geoquímica do Bambuí: levantamento regional - etapa II, Bahia. Relatório final***. Salvador: CPRM, 1980. v.2.
- MARQUES, J. J. *et al.* Trace elements in cerrado soils. ***Geoderma***, Amsterdã, v. 121, n. 1-2, p. 31-43, 2004.
- MATOS, A.T. *et al.* Mobility of heavy metals as related to soil chemical and mineralogical characteristics of Brazilian soils. ***Environmental Pollution***, v.111, n.3, p. 429-435, 2001.
- MINEROPAR - Minerais do Paraná S.A. ***Levantamento geoquímico multielementar do Estado do Paraná: geoquímica de solo; horizonte B. relatório final de projeto***. Curitiba: Mineropar, 2005. 2v.
- MISI, A. *et al.* Sediment hosted lead-zinc deposits of the Neoproterozoic Bambuí Group and correlative sequences, São Francisco Craton, Brazil: a review and a possible metallogenic evolution model. ***Ore Geology Reviews***, v.26, p.263-304, 2005.



- Monteiro, C. **Fosforitos do grupo Bambuí na Região de Campos belos (GO)/ Arraias (TO) na borda oeste do Cráton São Francisco**. 2009. 62f. Dissertação (Mestrado em Geologia) – Instituto de Geociências, Universidade de Brasília, Brasília, 2009.
- MOON, C.J.; WHATELEY, M.K.G.; EVANS, A.M. **Introduction to Mineral Exploration**. 2.ed. London: Blackwell Publishing, 2006. 481p.
- MORAES FILHO, J.C.R. (Org.). **Coribe, folha SD.23-X-C-V**: Estado da Bahia. Brasília: CPRM, 1997. 62p. Escala 1:100.000. Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil – PLGB.
- NARDI, L.V.S. & FORMOSO, M.L.L. Aspectos geoquímicos da Distribuição do Cobre em solo, aplicados a prospecção de mineralizações no escudo sul-rio-grandense. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 30., 1978, Recife. *Anais...* Recife, SBG, 1978. v.5, p.2087-2101.
- NASCIMENTO, E.J. **Alterações mineralógicas e distribuição de metais traços em perfis de argissolos desenvolvidos de argilitos e folhelhos na região de Piracicaba-SP**. 2007. 107f. Tese (Doutorado) – Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2007.
- OLIVEIRA, J.J.; GALBRAITH, J.H.; SIEFFERMANN, G.R. Caracterização do material originário dos solos de parte da quadrícula de Ibitiara como subsidio para estudos geoquímicos. *Revista Brasileira de Geociências*, São Paulo, v.3, n.2, p. 128-139, 1973.
- PALUMBO, B.; ANGELONE, M.; BELLANCA, A.; DAZZI, C.; HAUSER, S.; NERI, R.; WILSON, J. Influence of inheritance and pedogenesis on heavymetal distribution in soils of Sicily, Italy. *Geoderma*, v. 95, p. 247-266, 2000.
- PINTO, C.P.; MARTINS-NETO, M.A. **Bacia do São Francisco: geologia e recursos naturais**. Belo Horizonte: SBG, 2001. 349 p., p.139-160.
- REED, B.L.; MILLER, R.L. **Orientation Geochemical Soil Survey at the Nixon Fork Mines, Medfra Quadrangle, Alaska**. Washington: USGS, 1971. (Geological Survey Bulletin, 1312-K). Disponível em: <<http://pubs.usgs.gov/bul/1312k/report.pdf>>. Acesso em: 18 fev. 2014.
- REIS, C.. **Geologia, Sistemas Depositionais e Estratigrafia Isotópica do Grupo Bambuí na Região de Santa Maria da Vitória, Ba**. 2013. 97f. Dissertação (Mestrado em Geologia) – Instituto de Geociências, Universidade de Brasília, Brasília, 2013.
- ROCA, N. *et al.*. The relationship between WRB soil units and heavy metals content in soils of Catamarca (Argentina). *Journal of Geochemical Exploration*, n.96, p.77-85, 2008.
- ROSE, A.; HAWKES, H.; WEEB, J.S. **Geochemistry in mineral exploration**. 2.ed. London: Academic Press, 1979. 658p.
- SANCHES, A.L. *et al.*. As sucessões carbonáticas neoproterozóicas do Cráton do São Francisco e os depósitos de fosfato: correlações e fosfogênese. *Revista Brasileira de Geociências*, São Paulo, v.37, n.4, p.182-194, 2007.
- SANTOS, H.G. *et al.*. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3.ed. Brasília: Embrapa, 2013. 353 p.
- SILVA, R.B. Considerações sobre domínios metálicos de Pb, Zn e F do Brasil. *Revista do Instituto Geológico* (IGUSP), v.6, n.1/2, p.49-68, 1985.
- SIPOS, P. **Geochemical factors controlling the migration and immobilization of heavy metals as reflected by the study of soil profiles from the Cserhát Mts**. 2004. Tese (Doutorado) - Faculty of Science, Eötvös Loránd University, Budapest, 2004.
- SOCIÉTÉ GÉNÉRALE DE SURVEILLANCE – SGS. **Weak versus Strong Leachants**. Genebra, Suíça: SGS, 2008. (Technical Bulletin MMI TB 26). Disponível em:

- <<http://www.sgs.com/~media/Global/Documents/Technical%20Documents/SGS-MIN-MMITB26-Weak-Versus-Strong-Leachants-EN-11-10>>. Acesso em: 20 fev. 2014.
- SOCIÉTÉ GÉNÉRALE DE SURVEILLANCE – SGS. MMI™ *Geochemisry – overview*. Genebra, Suíça: SGS, 2013. (SGS MINERALS SERVICES – T3 SGS 183). Disponível em: <<http://www.sgs.com/~media/Global/Documents/Flyers%20and%20Leaflets/SGS-MIN-WA001-MMI-Overview-EN-11.pdf>>. Acesso em: 21 fev. 2014.
- SOUZA, J.D. *et al.*. **Carta Geologica do Brasil ao Milionesimo**: sistema de informações geográficas - SIG. Folha SD.23 Brasília. Brasília: CPRM, 2004. 1 CD-ROM. Programa Geologia do Brasil - PLGB.
- SUPERINTENDÊNCIA DE ESTUDOS ECONÔMICOS E SOCIAIS DA BAHIA. *Atributos climáticos do Estado da Bahia*. Salvador, 1998. 85p. (Série Estudos e Pesquisas, 38).
- TOLEDO, M.C.M. Os fosfatos aluminosos da série da crandallita: uma revisão. *Revista do Instituto Geológico* (IG USP), v.20, n.1-2, p.49-63, 1999.
- VIEILLARD, P.; TARDY, Y.; NAHON, D. Stability fields of clays and aluminum phosphates: paragêneses em lateritic weathering of argillaceous phosphatic sediments. *American Mineralogist*, v.64, p.626-634, 1979.
- WEBB, J.S. & THOMPSON, M. Analytical Requirements in Exploration Geochemistry. *Pure and Applied Chemistry*, v.49, n.10, p.1507-1518, 1977.
- WHITE, W.M. *Geochemistry*. Oxford: Blackwell-Wiley, 2005. 672p.
- ZEISSINK, H.E. Trace element behaviour in two nickeliferous laterite profiles. *Chemical Geology*, v.7, n.25, 1971

## **APÊNDICE A – DADOS ANALÍTICOS**

### Dados Analíticos dos Elementos Analisados nas Amostras de Solo no Horizonte A.

| PONTO    | Ag_ppm | Al_% | As_ppm | Au_ppm | B_ppm | Ba_ppm | Be_ppm | Bi_ppm | Ca_% | Cd_ppm | Ce_ppm | Co_ppm | Cr_ppm | Cs_ppm | Cu_ppm | Fe_% | Ga_ppm | Ge_ppm | Hf_ppm | Hg_ppm | In_ppm | K_%   | La_ppm | Li_ppm | Mg_%  | Mn_ppm  | Mo_ppm |
|----------|--------|------|--------|--------|-------|--------|--------|--------|------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|--------|--------|-------|---------|--------|
| CC-L-320 | <0,01  | 0,59 | 4,00   | <0,1   | <10   | 36,00  | 0,40   | 0,13   | 0,06 | 0,06   | 52,81  | 10,00  | 19,00  | 0,87   | 18,50  | 2,11 | 4,10   | <0,1   | 0,07   | 0,01   | 0,03   | 0,03  | 8,30   | 1,00   | 0,02  | 888,00  | 0,70   |
| CC-L-321 | <0,01  | 0,66 | 3,00   | <0,1   | <10   | 37,00  | 0,70   | 0,09   | 0,10 | 0,09   | 33,42  | 10,70  | 10,00  | 0,97   | 18,50  | 1,04 | 3,60   | <0,1   | 0,18   | <0,01  | 0,03   | 0,03  | 7,20   | 4,00   | 0,02  | 546,00  | 0,22   |
| CC-L-322 | <0,01  | 0,98 | 11,00  | <0,1   | <10   | 66,00  | 2,20   | 0,28   | 0,16 | 0,11   | 53,12  | 16,50  | 45,00  | 1,17   | 28,20  | 4,01 | 8,80   | <0,1   | 0,14   | <0,01  | 0,05   | 0,04  | 17,50  | 7,00   | 0,03  | 1193,00 | 0,37   |
| CC-L-323 | <0,01  | 1,44 | 9,00   | <0,1   | <10   | 91,00  | 2,70   | 0,32   | 0,22 | 0,11   | 46,38  | 10,90  | 38,00  | 0,64   | 26,40  | 4,02 | 9,60   | <0,1   | 0,14   | <0,01  | 0,05   | 0,10  | 20,40  | 14,00  | 0,06  | 1154,00 | 0,40   |
| CC-L-324 | <0,01  | 0,98 | 4,00   | <0,1   | <10   | 91,00  | 2,20   | 0,25   | 0,18 | 0,04   | 54,20  | 11,00  | 32,00  | 0,51   | 18,40  | 3,15 | 6,40   | <0,1   | 0,14   | <0,01  | 0,04   | 0,09  | 40,20  | 12,00  | 0,05  | 694,00  | 0,42   |
| CC-L-325 | <0,01  | 1,10 | 3,00   | <0,1   | <10   | 82,00  | 4,10   | 0,22   | 0,33 | 0,10   | 60,94  | 14,40  | 32,00  | 0,83   | 19,00  | 2,93 | 6,10   | <0,1   | 0,18   | <0,01  | 0,03   | 0,10  | 43,40  | 9,00   | 0,07  | 1022,00 | 0,24   |
| CC-L-326 | <0,01  | 1,15 | 3,00   | <0,1   | <10   | 304,00 | 1,70   | 0,08   | 0,15 | 0,08   | 83,05  | 15,00  | 51,00  | 1,65   | 15,60  | 3,38 | 7,70   | <0,1   | 0,12   | <0,01  | 0,03   | 0,09  | 41,80  | 4,00   | 0,07  | 994,00  | 1,05   |
| CC-L-327 | <0,01  | 0,39 | 3,00   | <0,1   | <10   | 33,00  | 0,90   | 0,09   | 0,06 | 0,09   | 47,92  | 15,70  | 15,00  | 0,95   | 18,00  | 1,28 | 2,70   | <0,1   | 0,08   | 0,01   | <0,02  | 0,02  | 8,50   | 2,00   | 0,01  | 805,00  | 0,39   |
| CC-L-328 | <0,01  | 0,66 | 4,00   | <0,1   | <10   | 39,00  | 1,00   | 0,24   | 0,16 | 0,11   | 38,93  | 21,00  | 26,00  | 0,96   | 8,20   | 2,68 | 5,70   | <0,1   | 0,09   | <0,01  | 0,03   | 0,05  | 35,50  | 4,00   | 0,02  | 909,00  | 0,59   |
| CC-L-329 | <0,01  | 1,02 | 3,00   | <0,1   | <10   | 233,00 | 1,40   | 0,14   | 0,14 | 0,05   | 87,27  | 14,00  | 35,00  | 1,31   | 11,80  | 3,54 | 9,60   | <0,1   | 0,10   | 0,01   | 0,04   | 0,07  | 130,80 | 4,00   | 0,05  | 1227,00 | 0,53   |
| CC-L-330 | <0,01  | 0,82 | 3,00   | <0,1   | <10   | 113,00 | 4,10   | 0,24   | 0,14 | 0,16   | 48,41  | 39,00  | 27,00  | 2,00   | 9,00   | 3,45 | 6,20   | <0,1   | 0,08   | 0,04   | 0,04   | 0,02  | 23,30  | 4,00   | 0,03  | 2477,00 | 0,62   |
| CC-L-331 | <0,01  | 0,49 | 2,00   | <0,1   | <10   | 25,00  | 0,30   | 0,14   | 0,09 | 0,07   | 29,35  | 5,00   | 11,00  | 0,58   | 10,80  | 0,94 | 3,60   | <0,1   | 0,12   | 0,01   | 0,02   | 0,03  | 18,50  | 2,00   | 0,02  | 817,00  | 0,37   |
| CC-L-332 | <0,01  | 0,73 | 3,00   | <0,1   | <10   | 80,00  | 1,60   | 0,29   | 0,05 | 0,16   | 49,85  | 32,50  | 18,00  | 2,25   | 11,90  | 3,70 | 6,60   | <0,1   | 0,19   | 0,01   | 0,05   | 0,01  | 33,30  | 3,00   | 0,02  | 2784,00 | 0,67   |
| CC-L-333 | <0,01  | 0,62 | <1     | <0,1   | <10   | 32,00  | 0,80   | 0,21   | 0,09 | 0,06   | 73,49  | 14,80  | 14,00  | 2,39   | 16,00  | 1,90 | 5,70   | <0,1   | 0,06   | 0,01   | 0,03   | 0,01  | 27,50  | 2,00   | 0,02  | 1131,00 | 0,58   |
| CC-L-334 | <0,01  | 0,91 | 4,00   | <0,1   | <10   | 28,00  | 0,40   | 0,32   | 0,06 | 0,04   | 72,64  | 17,00  | 23,00  | 2,44   | 13,70  | 2,86 | 9,60   | <0,1   | 0,17   | 0,01   | 0,05   | 0,01  | 42,70  | 2,00   | 0,02  | 913,00  | 0,84   |
| CC-L-335 | <0,01  | 0,66 | 3,00   | <0,1   | <10   | 19,00  | 1,20   | 0,27   | 0,06 | 0,05   | 42,10  | 12,60  | 24,00  | 1,34   | 8,90   | 2,74 | 6,10   | <0,1   | 0,11   | 0,01   | 0,04   | 0,01  | 25,40  | 4,00   | 0,01  | 710,00  | 0,48   |
| CC-L-336 | <0,01  | 1,47 | 6,00   | <0,1   | <10   | 60,00  | 1,50   | 0,31   | 0,27 | 0,07   | 39,16  | 6,10   | 31,00  | 1,17   | 26,40  | 3,46 | 9,70   | <0,1   | 0,18   | 0,01   | 0,06   | 0,08  | 16,50  | 9,00   | 0,04  | 1148,00 | 0,84   |
| CC-L-337 | <0,01  | 0,77 | 5,00   | <0,1   | <10   | 23,00  | 0,20   | 0,26   | 0,03 | 0,02   | 62,57  | 9,20   | 33,00  | 2,00   | 10,20  | 3,10 | 10,10  | <0,1   | 0,21   | 0,01   | 0,04   | <0,01 | 35,40  | <1     | <0,01 | 424,00  | 0,98   |
| CC-L-338 | <0,01  | 1,52 | 7,00   | <0,1   | <10   | 105,00 | 1,90   | 0,31   | 0,34 | 0,04   | 56,73  | 10,60  | 34,00  | 1,60   | 23,20  | 3,70 | 7,50   | <0,1   | 0,18   | <0,01  | 0,04   | 0,17  | 33,30  | 14,00  | 0,18  | 541,00  | 0,48   |
| CC-L-339 | <0,01  | 0,54 | 1,00   | <0,1   | <10   | 17,00  | 0,30   | 0,14   | 0,06 | 0,07   | 23,51  | 3,80   | 14,00  | 0,91   | 7,80   | 1,49 | 4,10   | <0,1   | <0,05  | 0,01   | 0,03   | 0,01  | 12,90  | 1,00   | 0,02  | 722,00  | 0,41   |
| CC-L-340 | <0,01  | 0,75 | 7,00   | <0,1   | <10   | 43,00  | 0,80   | 0,28   | 0,08 | 0,04   | 33,17  | 7,60   | 29,00  | 1,45   | 11,60  | 3,10 | 7,30   | <0,1   | 0,07   | 0,01   | 0,04   | 0,03  | 5,00   | 3,00   | 0,02  | 584,00  | 0,70   |
| CC-L-341 | <0,01  | 0,47 | 2,00   | <0,1   | <10   | 20,00  | 0,20   | 0,15   | 0,06 | 0,02   | 22,01  | 3,20   | 17,00  | 0,49   | 7,50   | 1,23 | 4,30   | <0,1   | 0,11   | 0,01   | 0,03   | 0,02  | 9,00   | 2,00   | 0,01  | 197,00  | 0,37   |
| CC-L-342 | <0,01  | 1,03 | 8,00   | <0,1   | <10   | 105,00 | 1,60   | 0,23   | 0,22 | 0,06   | 44,95  | 12,80  | 23,00  | 0,89   | 21,10  | 3,03 | 6,80   | <0,1   | 0,09   | <0,01  | 0,03   | 0,06  | 26,20  | 9,00   | 0,05  | 1031,00 | 0,50   |
| CC-L-343 | <0,01  | 1,64 | 10,00  | <0,1   | <10   | 67,00  | 2,40   | 0,34   | 0,30 | 0,03   | 78,63  | 13,30  | 37,00  | 0,96   | 22,20  | 3,79 | 9,10   | <0,1   | 0,13   | <0,01  | 0,05   | 0,08  | 35,40  | 23,00  | 0,11  | 225,00  | 0,26   |
| CC-L-344 | <0,01  | 1,30 | 5,00   | <0,1   | <10   | 77,00  | 1,40   | 0,28   | 0,18 | 0,05   | 77,49  | 19,60  | 27,00  | 1,24   | 26,40  | 3,38 | 5,90   | <0,1   | 0,16   | 0,01   | 0,03   | 0,15  | 37,80  | 21,00  | 0,26  | 801,00  | 0,36   |
| CC-L-345 | <0,01  | 0,89 | 8,00   | <0,1   | <10   | 33,00  | 1,20   | 0,24   | 0,15 | 0,07   | 65,36  | 13,50  | 24,00  | 1,11   | 17,00  | 2,83 | 6,10   | <0,1   | 0,08   | 0,01   | 0,04   | 0,05  | 34,80  | 11,00  | 0,03  | 320,00  | 0,71   |
| CC-L-346 | <0,01  | 1,32 | 9,00   | <0,1   | <10   | 55,00  | 2,30   | 0,37   | 0,20 | 0,06   | 87,75  | 12,10  | 38,00  | 1,50   | 23,30  | 3,69 | 8,60   | <0,1   | 0,10   | <0,01  | 0,04   | 0,06  | 57,10  | 35,00  | 0,09  | 354,00  | 0,61   |
| CC-L-347 | <0,01  | 1,36 | 7,00   | <0,1   | <10   | 86,00  | 1,70   | 0,32   | 0,19 | 0,06   | 59,78  | 10,80  | 32,00  | 1,21   | 23,60  | 3,53 | 6,50   | <0,1   | 0,12   | <0,01  | 0,03   | 0,16  | 35,70  | 17,00  | 0,20  | 521,00  | 0,28   |
| CC-L-348 | <0,01  | 1,34 | 9,00   | <0,1   | <10   | 75,00  | 2,00   | 0,37   | 0,23 | 0,07   | 49,72  | 12,60  | 46,00  | 0,84   | 22,90  | 4,71 | 9,60   | <0,1   | 0,11   | <0,01  | 0,05   | 0,11  | 41,40  | 13,00  | 0,05  | 905,00  | 0,47   |
| CC-L-349 | <0,01  | 1,48 | 2,00   | <0,1   | <10   | 69,00  | 0,80   | 0,27   | 0,12 | 0,05   | 57,68  | 9,20   | 24,00  | 2,84   | 30,90  | 2,61 | 5,10   | <0,1   | 0,13   | <0,01  | 0,03   | 0,17  | 28,30  | 26,00  | 0,62  | 312,00  | 0,41   |
| CC-L-350 | <0,01  | 1,35 | 9,00   | <0,1   | <10   | 123,00 | 2,00   | 0,34   | 0,32 | 0,07   | 64,54  | 16,00  | 34,00  | 0,73   | 22,30  | 3,95 | 7,60   | <0,1   | 0,12   | <0,01  | 0,03   | 0,17  | 51,40  | 14,00  | 0,10  | 1032,00 | 0,42   |
| CC-L-351 | <0,01  | 0,80 | 4,00   | <0,1   | <10   | 39,00  | 1,50   | 0,28   | 0,11 | 0,03   | 92,56  | 28,00  | 28,00  | 0,99   | 23,10  | 3,02 | 7,80   | <0,1   | 0,07   | 0,01   | 0,04   | 0,04  | 76,70  | 2,00   | 0,01  | 560,00  | 0,57   |
| CC-L-352 | <0,01  | 0,92 | 8,00   | <0,1   | <10   | 40,00  | 1,00   | 0,29   | 0,13 | 0,09   | 86,22  | 19,50  | 29,00  | 0,89   | 18,30  | 3,22 | 7,30   | <0,1   | 0,08   | 0,01   | 0,04   | 0,06  | 49,60  | 11,00  | 0,04  | 825,00  | 0,80   |
| CC-L-353 | <0,01  | 1,87 | 9,00   | <0,1   | <10   | 130,00 | 2,20   | 0,44   | 0,42 | 0,03   | 61,42  | 10,60  | 44,00  | 0,93   | 29,80  | 4,69 | 10,00  | <0,1   | 0,13   | 0,01   | 0,05   | 0,11  | 35,70  | 23,00  | 0,12  | 213,00  | 0,44   |
| CC-L-354 | <0,01  | 1,80 | 12,00  | <0,1   | <10   | 82,00  | 2,40   | 0,46   | 0,43 | 0,11   | 70,87  | 14,90  | 47,00  | 0,69   | 29,30  | 4,64 | 8,80   | <0,1   | 0,16   | <0,01  | 0,05   | 0,21  | 37,10  | 47,00  | 0,16  | 974,00  | 0,39   |

|          |       |      |       |      |     |        |      |      |      |       |       |       |       |      |       |      |       |      |       |       |       |      |       |       |       |         |      |
|----------|-------|------|-------|------|-----|--------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|------|-------|------|-------|------|-------|-------|-------|------|-------|-------|-------|---------|------|
| CC-L-355 | <0,01 | 0,99 | 6,00  | <0,1 | <10 | 53,00  | 1,90 | 0,29 | 0,16 | 0,02  | 58,36 | 5,00  | 27,00 | 0,72 | 15,20 | 2,61 | 6,10  | <0,1 | 0,08  | <0,01 | 0,02  | 0,08 | 43,80 | 7,00  | 0,05  | 207,00  | 0,41 |
| CC-L-356 | <0,01 | 0,78 | 9,00  | <0,1 | <10 | 28,00  | 1,30 | 0,26 | 0,09 | 0,06  | 78,33 | 33,90 | 29,00 | 1,69 | 20,10 | 3,22 | 8,20  | <0,1 | 0,06  | 0,01  | 0,04  | 0,04 | 72,90 | 4,00  | 0,02  | 546,00  | 0,54 |
| CC-L-357 | <0,01 | 2,29 | 12,00 | <0,1 | <10 | 140,00 | 2,20 | 0,38 | 2,86 | 0,09  | 50,02 | 7,20  | 46,00 | 0,95 | 17,20 | 3,85 | 8,50  | <0,1 | 0,14  | <0,01 | 0,04  | 0,13 | 26,20 | 78,00 | 0,43  | 262,00  | 0,23 |
| CC-L-358 | <0,01 | 1,81 | 15,00 | <0,1 | <10 | 66,00  | 2,70 | 0,46 | 0,31 | 0,06  | 71,59 | 11,60 | 47,00 | 0,92 | 28,00 | 5,14 | 11,80 | <0,1 | 0,13  | <0,01 | 0,06  | 0,08 | 36,80 | 13,00 | 0,04  | 301,00  | 0,33 |
| CC-L-359 | <0,01 | 1,45 | 8,00  | <0,1 | <10 | 85,00  | 1,70 | 0,31 | 0,26 | 0,05  | 54,40 | 12,70 | 39,00 | 0,84 | 23,90 | 4,03 | 6,60  | <0,1 | 0,14  | <0,01 | 0,03  | 0,14 | 32,20 | 18,00 | 0,13  | 756,00  | 0,30 |
| CC-L-360 | <0,01 | 1,19 | 4,00  | <0,1 | <10 | 98,00  | 1,30 | 0,24 | 0,15 | 0,06  | 59,20 | 9,60  | 25,00 | 1,11 | 22,00 | 2,85 | 6,20  | <0,1 | 0,11  | <0,01 | 0,03  | 0,10 | 46,90 | 23,00 | 0,18  | 414,00  | 0,43 |
| CC-L-361 | <0,01 | 0,96 | 3,00  | <0,1 | <10 | 61,00  | 0,70 | 0,17 | 0,08 | 0,03  | 78,31 | 6,00  | 16,00 | 1,12 | 12,40 | 1,96 | 5,30  | <0,1 | 0,08  | <0,01 | 0,02  | 0,08 | 27,70 | 5,00  | 0,05  | 203,00  | 0,44 |
| CC-L-362 | <0,01 | 0,29 | 1,00  | <0,1 | <10 | 9,00   | <0,1 | 0,07 | 0,04 | <0,01 | 27,18 | 1,80  | 7,00  | 0,40 | 3,60  | 0,53 | 2,30  | <0,1 | <0,05 | <0,01 | <0,02 | 0,01 | 10,90 | 1,00  | <0,01 | 159,00  | 0,23 |
| CC-L-363 | <0,01 | 1,12 | <1    | <0,1 | <10 | 103,00 | 4,00 | 0,15 | 0,37 | 0,07  | 67,42 | 11,20 | 30,00 | 0,70 | 9,70  | 2,05 | 4,90  | <0,1 | 0,14  | <0,01 | 0,02  | 0,11 | 29,10 | 11,00 | 0,07  | 329,00  | 0,16 |
| CC-L-364 | <0,01 | 0,83 | 5,00  | <0,1 | <10 | 85,00  | 0,80 | 0,17 | 0,09 | 0,06  | 51,70 | 16,00 | 23,00 | 1,30 | 3,80  | 2,71 | 6,40  | <0,1 | 0,09  | <0,01 | 0,03  | 0,05 | 27,00 | 4,00  | 0,03  | 1554,00 | 0,55 |
| CC-L-365 | <0,01 | 0,58 | <1    | <0,1 | <10 | 27,00  | 0,50 | 0,17 | 0,07 | 0,05  | 37,01 | 6,70  | 18,00 | 1,16 | 12,20 | 1,77 | 5,70  | <0,1 | 0,07  | 0,01  | 0,03  | 0,02 | 22,00 | 2,00  | 0,01  | 1198,00 | 0,55 |
| CC-L-366 | <0,01 | 0,59 | 5,00  | <0,1 | <10 | 40,00  | 1,60 | 0,15 | 0,16 | 0,05  | 36,33 | 11,10 | 18,00 | 1,20 | 10,00 | 2,31 | 4,30  | <0,1 | 0,08  | <0,01 | 0,03  | 0,04 | 23,00 | 4,00  | 0,04  | 510,00  | 0,93 |
| CC-L-367 | <0,01 | 1,89 | 7,00  | <0,1 | <10 | 83,00  | 1,70 | 0,33 | 0,48 | 0,09  | 62,45 | 15,20 | 38,00 | 1,55 | 27,60 | 4,39 | 7,20  | <0,1 | 0,15  | <0,01 | 0,03  | 0,28 | 32,20 | 30,00 | 0,41  | 702,00  | 0,39 |

| PONTO    | Na_%  | Nb_ppm | Ni_ppm | P_ppm   | Pb_ppm | Rb_ppm | Re_ppb | S_%   | Sb_ppm | Sc_ppm | Se_ppm | Sn_ppm | Sr_ppm | Ta_ppm | Te_ppm | Th_ppm | Ti_%  | U_ppm | V_ppm  | W_ppm | Y_ppm | Zn_ppm | Zr_ppm |
|----------|-------|--------|--------|---------|--------|--------|--------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|-------|--------|-------|-------|--------|--------|
| CC-L-320 | <0,01 | 0,75   | 8,80   | 262,00  | 12,20  | 6,30   | <0,1   | 0,01  | 0,30   | 8,80   | 2,00   | 2,30   | 7,80   | <0,05  | <0,05  | 3,30   | 0,02  | 0,70  | 64,00  | 0,20  | 53,19 | 17,00  | 2,70   |
| CC-L-321 | <0,01 | 21,02  | 9,90   | 471,00  | 8,70   | 9,50   | <0,1   | 0,01  | 0,09   | 8,00   | 1,00   | 19,60  | 19,80  | 0,09   | <0,05  | 2,40   | <0,01 | 0,62  | 22,00  | 2,50  | 34,05 | 19,00  | 4,10   |
| CC-L-322 | <0,01 | 0,80   | 21,40  | 533,00  | 19,60  | 15,10  | <0,1   | 0,01  | 0,51   | 9,20   | 1,00   | 2,70   | 10,00  | <0,05  | 0,05   | 4,90   | 0,02  | 0,56  | 117,00 | 0,30  | 34,40 | 29,00  | 5,20   |
| CC-L-323 | <0,01 | 0,50   | 17,60  | 1084,00 | 25,70  | 18,80  | <0,1   | 0,02  | 0,38   | 8,90   | 1,00   | 2,50   | 86,20  | <0,05  | <0,05  | 6,10   | 0,01  | 0,72  | 59,00  | 0,10  | 29,83 | 56,00  | 5,60   |
| CC-L-324 | <0,01 | 1,01   | 12,40  | 471,00  | 11,80  | 13,30  | <0,1   | 0,02  | 0,25   | 6,80   | 2,00   | 1,80   | 7,70   | <0,05  | <0,05  | 4,60   | 0,01  | 0,33  | 36,00  | 0,10  | 30,76 | 29,00  | 4,70   |
| CC-L-325 | <0,01 | 0,47   | 17,30  | 467,00  | 12,30  | 13,80  | <0,1   | 0,03  | 0,36   | 6,80   | 2,00   | 1,80   | 5,70   | <0,05  | <0,05  | 4,00   | <0,01 | 0,39  | 41,00  | 0,10  | 36,63 | 23,00  | 5,80   |
| CC-L-326 | <0,01 | 0,65   | 21,10  | 715,00  | 13,10  | 23,30  | <0,1   | 0,02  | 0,18   | 8,60   | 2,00   | 6,20   | 25,20  | <0,05  | <0,05  | 7,40   | 0,02  | 0,65  | 69,00  | 0,10  | 34,11 | 17,00  | 2,50   |
| CC-L-327 | <0,01 | 0,29   | 11,40  | 243,00  | 11,30  | 7,50   | <0,1   | <0,01 | 0,18   | 5,70   | 1,00   | 1,50   | 3,20   | <0,05  | <0,05  | 2,30   | <0,01 | 0,26  | 36,00  | <0,1  | 46,22 | 21,00  | 2,10   |
| CC-L-328 | <0,01 | 0,72   | 13,80  | 239,00  | 12,30  | 11,10  | <0,1   | 0,01  | 0,32   | 5,80   | 2,00   | 2,30   | 3,10   | <0,05  | <0,05  | 5,20   | 0,02  | 0,15  | 58,00  | 0,20  | 26,47 | 17,00  | 4,10   |
| CC-L-329 | <0,01 | 1,01   | 11,80  | 371,00  | 13,40  | 20,90  | <0,1   | 0,02  | 0,28   | 6,40   | 2,00   | 3,40   | 11,20  | <0,05  | <0,05  | 12,30  | 0,04  | 0,59  | 58,00  | 0,20  | 33,50 | 24,00  | 3,90   |
| CC-L-330 | <0,01 | 0,86   | 14,80  | 187,00  | 9,30   | 9,70   | <0,1   | <0,01 | 0,29   | 7,40   | 2,00   | 2,60   | 2,30   | <0,05  | <0,05  | 7,80   | 0,02  | 0,20  | 67,00  | 0,20  | 26,29 | 20,00  | 4,50   |
| CC-L-331 | <0,01 | 0,16   | 6,10   | 237,00  | 8,10   | 10,50  | <0,1   | <0,01 | 0,12   | 2,80   | <1     | 1,60   | 2,90   | <0,05  | <0,05  | 2,30   | <0,01 | 0,27  | 34,00  | <0,1  | 13,68 | 17,00  | 2,60   |
| CC-L-332 | <0,01 | 1,26   | 21,60  | 121,00  | 7,80   | 8,30   | <0,1   | <0,01 | 0,42   | 7,90   | 2,00   | 3,10   | 1,10   | <0,05  | 0,10   | 9,50   | 0,03  | 0,54  | 87,00  | 0,30  | 42,14 | 25,00  | 11,10  |
| CC-L-333 | <0,01 | 0,45   | 8,40   | 231,00  | 10,40  | 10,60  | <0,1   | <0,01 | 0,24   | 6,00   | 1,00   | 2,50   | 1,80   | <0,05  | 0,06   | 5,50   | 0,01  | 0,39  | 65,00  | 0,20  | 40,59 | 21,00  | 2,50   |
| CC-L-334 | <0,01 | 0,72   | 5,40   | 126,00  | 21,50  | 8,20   | <0,1   | <0,01 | 0,41   | 10,00  | 2,00   | 3,40   | 1,60   | <0,05  | <0,05  | 9,60   | 0,02  | 0,89  | 81,00  | 0,30  | 39,09 | 10,00  | 9,40   |
| CC-L-335 | <0,01 | 0,78   | 8,10   | 152,00  | 13,50  | 5,30   | <0,1   | <0,01 | 0,35   | 6,90   | <1     | 2,90   | 0,90   | <0,05  | <0,05  | 8,00   | 0,02  | 0,15  | 73,00  | 0,30  | 21,21 | 10,00  | 6,90   |
| CC-L-336 | <0,01 | 0,41   | 14,30  | 1235,00 | 16,60  | 20,40  | <0,1   | 0,02  | 0,32   | 8,10   | <1     | 2,70   | 109,00 | <0,05  | <0,05  | 4,70   | 0,01  | 0,77  | 62,00  | 0,20  | 22,23 | 61,00  | 6,70   |
| CC-L-337 | <0,01 | 0,72   | 6,60   | 144,00  | 14,60  | 4,50   | <0,1   | <0,01 | 0,40   | 7,60   | <1     | 2,90   | 1,10   | <0,05  | 0,08   | 7,80   | 0,02  | 0,56  | 97,00  | 0,30  | 26,61 | 11,00  | 11,60  |
| CC-L-338 | <0,01 | 0,41   | 26,00  | 582,00  | 16,90  | 25,70  | <0,1   | 0,02  | 0,45   | 6,50   | <1     | 2,10   | 22,40  | <0,05  | 0,07   | 5,80   | <0,01 | 0,85  | 52,00  | 0,20  | 19,27 | 54,00  | 6,70   |
| CC-L-339 | <0,01 | 0,19   | 5,70   | 158,00  | 8,80   | 9,10   | <0,1   | <0,01 | 0,16   | 3,50   | <1     | 1,70   | 2,00   | <0,05  | <0,05  | 3,60   | <0,01 | 0,13  | 44,00  | <0,1  | 13,68 | 11,00  | 2,30   |
| CC-L-340 | <0,01 | 0,70   | 9,60   | 336,00  | 15,70  | 9,70   | <0,1   | <0,01 | 0,56   | 6,10   | <1     | 2,70   | 10,60  | <0,05  | <0,05  | 5,40   | 0,02  | 0,75  | 80,00  | 0,30  | 14,77 | 15,00  | 3,10   |
| CC-L-341 | <0,01 | 0,21   | 3,60   | 93,00   | 8,60   | 5,90   | <0,1   | <0,01 | 0,19   | 3,00   | <1     | 1,60   | 3,70   | <0,05  | <0,05  | 4,50   | <0,01 | 0,14  | 50,00  | <0,1  | 6,65  | 10,00  | 6,30   |
| CC-L-342 | <0,01 | 0,34   | 20,00  | 391,00  | 13,90  | 14,80  | <0,1   | <0,01 | 0,38   | 5,30   | <1     | 2,00   | 12,90  | <0,05  | <0,05  | 4,70   | <0,01 | 0,69  | 51,00  | 0,10  | 17,73 | 33,00  | 4,00   |
| CC-L-343 | <0,01 | 0,39   | 17,10  | 175,00  | 20,30  | 16,80  | <0,1   | 0,02  | 0,26   | 9,40   | <1     | 2,20   | 21,60  | <0,05  | <0,05  | 7,10   | <0,01 | 0,99  | 58,00  | 0,10  | 27,50 | 22,00  | 6,50   |
| CC-L-344 | <0,01 | 0,26   | 27,00  | 523,00  | 19,70  | 17,70  | <0,1   | 0,02  | 0,46   | 4,10   | 2,00   | 1,40   | 14,60  | <0,05  | <0,05  | 3,90   | <0,01 | 0,49  | 30,00  | <0,1  | 18,87 | 56,00  | 5,60   |
| CC-L-345 | <0,01 | 0,56   | 14,10  | 139,00  | 18,00  | 12,40  | <0,1   | 0,01  | 0,36   | 9,10   | <1     | 2,00   | 6,70   | <0,05  | <0,05  | 5,30   | 0,02  | 0,46  | 70,00  | 0,20  | 24,63 | 19,00  | 4,30   |
| CC-L-346 | <0,01 | 0,63   | 16,60  | 247,00  | 23,80  | 21,90  | <0,1   | 0,02  | 0,33   | 9,50   | <1     | 2,40   | 12,00  | <0,05  | 0,07   | 6,60   | 0,01  | 0,55  | 63,00  | 0,20  | 37,68 | 28,00  | 4,00   |
| CC-L-347 | <0,01 | 0,34   | 20,60  | 440,00  | 18,10  | 20,70  | <0,1   | 0,01  | 0,46   | 5,20   | <1     | 1,80   | 9,00   | <0,05  | <0,05  | 4,70   | <0,01 | 0,47  | 41,00  | <0,1  | 19,13 | 49,00  | 5,50   |
| CC-L-348 | <0,01 | 0,55   | 16,10  | 416,00  | 22,00  | 19,00  | <0,1   | 0,01  | 0,72   | 8,00   | <1     | 2,50   | 3,40   | <0,05  | 0,05   | 5,80   | 0,02  | 0,42  | 78,00  | 0,30  | 21,68 | 34,00  | 4,90   |
| CC-L-349 | <0,01 | 0,71   | 24,10  | 301,00  | 8,90   | 18,60  | <0,1   | 0,01  | 0,23   | 4,10   | <1     | 1,50   | 4,20   | <0,05  | <0,05  | 4,50   | <0,01 | 0,40  | 25,00  | <0,1  | 11,81 | 59,00  | 3,90   |
| CC-L-350 | <0,01 | 0,26   | 24,90  | 316,00  | 20,00  | 17,90  | <0,1   | 0,02  | 0,52   | 5,70   | <1     | 1,80   | 14,20  | <0,05  | <0,05  | 5,50   | <0,01 | 0,39  | 46,00  | 0,10  | 28,46 | 41,00  | 4,70   |
| CC-L-351 | <0,01 | 0,55   | 23,30  | 141,00  | 17,60  | 12,00  | <0,1   | 0,01  | 0,32   | 14,60  | 2,00   | 2,10   | 5,20   | <0,05  | <0,05  | 5,20   | 0,01  | 0,95  | 66,00  | 0,20  | 51,10 | 28,00  | 3,10   |
| CC-L-352 | <0,01 | 0,52   | 17,20  | 234,00  | 22,30  | 13,60  | <0,1   | 0,01  | 0,34   | 8,50   | 2,00   | 2,20   | 10,00  | <0,05  | 0,06   | 4,10   | 0,01  | 0,53  | 73,00  | 0,30  | 44,57 | 35,00  | 2,50   |
| CC-L-353 | <0,01 | 0,35   | 24,90  | 168,00  | 19,50  | 19,20  | <0,1   | 0,01  | 0,49   | 7,20   | <1     | 2,30   | 26,10  | <0,05  | <0,05  | 7,30   | <0,01 | 0,49  | 63,00  | 0,10  | 19,98 | 44,00  | 7,10   |
| CC-L-354 | <0,01 | 0,48   | 25,40  | 512,00  | 26,50  | 22,60  | <0,1   | 0,02  | 0,41   | 6,60   | <1     | 2,60   | 30,30  | <0,05  | <0,05  | 4,40   | 0,01  | 0,34  | 57,00  | 0,20  | 25,26 | 62,00  | 4,90   |

|          |       |      |       |        |       |       |      |       |      |      |      |      |       |       |       |       |       |      |       |      |       |       |      |
|----------|-------|------|-------|--------|-------|-------|------|-------|------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------|------|-------|-------|------|
| CC-L-355 | <0,01 | 0,24 | 11,20 | 161,00 | 16,10 | 14,50 | <0,1 | 0,01  | 0,23 | 6,60 | <1   | 1,70 | 12,10 | <0,05 | <0,05 | 5,90  | <0,01 | 0,51 | 41,00 | 0,10 | 24,14 | 17,00 | 3,10 |
| CC-L-356 | <0,01 | 0,70 | 15,70 | 162,00 | 17,80 | 11,20 | <0,1 | 0,01  | 0,35 | 8,20 | 2,00 | 2,30 | 3,50  | <0,05 | 0,07  | 5,50  | 0,02  | 0,52 | 68,00 | 0,20 | 44,60 | 19,00 | 2,70 |
| CC-L-357 | <0,01 | 0,35 | 17,30 | 376,00 | 19,50 | 17,70 | <0,1 | 0,02  | 0,20 | 5,50 | <1   | 2,20 | 49,10 | <0,05 | <0,05 | 3,90  | <0,01 | 0,28 | 52,00 | 0,20 | 18,43 | 39,00 | 5,00 |
| CC-L-358 | <0,01 | 0,49 | 21,40 | 293,00 | 20,90 | 17,90 | <0,1 | 0,02  | 0,35 | 9,80 | <1   | 2,50 | 16,40 | <0,05 | 0,07  | 6,30  | <0,01 | 0,67 | 86,00 | 0,20 | 23,56 | 38,00 | 4,70 |
| CC-L-359 | <0,01 | 0,21 | 20,30 | 512,00 | 17,60 | 17,60 | <0,1 | 0,02  | 0,38 | 4,40 | <1   | 1,70 | 14,00 | <0,05 | 0,09  | 3,00  | <0,01 | 0,35 | 48,00 | <0,1 | 17,07 | 49,00 | 5,10 |
| CC-L-360 | <0,01 | 0,26 | 15,80 | 276,00 | 13,00 | 15,70 | <0,1 | 0,01  | 0,29 | 5,00 | <1   | 1,60 | 5,50  | <0,05 | <0,05 | 3,90  | <0,01 | 0,49 | 35,00 | <0,1 | 25,29 | 35,00 | 3,80 |
| CC-L-361 | <0,01 | 0,44 | 7,70  | 178,00 | 12,20 | 17,20 | <0,1 | 0,01  | 0,23 | 5,30 | <1   | 1,60 | 4,10  | <0,05 | <0,05 | 5,70  | <0,01 | 0,54 | 35,00 | <0,1 | 13,11 | 12,00 | 4,70 |
| CC-L-362 | <0,01 | 0,08 | 2,00  | 61,00  | 7,50  | 4,90  | <0,1 | <0,01 | 0,08 | 1,80 | <1   | 1,30 | 1,30  | <0,05 | <0,05 | 2,10  | <0,01 | 0,16 | 20,00 | <0,1 | 5,18  | 3,00  | 2,10 |
| CC-L-363 | <0,01 | 0,52 | 17,80 | 313,00 | 14,50 | 13,10 | <0,1 | 0,01  | 0,13 | 5,40 | <1   | 1,60 | 6,10  | <0,05 | <0,05 | 4,40  | <0,01 | 0,18 | 34,00 | 0,10 | 25,11 | 27,00 | 4,70 |
| CC-L-364 | <0,01 | 0,70 | 7,80  | 234,00 | 12,20 | 17,80 | <0,1 | 0,01  | 0,34 | 5,30 | <1   | 2,40 | 3,20  | <0,05 | <0,05 | 10,20 | 0,02  | 0,53 | 65,00 | 0,20 | 15,42 | 11,00 | 3,80 |
| CC-L-365 | <0,01 | 0,39 | 7,30  | 239,00 | 12,60 | 8,60  | <0,1 | <0,01 | 0,18 | 4,20 | <1   | 1,90 | 3,60  | <0,05 | 0,05  | 4,70  | <0,01 | 0,23 | 55,00 | 0,10 | 31,00 | 15,00 | 3,00 |
| CC-L-366 | <0,01 | 0,34 | 10,30 | 276,00 | 9,00  | 11,50 | <0,1 | 0,01  | 0,27 | 4,30 | <1   | 1,60 | 7,40  | <0,05 | <0,05 | 4,30  | 0,01  | 0,31 | 42,00 | 0,10 | 25,94 | 23,00 | 3,60 |
| CC-L-367 | <0,01 | 0,62 | 31,80 | 316,00 | 19,20 | 24,30 | <0,1 | 0,02  | 0,52 | 5,60 | 1,00 | 1,70 | 11,80 | <0,05 | <0,05 | 6,30  | <0,01 | 0,30 | 43,00 | <0,1 | 16,35 | 67,00 | 6,80 |

### Dados Analíticos dos Elementos Analisados nas Amostras de Solo no Horizonte B.

| PONTO   | Ag_ppm | Al_% | As_ppm | Au_ppm | B_ppm | Ba_ppm | Be_ppm | Bi_ppm | Ca_%  | Cd_ppm | Ce_ppm | Co_ppm | Cr_ppm | Cs_ppm | Cu_ppm | Fe_% | Ga_ppm | Ge_ppm | Hf_ppm | Hg_ppm | In_ppm | K_%   | La_ppm | Li_ppm | Mg_%  | Mn_ppm  |
|---------|--------|------|--------|--------|-------|--------|--------|--------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|--------|--------|-------|---------|
| CC-L-01 | 0,10   | 3,00 | 7,00   | <0.1   | <10   | 381,00 | 2,40   | 0,38   | 0,16  | 0,05   | 55,33  | 14,60  | 67,00  | 3,64   | 29,50  | 4,85 | 12,10  | <0.1   | 0,11   | 0,07   | 0,06   | 0,13  | 32,30  | 7,00   | 0,11  | 825,00  |
| CC-L-02 | 0,10   | 3,15 | 6,00   | <0.1   | <10   | 98,00  | 3,40   | 0,53   | 0,21  | 0,02   | 42,77  | 12,00  | 45,00  | 1,85   | 24,10  | 4,22 | 11,30  | <0.1   | 0,17   | 0,04   | 0,05   | 0,37  | 28,60  | 23,00  | 0,14  | 692,00  |
| CC-L-03 | 0,08   | 1,22 | 5,00   | <0.1   | <10   | 53,00  | 1,10   | 0,26   | 0,07  | 0,02   | 19,12  | 10,50  | 18,00  | 1,36   | 18,80  | 2,14 | 4,20   | <0.1   | 0,10   | 0,02   | 0,03   | 0,04  | 6,20   | 4,00   | 0,02  | 712,00  |
| CC-L-04 | 0,14   | 1,75 | 4,00   | <0.1   | <10   | 32,00  | 1,10   | 0,24   | 0,09  | 0,04   | 24,99  | 11,30  | 17,00  | 2,06   | 34,00  | 1,91 | 6,80   | <0.1   | 0,15   | 0,08   | 0,04   | 0,06  | 7,10   | 6,00   | 0,03  | 681,00  |
| CC-L-05 | 0,11   | 1,96 | 11,00  | <0.1   | <10   | 54,00  | 2,50   | 0,62   | 0,13  | <0.01  | 51,52  | 14,00  | 42,00  | 2,12   | 24,70  | 4,19 | 10,80  | <0.1   | 0,13   | 0,08   | 0,06   | 0,10  | 12,90  | 11,00  | 0,05  | 634,00  |
| CC-L-06 | 0,08   | 1,36 | 4,00   | <0.1   | <10   | 16,00  | 1,20   | 0,20   | 0,05  | 0,08   | 50,84  | 13,40  | 25,00  | 2,17   | 21,10  | 1,90 | 4,60   | <0.1   | 0,09   | 0,06   | 0,03   | 0,05  | 15,50  | 5,00   | 0,02  | 495,00  |
| CC-L-07 | 0,08   | 2,61 | 4,00   | <0.1   | <10   | 58,00  | 2,10   | 0,46   | 0,18  | 0,03   | 41,41  | 9,80   | 37,00  | 1,06   | 17,00  | 3,68 | 8,70   | <0.1   | 0,18   | 0,02   | 0,06   | 0,25  | 30,50  | 28,00  | 0,09  | 575,00  |
| CC-L-08 | 0,11   | 4,41 | 9,00   | <0.1   | <10   | 89,00  | 3,60   | 0,60   | 0,22  | 0,03   | 35,62  | 9,50   | 51,00  | 2,02   | 24,50  | 4,92 | 14,80  | <0.1   | 0,20   | 0,02   | 0,07   | 0,42  | 26,30  | 44,00  | 0,18  | 485,00  |
| CC-L-09 | 0,08   | 1,62 | 4,00   | <0.1   | <10   | 50,00  | 0,60   | 0,36   | 0,06  | 0,03   | 57,73  | 10,80  | 27,00  | 2,40   | 6,50   | 2,85 | 8,60   | <0.1   | 0,23   | 0,07   | 0,04   | 0,06  | 17,10  | 3,00   | 0,02  | 1045,00 |
| CC-L-10 | 0,07   | 1,62 | 4,00   | <0.1   | <10   | 11,00  | 0,70   | 0,29   | 0,06  | 0,01   | 37,25  | 4,50   | 33,00  | 1,96   | 8,90   | 2,29 | 8,40   | <0.1   | 0,19   | 0,06   | 0,05   | 0,04  | 18,00  | 4,00   | 0,02  | 305,00  |
| CC-L-11 | 0,07   | 1,55 | 3,00   | <0.1   | <10   | 31,00  | 0,40   | 0,31   | 0,11  | <0.01  | 22,08  | 4,80   | 24,00  | 1,51   | 10,80  | 2,05 | 8,20   | <0.1   | 0,13   | 0,05   | 0,04   | 0,09  | 11,10  | 6,00   | 0,04  | 372,00  |
| CC-L-12 | 0,14   | 1,56 | 14,00  | <0.1   | <10   | 113,00 | 1,30   | 0,27   | 0,06  | 0,03   | 34,71  | 13,80  | 31,00  | 0,96   | 24,10  | 2,87 | 6,70   | <0.1   | 0,11   | 0,10   | 0,05   | 0,17  | 7,80   | 7,00   | 0,05  | 890,00  |
| CC-L-13 | 0,23   | 2,41 | 29,00  | <0.1   | <10   | 96,00  | 3,00   | 0,45   | 0,33  | 0,24   | 59,76  | 13,90  | 42,00  | 1,49   | 13,30  | 4,64 | 10,30  | <0.1   | 0,16   | 0,17   | 0,06   | 0,10  | 26,90  | 15,00  | 0,07  | 2055,00 |
| CC-L-14 | 0,13   | 3,56 | 17,00  | <0.1   | <10   | 95,00  | 3,40   | 0,57   | 0,16  | 0,01   | 34,04  | 10,70  | 46,00  | 1,09   | 26,60  | 5,31 | 11,40  | <0.1   | 0,21   | 0,01   | 0,06   | 0,37  | 22,50  | 27,00  | 0,20  | 548,00  |
| CC-L-15 | 0,05   | 4,15 | 5,00   | <0.1   | <10   | 166,00 | 3,50   | 0,31   | 0,29  | 0,04   | 67,22  | 13,80  | 50,00  | 2,04   | 20,60  | 4,39 | 13,40  | <0.1   | 0,22   | 0,05   | 0,04   | 0,36  | 40,80  | 22,00  | 0,30  | 586,00  |
| CC-L-16 | 0,06   | 2,38 | 3,00   | <0.1   | <10   | 87,00  | 2,10   | 0,31   | 0,11  | <0.01  | 30,08  | 13,90  | 23,00  | 2,79   | 14,90  | 3,07 | 10,10  | <0.1   | 0,15   | 0,03   | 0,05   | 0,12  | 17,20  | 9,00   | 0,06  | 667,00  |
| CC-L-17 | 0,08   | 1,87 | 4,00   | <0.1   | <10   | 40,00  | 1,20   | 0,28   | 0,08  | 0,03   | 46,65  | 11,60  | 21,00  | 2,39   | 4,20   | 2,62 | 8,60   | <0.1   | 0,11   | <0.01  | 0,03   | 0,05  | 28,60  | 7,00   | 0,03  | 811,00  |
| CC-L-18 | 0,07   | 2,16 | 5,00   | <0.1   | <10   | 42,00  | 2,00   | 0,39   | 0,09  | 0,03   | 27,85  | 9,60   | 31,00  | 3,30   | 16,50  | 3,58 | 10,40  | <0.1   | 0,24   | 0,11   | 0,04   | 0,11  | 15,30  | 8,00   | 0,04  | 1042,00 |
| CC-L-19 | 0,09   | 2,06 | 7,00   | <0.1   | <10   | 67,00  | 2,40   | 0,23   | 0,20  | 0,05   | 38,00  | 16,40  | 30,00  | 2,48   | 17,50  | 3,51 | 7,70   | <0.1   | 0,17   | 0,05   | 0,04   | 0,18  | 25,90  | 12,00  | 0,12  | 698,00  |
| CC-L-20 | 0,06   | 1,73 | 3,00   | <0.1   | <10   | 53,00  | 3,50   | 0,32   | 0,08  | 0,07   | 33,55  | 33,80  | 28,00  | 4,11   | 8,70   | 3,58 | 7,10   | <0.1   | 0,19   | 0,34   | 0,04   | 0,04  | 14,70  | 6,00   | 0,02  | 1514,00 |
| CC-L-21 | 0,05   | 1,52 | 10,00  | <0.1   | <10   | 99,00  | 1,80   | 0,21   | 0,09  | 0,05   | 46,87  | 65,70  | 35,00  | 1,85   | 21,80  | 3,25 | 6,40   | <0.1   | 0,20   | 0,11   | 0,04   | 0,11  | 17,30  | 6,00   | 0,05  | 1021,00 |
| CC-L-22 | 0,07   | 2,09 | 5,00   | <0.1   | <10   | 33,00  | 0,80   | 0,26   | 0,09  | <0.01  | 40,52  | 7,90   | 32,00  | 1,95   | 21,70  | 3,47 | 7,80   | <0.1   | 0,15   | 0,06   | 0,05   | 0,09  | 7,60   | 13,00  | 0,03  | 504,00  |
| CC-L-23 | 0,07   | 2,41 | 7,00   | <0.1   | <10   | 21,00  | 0,50   | 0,36   | <0.01 | <0.01  | 78,64  | 2,60   | 34,00  | 3,79   | 15,10  | 3,91 | 11,50  | <0.1   | 0,36   | <0.01  | 0,06   | 0,08  | 22,20  | 4,00   | 0,02  | 149,00  |
| CC-L-24 | 0,06   | 2,00 | 11,00  | <0.1   | <10   | 94,00  | 1,50   | 0,55   | 0,19  | 0,04   | 57,41  | 17,60  | 37,00  | 1,17   | 31,70  | 4,90 | 9,00   | <0.1   | 0,13   | 0,02   | 0,04   | 0,17  | 31,20  | 22,00  | 0,16  | 656,00  |
| CC-L-25 | 0,12   | 3,24 | 8,00   | <0.1   | <10   | 114,00 | 2,70   | 0,55   | 0,14  | 0,09   | 53,03  | 16,80  | 39,00  | 2,26   | 31,50  | 4,45 | 11,10  | <0.1   | 0,22   | <0.01  | 0,04   | 0,41  | 33,60  | 53,00  | 0,33  | 473,00  |
| CC-L-26 | 0,10   | 3,22 | 18,00  | <0.1   | <10   | 71,00  | 3,40   | 0,49   | 0,34  | 0,04   | 61,48  | 12,60  | 51,00  | 1,34   | 16,00  | 5,12 | 12,80  | <0.1   | 0,19   | <0.01  | 0,07   | 0,18  | 32,30  | 28,00  | 0,13  | 583,00  |
| CC-L-27 | 0,06   | 1,81 | 3,00   | <0.1   | <10   | 6,00   | 0,20   | 0,28   | <0.01 | 0,02   | 54,28  | 1,60   | 29,00  | 2,38   | 8,10   | 2,74 | 8,60   | <0.1   | 0,44   | 0,02   | 0,04   | 0,02  | 13,20  | 2,00   | <0.01 | 195,00  |
| CC-L-28 | 0,08   | 1,54 | 17,00  | <0.1   | <10   | 63,00  | 2,40   | 0,37   | 0,33  | 0,05   | 51,25  | 15,70  | 43,00  | 0,51   | 26,30  | 4,15 | 10,80  | <0.1   | 0,23   | 0,05   | 0,05   | 0,09  | 40,60  | 11,00  | 0,06  | 783,00  |
| CC-L-29 | 0,15   | 0,75 | 7,00   | <0.1   | <10   | 67,00  | 1,80   | 0,21   | 0,18  | 0,11   | 54,53  | 24,60  | 24,00  | 0,86   | 21,30  | 2,43 | 5,10   | <0.1   | 0,20   | 0,03   | 0,02   | 0,13  | 33,50  | 6,00   | 0,12  | 949,00  |
| CC-L-30 | 0,08   | 0,32 | 4,00   | <0.1   | <10   | 9,00   | <0.1   | 0,11   | 0,11  | 0,05   | 7,67   | 0,60   | 12,00  | 0,26   | 2,70   | 0,51 | 2,40   | <0.1   | 0,05   | 0,01   | <0.02  | <0.01 | 3,80   | <1     | 0,01  | 78,00   |
| CC-L-31 | 0,06   | 0,72 | 3,00   | <0.1   | <10   | <5     | <0.1   | 0,23   | <0.01 | 0,02   | 50,22  | 3,90   | 19,00  | 1,69   | 4,00   | 1,68 | 8,80   | <0.1   | 0,23   | 0,03   | 0,03   | <0.01 | 13,10  | <1     | <0.01 | 388,00  |
| CC-L-32 | 0,08   | 0,99 | 6,00   | <0.1   | <10   | 24,00  | 1,40   | 0,28   | 0,11  | <0.01  | 48,50  | 16,10  | 25,00  | 1,09   | 8,40   | 2,35 | 8,90   | <0.1   | 0,14   | 0,08   | 0,05   | 0,06  | 30,90  | 3,00   | 0,05  | 461,00  |
| CC-L-33 | 0,06   | 1,48 | 14,00  | <0.1   | <10   | 92,00  | 2,00   | 0,28   | 0,42  | 0,09   | 58,65  | 16,80  | 39,00  | 0,54   | 29,80  | 3,73 | 9,10   | <0.1   | 0,28   | 0,02   | 0,03   | 0,10  | 31,50  | 16,00  | 0,07  | 1182,00 |



|         |      |      |       |      |     |        |      |      |       |       |        |       |       |      |       |      |       |      |      |       |       |       |       |       |       |         |
|---------|------|------|-------|------|-----|--------|------|------|-------|-------|--------|-------|-------|------|-------|------|-------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|---------|
| CC-L-34 | 0,10 | 1,45 | 12,00 | <0,1 | <10 | 43,00  | 2,50 | 0,41 | 0,21  | 0,04  | 56,32  | 16,30 | 51,00 | 0,62 | 25,00 | 4,55 | 11,80 | <0,1 | 0,26 | 0,08  | 0,05  | 0,08  | 37,10 | 13,00 | 0,05  | 974,00  |
| CC-L-35 | 0,22 | 1,59 | 11,00 | <0,1 | <10 | 40,00  | 1,90 | 0,37 | 0,21  | 0,05  | 58,58  | 12,80 | 48,00 | 1,01 | 22,90 | 4,56 | 14,30 | <0,1 | 0,23 | 0,05  | 0,05  | 0,07  | 42,90 | 10,00 | 0,04  | 553,00  |
| CC-L-36 | 0,09 | 0,60 | 8,00  | <0,1 | <10 | 51,00  | 1,70 | 0,15 | 0,19  | 0,12  | 98,57  | 27,00 | 20,00 | 0,53 | 25,10 | 3,49 | 5,90  | <0,1 | 0,23 | 0,05  | <0,02 | 0,05  | 89,10 | 1,00  | 0,04  | 691,00  |
| CC-L-37 | 0,62 | 0,87 | 9,00  | <0,1 | <10 | 52,00  | 1,50 | 0,26 | 0,16  | 0,05  | 52,22  | 17,60 | 25,00 | 0,39 | 20,30 | 2,61 | 6,40  | <0,1 | 0,16 | 0,04  | 0,03  | 0,06  | 37,60 | 6,00  | 0,04  | 904,00  |
| CC-L-38 | 0,37 | 0,81 | 8,00  | <0,1 | <10 | 15,00  | 1,00 | 0,29 | 0,10  | 0,02  | 30,83  | 10,90 | 32,00 | 1,30 | 14,20 | 3,14 | 7,90  | <0,1 | 0,11 | 0,05  | 0,04  | 0,02  | 4,60  | 3,00  | 0,01  | 649,00  |
| CC-L-39 | 0,08 | 1,22 | 15,00 | <0,1 | <10 | 33,00  | 5,40 | 0,40 | 0,17  | 0,05  | 83,28  | 34,20 | 31,00 | 1,26 | 36,60 | 3,56 | 10,60 | <0,1 | 0,36 | 0,11  | 0,04  | 0,09  | 73,90 | 11,00 | 0,04  | 403,00  |
| CC-L-40 | 0,15 | 1,02 | 14,00 | <0,1 | <10 | 184,00 | 3,00 | 0,32 | 0,18  | 0,07  | 55,53  | 23,40 | 28,00 | 0,59 | 32,80 | 3,26 | 7,10  | <0,1 | 0,20 | 0,05  | 0,03  | 0,12  | 36,50 | 9,00  | 0,10  | 1168,00 |
| CC-L-41 | 0,11 | 1,53 | 16,00 | <0,1 | <10 | 38,00  | 3,20 | 0,49 | 0,21  | 0,07  | 80,53  | 21,60 | 43,00 | 0,99 | 28,60 | 4,29 | 13,40 | <0,1 | 0,38 | 0,03  | 0,06  | 0,07  | 70,90 | 21,00 | 0,04  | 488,00  |
| CC-L-42 | 0,05 | 1,33 | 15,00 | <0,1 | <10 | 43,00  | 2,70 | 0,42 | 0,20  | 0,06  | 89,44  | 22,40 | 42,00 | 0,87 | 30,80 | 3,64 | 11,40 | <0,1 | 0,27 | 0,08  | 0,05  | 0,04  | 66,00 | 17,00 | 0,04  | 523,00  |
| CC-L-43 | 0,13 | 1,85 | 21,00 | <0,1 | <10 | 64,00  | 3,90 | 0,62 | 0,16  | 0,09  | 64,76  | 21,80 | 62,00 | 1,11 | 34,10 | 5,82 | 16,10 | <0,1 | 0,19 | 0,01  | 0,08  | 0,07  | 38,90 | 14,00 | 0,09  | 1529,00 |
| CC-L-44 | 0,10 | 0,83 | 4,00  | <0,1 | <10 | 14,00  | 0,70 | 0,22 | 0,10  | 0,02  | 64,35  | 7,20  | 21,00 | 0,39 | 16,70 | 1,78 | 6,10  | <0,1 | 0,12 | 0,02  | 0,03  | 0,07  | 39,60 | 4,00  | 0,03  | 199,00  |
| CC-L-45 | 0,08 | 0,45 | 5,00  | <0,1 | <10 | 7,00   | 0,20 | 0,13 | 0,05  | <0,01 | 32,53  | 3,90  | 10,00 | 0,41 | 6,20  | 0,90 | 4,00  | <0,1 | 0,11 | 0,01  | <0,02 | 0,02  | 18,80 | 2,00  | 0,01  | 133,00  |
| CC-L-46 | 0,10 | 1,00 | 12,00 | <0,1 | <10 | 13,00  | 2,10 | 0,38 | 0,12  | 0,01  | 87,37  | 32,50 | 44,00 | 1,21 | 21,20 | 3,93 | 12,60 | 0,10 | 0,40 | 0,03  | 0,06  | 0,05  | 77,20 | 6,00  | 0,02  | 357,00  |
| CC-L-47 | 0,12 | 1,66 | 14,00 | <0,1 | <10 | 56,00  | 2,60 | 0,42 | 0,32  | <0,01 | 59,06  | 19,20 | 45,00 | 0,92 | 23,00 | 4,46 | 13,60 | <0,1 | 0,18 | 0,01  | 0,04  | 0,05  | 35,90 | 18,00 | 0,03  | 768,00  |
| CC-L-48 | 0,12 | 1,86 | 12,00 | <0,1 | <10 | 95,00  | 1,80 | 0,44 | 0,45  | 0,03  | 44,36  | 12,70 | 40,00 | 0,72 | 31,10 | 4,21 | 10,00 | <0,1 | 0,27 | <0,01 | 0,04  | 0,12  | 29,60 | 24,00 | 0,22  | 339,00  |
| CC-L-49 | 0,06 | 1,29 | 8,00  | <0,1 | <10 | 50,00  | 1,20 | 0,25 | 0,13  | 0,02  | 48,90  | 10,00 | 24,00 | 0,67 | 17,90 | 3,19 | 7,70  | <0,1 | 0,16 | 0,03  | 0,03  | 0,07  | 31,10 | 8,00  | 0,07  | 205,00  |
| CC-L-50 | 0,08 | 1,76 | 12,00 | <0,1 | <10 | 75,00  | 2,40 | 0,43 | 0,35  | 0,03  | 37,58  | 11,30 | 47,00 | 0,61 | 28,30 | 4,44 | 9,40  | <0,1 | 0,18 | 0,01  | 0,04  | 0,10  | 31,10 | 18,00 | 0,11  | 412,00  |
| CC-L-51 | 0,11 | 0,78 | 7,00  | <0,1 | <10 | <5     | 0,10 | 0,29 | <0,01 | 0,03  | 100,23 | 1,80  | 28,00 | 1,81 | 6,90  | 2,53 | 10,00 | <0,1 | 0,49 | 0,04  | 0,05  | 0,01  | 23,10 | 1,00  | <0,01 | 104,00  |
| CC-L-52 | 0,36 | 1,79 | 19,00 | <0,1 | <10 | 48,00  | 3,10 | 0,52 | 0,28  | 0,10  | 80,22  | 16,70 | 57,00 | 1,00 | 32,00 | 4,65 | 13,50 | <0,1 | 0,27 | <0,01 | 0,07  | 0,07  | 51,10 | 42,00 | 0,11  | 434,00  |
| CC-L-53 | 0,13 | 1,48 | 8,00  | <0,1 | <10 | 68,00  | 1,50 | 0,30 | 0,17  | 0,05  | 60,99  | 12,40 | 31,00 | 1,05 | 23,00 | 2,88 | 8,20  | <0,1 | 0,23 | 0,04  | 0,03  | 0,12  | 40,30 | 18,00 | 0,32  | 318,00  |
| CC-L-54 | 0,27 | 0,74 | 7,00  | <0,1 | <10 | 24,00  | 0,40 | 0,25 | 0,07  | 0,06  | 38,66  | 16,10 | 28,00 | 0,66 | 21,40 | 2,79 | 6,30  | <0,1 | 0,21 | 0,12  | 0,03  | 0,05  | 37,80 | 3,00  | 0,02  | 515,00  |
| CC-L-55 | 0,05 | 1,27 | 12,00 | <0,1 | <10 | 22,00  | 1,70 | 0,41 | 0,15  | 0,05  | 97,76  | 18,70 | 39,00 | 0,69 | 21,40 | 3,67 | 11,70 | <0,1 | 0,27 | 0,05  | 0,04  | 0,04  | 65,00 | 6,00  | 0,02  | 290,00  |
| CC-L-56 | 0,33 | 0,92 | 5,00  | <0,1 | <10 | 15,00  | 0,40 | 0,33 | 0,05  | 0,01  | 72,73  | 10,30 | 31,00 | 1,99 | 13,50 | 2,78 | 10,10 | <0,1 | 0,30 | 0,04  | 0,05  | 0,03  | 39,00 | 2,00  | 0,01  | 552,00  |
| CC-L-57 | 0,20 | 0,63 | 6,00  | <0,1 | <10 | 38,00  | 0,60 | 0,19 | 0,04  | 0,04  | 30,15  | 35,80 | 15,00 | 1,41 | 6,70  | 2,22 | 6,00  | <0,1 | 0,25 | 0,11  | 0,02  | 0,01  | 29,80 | <1    | 0,01  | 1348,00 |
| CC-L-58 | 0,25 | 0,67 | 2,00  | <0,1 | <10 | 18,00  | 0,60 | 0,17 | 0,05  | 0,01  | 52,59  | 14,00 | 15,00 | 1,60 | 13,90 | 1,64 | 6,10  | <0,1 | 0,11 | 0,07  | 0,03  | 0,01  | 13,70 | 1,00  | 0,01  | 1302,00 |
| CC-L-59 | 0,16 | 0,53 | 5,00  | <0,1 | <10 | 22,00  | 0,30 | 0,19 | 0,03  | 0,03  | 41,17  | 6,10  | 16,00 | 0,92 | 9,90  | 1,43 | 6,50  | <0,1 | 0,16 | 0,07  | 0,03  | 0,01  | 23,90 | 1,00  | 0,01  | 555,00  |
| CC-L-60 | 0,05 | 0,78 | 5,00  | <0,1 | <10 | 9,00   | 0,50 | 0,27 | 0,09  | <0,01 | 46,76  | 4,40  | 28,00 | 1,18 | 11,30 | 2,56 | 8,00  | <0,1 | 0,20 | 0,06  | 0,04  | 0,03  | 30,30 | 3,00  | 0,03  | 182,00  |
| CC-L-61 | 0,24 | 1,77 | 14,00 | <0,1 | <10 | 78,00  | 2,60 | 0,37 | 0,38  | 0,03  | 56,47  | 15,30 | 39,00 | 0,74 | 26,60 | 4,07 | 10,90 | <0,1 | 0,24 | 0,04  | 0,05  | 0,11  | 37,60 | 13,00 | 0,08  | 498,00  |
| CC-L-62 | 0,12 | 1,72 | 8,00  | <0,1 | <10 | 93,00  | 1,90 | 0,30 | 0,40  | 0,02  | 63,02  | 17,20 | 31,00 | 1,32 | 18,00 | 3,51 | 9,80  | <0,1 | 0,25 | 0,02  | 0,04  | 0,09  | 32,80 | 12,00 | 0,10  | 327,00  |
| CC-L-63 | 0,08 | 0,80 | 7,00  | <0,1 | <10 | 12,00  | 0,50 | 0,27 | 0,02  | <0,01 | 89,83  | 9,40  | 27,00 | 1,41 | 11,10 | 2,69 | 9,90  | <0,1 | 0,30 | 0,07  | 0,04  | 0,02  | 44,10 | 1,00  | <0,01 | 958,00  |
| CC-L-64 | 0,12 | 0,51 | 4,00  | <0,1 | <10 | <5     | 0,10 | 0,16 | <0,01 | <0,01 | 59,24  | 2,80  | 22,00 | 1,00 | 6,60  | 1,90 | 7,40  | <0,1 | 0,33 | 0,07  | 0,03  | <0,01 | 16,80 | <1    | <0,01 | 121,00  |
| CC-L-65 | 0,15 | 1,07 | 8,00  | <0,1 | <10 | 21,00  | 0,60 | 0,43 | 0,06  | 0,01  | 99,45  | 14,70 | 31,00 | 2,56 | 15,60 | 3,80 | 13,10 | <0,1 | 0,43 | 0,09  | 0,05  | 0,02  | 36,00 | 4,00  | 0,01  | 548,00  |
| CC-L-66 | 0,21 | 0,85 | 9,00  | <0,1 | <10 | 11,00  | 0,50 | 0,30 | 0,06  | <0,01 | 56,97  | 8,30  | 36,00 | 1,50 | 10,70 | 3,26 | 12,40 | <0,1 | 0,31 | 0,11  | 0,05  | 0,02  | 26,20 | 2,00  | 0,01  | 402,00  |
| CC-L-67 | 0,30 | 0,60 | 3,00  | <0,1 | <10 | 17,00  | 0,40 | 0,21 | 0,27  | 0,06  | 27,32  | 5,20  | 26,00 | 0,43 | 7,50  | 1,75 | 5,50  | <0,1 | 0,09 | 0,05  | 0,04  | 0,02  | 18,00 | 2,00  | 0,03  | 166,00  |
| CC-L-68 | 0,10 | 1,57 | 18,00 | <0,1 | <10 | 61,00  | 2,40 | 0,41 | 0,23  | 0,07  | 69,72  | 19,30 | 45,00 | 0,68 | 18,30 | 4,15 | 10,40 | <0,1 | 0,21 | 0,02  | 0,06  | 0,06  | 41,10 | 32,00 | 0,05  | 831,00  |
| CC-L-69 | 0,12 | 0,59 | 7,00  | <0,1 | <10 | <5     | <0,1 | 0,18 | <0,01 | <0,01 | 63,93  | 0,90  | 19,00 | 0,85 | 7,10  | 1,89 | 6,90  | <0,1 | 0,24 | <0,01 | 0,03  | <0,01 | 7,80  | <1    | <0,01 | 81,00   |
| CC-L-70 | 0,15 | 0,72 | 5,00  | <0,1 | <10 | 7,00   | <0,1 | 0,23 | 0,02  | <0,01 | 26,29  | 1,10  | 26,00 | 0,54 | 4,00  | 1,44 | 7,60  | <0,1 | 0,42 | 0,03  | 0,05  | <0,01 | 9,20  | <1    | <0,01 | 49,00   |

|          |      |      |       |      |     |        |      |      |       |       |        |       |       |      |       |      |       |      |       |       |       |       |       |       |       |         |
|----------|------|------|-------|------|-----|--------|------|------|-------|-------|--------|-------|-------|------|-------|------|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|---------|
| CC-L-71  | 0,10 | 0,90 | 11,00 | <0,1 | <10 | 14,00  | 0,70 | 0,43 | 0,09  | <0,01 | 61,82  | 10,50 | 33,00 | 0,99 | 28,30 | 3,60 | 11,10 | <0,1 | 0,49  | 0,03  | 0,04  | 0,05  | 81,30 | 2,00  | 0,01  | 285,00  |
| CC-L-72  | 0,09 | 1,82 | 9,00  | <0,1 | <10 | 67,00  | 2,80 | 0,41 | 0,21  | 0,05  | 27,48  | 9,00  | 29,00 | 0,40 | 29,10 | 4,22 | 9,10  | <0,1 | 0,25  | 0,06  | 0,04  | 0,12  | 31,00 | 15,00 | 0,15  | 268,00  |
| CC-L-73  | 0,55 | 1,54 | 12,00 | <0,1 | <10 | 79,00  | 2,90 | 0,43 | 0,22  | 0,04  | 73,54  | 23,00 | 30,00 | 0,55 | 26,60 | 3,97 | 10,20 | <0,1 | 0,19  | 0,02  | 0,03  | 0,11  | 44,50 | 11,00 | 0,07  | 884,00  |
| CC-L-74  | 0,18 | 0,56 | 3,00  | <0,1 | <10 | 13,00  | 0,70 | 0,17 | 0,03  | 0,04  | 31,22  | 8,70  | 18,00 | 0,80 | 14,10 | 1,76 | 5,20  | <0,1 | 0,28  | 0,03  | <0,02 | 0,01  | 51,80 | 2,00  | 0,01  | 231,00  |
| CC-L-75  | 0,27 | 0,61 | 3,00  | <0,1 | <10 | 42,00  | 1,00 | 0,15 | 0,07  | 0,02  | 53,83  | 10,00 | 10,00 | 0,84 | 12,30 | 1,44 | 4,50  | <0,1 | 0,10  | 0,01  | <0,02 | 0,04  | 28,50 | 2,00  | 0,02  | 295,00  |
| CC-L-76  | 0,26 | 1,38 | 14,00 | <0,1 | <10 | 31,00  | 2,10 | 0,52 | 0,12  | <0,01 | 85,38  | 30,10 | 56,00 | 1,20 | 19,00 | 4,51 | 13,50 | <0,1 | 0,41  | 0,06  | 0,05  | 0,03  | 75,30 | 6,00  | 0,02  | 726,00  |
| CC-L-77  | 0,11 | 1,73 | 10,00 | <0,1 | <10 | 42,00  | 2,50 | 0,38 | 0,19  | 0,01  | 58,58  | 11,20 | 46,00 | 1,34 | 16,70 | 4,60 | 14,90 | <0,1 | 0,25  | 0,02  | 0,06  | 0,05  | 37,30 | 15,00 | 0,03  | 227,00  |
| CC-L-78  | 0,04 | 1,07 | 2,00  | <0,1 | <10 | <5     | <0,1 | 0,14 | <0,01 | 0,01  | 30,01  | 0,90  | 30,00 | 1,13 | 4,40  | 2,22 | 7,70  | <0,1 | 0,29  | 0,01  | 0,03  | 0,02  | 4,00  | <1    | <0,01 | 102,00  |
| CC-L-79  | 0,64 | 0,42 | 2,00  | <0,1 | <10 | <5     | <0,1 | 0,10 | <0,01 | <0,01 | 26,57  | 0,10  | 10,00 | 0,59 | 1,10  | 0,28 | 4,60  | <0,1 | 0,26  | 0,06  | 0,02  | <0,01 | 4,40  | <1    | <0,01 | 7,00    |
| CC-L-80  | 0,11 | 1,49 | 3,00  | <0,1 | <10 | 95,00  | 1,30 | 0,26 | 0,95  | 0,17  | 53,59  | 15,50 | 26,00 | 1,26 | 35,30 | 2,85 | 6,40  | <0,1 | 0,34  | 0,08  | 0,02  | 0,20  | 30,00 | 20,00 | 0,46  | 611,00  |
| CC-L-81  | 0,12 | 0,65 | 5,00  | <0,1 | <10 | 40,00  | 2,20 | 0,23 | 0,25  | 0,20  | 64,24  | 20,90 | 21,00 | 0,47 | 32,10 | 2,66 | 5,20  | 0,20 | 0,16  | 0,04  | <0,02 | 0,07  | 36,00 | 4,00  | 0,03  | 779,00  |
| CC-L-82  | 0,11 | 1,76 | 13,00 | <0,1 | <10 | 34,00  | 1,80 | 0,45 | 0,25  | 0,02  | 50,30  | 13,90 | 50,00 | 1,30 | 19,00 | 4,59 | 15,70 | 0,20 | 0,23  | 0,05  | 0,06  | 0,05  | 31,10 | 16,00 | 0,05  | 377,00  |
| CC-L-83  | 1,83 | 1,49 | 13,00 | <0,1 | <10 | 36,00  | 2,30 | 0,62 | 0,19  | 0,02  | 76,28  | 20,20 | 68,00 | 1,46 | 23,00 | 4,99 | 14,30 | 0,40 | 0,30  | 0,05  | 0,05  | 0,05  | 44,60 | 10,00 | 0,02  | 549,00  |
| CC-L-84  | 0,11 | 1,81 | 5,00  | <0,1 | <10 | 55,00  | 2,10 | 0,40 | 0,20  | 0,01  | 56,52  | 13,60 | 45,00 | 0,70 | 22,10 | 4,69 | 11,40 | 0,30 | 0,20  | 0,01  | 0,05  | 0,10  | 40,60 | 20,00 | 0,06  | 474,00  |
| CC-L-85  | 0,10 | 0,69 | 2,00  | <0,1 | <10 | 22,00  | 0,50 | 0,29 | 0,08  | 0,01  | 51,38  | 10,40 | 27,00 | 0,77 | 27,70 | 2,71 | 7,90  | 0,50 | 0,37  | 0,07  | 0,04  | 0,02  | 50,50 | 2,00  | 0,02  | 414,00  |
| CC-L-86  | 0,10 | 1,14 | 10,00 | <0,1 | <10 | 39,00  | 1,90 | 0,43 | 0,11  | <0,01 | 47,43  | 18,90 | 41,00 | 1,25 | 21,70 | 4,19 | 11,50 | 0,40 | 0,43  | 0,13  | 0,06  | 0,03  | 39,80 | 5,00  | 0,03  | 737,00  |
| CC-L-87  | 0,09 | 1,39 | 9,00  | <0,1 | <10 | 30,00  | 3,00 | 0,44 | 0,15  | <0,01 | 68,22  | 20,80 | 54,00 | 0,87 | 29,70 | 5,31 | 13,70 | 0,60 | 0,48  | 0,10  | 0,06  | 0,06  | 63,40 | 6,00  | 0,03  | 273,00  |
| CC-L-88  | 0,06 | 1,83 | 7,00  | <0,1 | <10 | 47,00  | 2,50 | 0,48 | 0,19  | 0,02  | 67,79  | 18,80 | 53,00 | 1,03 | 19,80 | 5,30 | 13,70 | 0,50 | 0,33  | 0,02  | 0,06  | 0,06  | 38,00 | 16,00 | 0,04  | 556,00  |
| CC-L-89  | 0,20 | 3,17 | 17,00 | <0,1 | <10 | 106,00 | 3,30 | 0,80 | 0,37  | 0,05  | 97,76  | 24,90 | 77,00 | 1,50 | 36,10 | 8,24 | 20,90 | 0,20 | 0,62  | 0,04  | 0,08  | 0,20  | 63,40 | 32,00 | 0,15  | 467,00  |
| CC-L-90  | 0,68 | 1,72 | 11,00 | <0,1 | <10 | 40,00  | 2,10 | 0,54 | 0,15  | 0,05  | 67,12  | 17,40 | 58,00 | 1,63 | 19,50 | 5,35 | 16,90 | 0,30 | 0,31  | 0,06  | 0,05  | 0,05  | 31,30 | 14,00 | 0,03  | 449,00  |
| CC-L-91  | 0,13 | 1,18 | 7,00  | <0,1 | <10 | 23,00  | 2,40 | 0,34 | 0,13  | 0,03  | 40,52  | 19,90 | 44,00 | 0,97 | 15,60 | 3,79 | 11,00 | 0,20 | 0,28  | 0,03  | 0,04  | 0,06  | 26,80 | 6,00  | 0,03  | 225,00  |
| CC-L-92  | 0,15 | 0,89 | 2,00  | <0,1 | <10 | 10,00  | 0,10 | 0,22 | <0,01 | <0,01 | 103,84 | 1,30  | 19,00 | 1,25 | 10,50 | 1,92 | 8,30  | 0,30 | 0,22  | <0,01 | 0,03  | 0,04  | 23,70 | 1,00  | <0,01 | 95,00   |
| CC-L-93  | 0,21 | 0,36 | <1    | <0,1 | <10 | <5     | <0,1 | 0,04 | <0,01 | 0,02  | 13,90  | 0,20  | 3,00  | 0,51 | 1,30  | 0,08 | 2,00  | <0,1 | 0,06  | 0,03  | <0,02 | <0,01 | 4,80  | <1    | <0,01 | 7,00    |
| CC-L-94  | 1,17 | 0,51 | <1    | <0,1 | <10 | <5     | <0,1 | 0,07 | <0,01 | 0,03  | 22,08  | 0,70  | 10,00 | 0,43 | 3,30  | 0,97 | 3,10  | <0,1 | 0,11  | 0,02  | <0,02 | <0,01 | 5,20  | <1    | <0,01 | 47,00   |
| CC-L-95  | 0,08 | 0,40 | <1    | <0,1 | <10 | <5     | <0,1 | 0,05 | 0,01  | 0,01  | 27,35  | 0,20  | 4,00  | 0,52 | 2,90  | 0,40 | 2,90  | <0,1 | <0,05 | 0,03  | <0,02 | 0,01  | 8,00  | <1    | <0,01 | 29,00   |
| CC-L-96  | 0,10 | 0,66 | 2,00  | <0,1 | <10 | <5     | <0,1 | 0,10 | <0,01 | <0,01 | 69,61  | 0,50  | 12,00 | 0,68 | 8,20  | 1,08 | 5,60  | 0,20 | 0,20  | 0,03  | 0,02  | 0,02  | 15,70 | <1    | <0,01 | 46,00   |
| CC-L-97  | 0,08 | 0,43 | 1,00  | <0,1 | <10 | <5     | <0,1 | 0,05 | <0,01 | 0,01  | 22,56  | 0,30  | 5,00  | 0,36 | 1,60  | 0,61 | 2,70  | <0,1 | 0,09  | 0,02  | <0,02 | <0,01 | 4,00  | <1    | <0,01 | 31,00   |
| CC-L-98  | 0,16 | 0,83 | 7,00  | <0,1 | <10 | 112,00 | 1,90 | 0,27 | 0,07  | 0,09  | 87,13  | 23,80 | 30,00 | 0,54 | 21,60 | 3,29 | 7,50  | 0,40 | 0,17  | 0,05  | <0,02 | 0,11  | 56,50 | 2,00  | 0,05  | 940,00  |
| CC-L-99  | 0,22 | 1,35 | 13,00 | <0,1 | <10 | 108,00 | 1,60 | 0,36 | 0,54  | 0,04  | 67,80  | 15,90 | 31,00 | 1,57 | 18,10 | 4,27 | 7,80  | 0,20 | 0,22  | 0,04  | 0,03  | 0,16  | 50,50 | 11,00 | 0,24  | 1223,00 |
| CC-L-100 | 0,10 | 0,48 | 2,00  | <0,1 | <10 | 66,00  | 0,30 | 0,16 | 0,13  | 0,02  | 46,80  | 6,80  | 19,00 | 0,39 | 9,90  | 1,82 | 5,00  | 0,20 | 0,11  | <0,01 | <0,02 | 0,06  | 31,20 | <1    | 0,03  | 566,00  |
| CC-L-101 | 0,12 | 1,24 | 5,00  | <0,1 | <10 | 51,00  | 1,30 | 0,31 | 0,18  | 0,02  | 72,66  | 8,80  | 28,00 | 0,91 | 12,80 | 2,89 | 10,10 | 0,20 | 0,19  | 0,02  | 0,04  | 0,07  | 40,50 | 6,00  | 0,05  | 397,00  |
| CC-L-102 | 0,12 | 0,67 | 1,00  | <0,1 | <10 | <5     | 0,10 | 0,19 | <0,01 | <0,01 | 64,93  | 0,90  | 24,00 | 0,93 | 5,30  | 2,10 | 7,90  | 0,10 | 0,29  | 0,02  | 0,02  | 0,01  | 16,20 | <1    | <0,01 | 62,00   |
| CC-L-103 | 0,10 | 0,68 | 3,00  | <0,1 | <10 | <5     | <0,1 | 0,19 | <0,01 | <0,01 | 19,30  | 0,60  | 29,00 | 1,19 | 4,70  | 2,22 | 8,20  | 0,10 | 0,29  | 0,01  | 0,04  | <0,01 | 7,20  | <1    | <0,01 | 47,00   |
| CC-L-104 | 0,24 | 0,62 | 2,00  | <0,1 | <10 | 9,00   | 0,20 | 0,21 | 0,03  | 0,03  | 40,33  | 3,80  | 29,00 | 1,55 | 9,20  | 2,59 | 8,50  | 0,20 | 0,35  | 0,02  | 0,04  | 0,01  | 14,20 | <1    | <0,01 | 218,00  |
| CC-L-105 | 0,15 | 0,70 | 4,00  | <0,1 | <10 | 15,00  | 0,30 | 0,23 | 0,02  | <0,01 | 67,22  | 6,50  | 22,00 | 1,08 | 9,00  | 2,70 | 8,20  | 0,30 | 0,30  | 0,02  | 0,03  | 0,02  | 27,80 | 1,00  | <0,01 | 531,00  |
| CC-L-106 | 0,06 | 0,87 | 4,00  | <0,1 | <10 | 58,00  | 0,70 | 0,24 | 0,08  | 0,02  | 60,97  | 9,00  | 28,00 | 0,51 | 13,60 | 2,87 | 8,70  | 0,20 | 0,14  | 0,08  | 0,03  | 0,12  | 44,70 | 3,00  | 0,04  | 435,00  |
| CC-L-107 | 0,17 | 1,38 | 5,00  | <0,1 | <10 | 56,00  | 1,70 | 0,37 | 0,15  | <0,01 | 60,89  | 8,30  | 37,00 | 0,78 | 14,80 | 4,01 | 10,10 | 0,30 | 0,18  | 0,01  | 0,05  | 0,08  | 40,40 | 7,00  | 0,05  | 196,00  |

|          |       |      |       |      |     |        |      |       |       |       |        |       |       |       |       |      |       |      |       |       |       |       |       |       |       |         |
|----------|-------|------|-------|------|-----|--------|------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|------|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|---------|
| CC-L-108 | 0,34  | 0,53 | <1    | <0.1 | <10 | 25,00  | 0,10 | 0,12  | 0,05  | 0,02  | 19,00  | 0,40  | 8,00  | 0,53  | 7,50  | 0,19 | 3,10  | <0.1 | <0.05 | 0,03  | <0.02 | 0,04  | 12,50 | 1,00  | <0.01 | 8,00    |
| CC-L-109 | 0,14  | 0,41 | <1    | <0.1 | <10 | <5     | <0.1 | 0,04  | <0.01 | 0,02  | 19,20  | 0,20  | 4,00  | 0,16  | 0,90  | 0,42 | 2,80  | <0.1 | 1,24  | <0.01 | <0.02 | <0.01 | 2,20  | <1    | <0.01 | 12,00   |
| CC-L-110 | 0,28  | 1,44 | 6,00  | <0.1 | <10 | 81,00  | 2,20 | 0,38  | 0,25  | 0,02  | 104,66 | 27,10 | 38,00 | 0,78  | 28,10 | 4,31 | 10,20 | 0,50 | 0,23  | 0,07  | 0,04  | 0,11  | 72,30 | 10,00 | 0,06  | 692,00  |
| CC-L-111 | 0,06  | 1,85 | 6,00  | <0.1 | <10 | 74,00  | 2,00 | 0,48  | 0,19  | <0.01 | 41,39  | 9,40  | 35,00 | 1,06  | 27,00 | 4,80 | 10,90 | 0,30 | 0,31  | 0,02  | 0,04  | 0,14  | 38,70 | 11,00 | 0,10  | 229,00  |
| CC-L-112 | 0,05  | 1,74 | 3,00  | <0.1 | <10 | 64,00  | 1,40 | 0,46  | 0,14  | 0,03  | 72,23  | 14,90 | 31,00 | 0,83  | 16,00 | 4,20 | 11,50 | 0,20 | 0,17  | 0,02  | 0,04  | 0,15  | 34,20 | 11,00 | 0,08  | 379,00  |
| CC-L-113 | 0,23  | 1,67 | 7,00  | <0.1 | <10 | 71,00  | 1,20 | 0,42  | 0,18  | 0,05  | 65,38  | 18,90 | 36,00 | 1,24  | 22,10 | 3,95 | 9,40  | 0,30 | 0,18  | 0,02  | 0,04  | 0,21  | 42,80 | 17,00 | 0,26  | 887,00  |
| CC-L-114 | 2,55  | 1,91 | 4,00  | <0.1 | <10 | 88,00  | 1,80 | 0,44  | 0,20  | <0.01 | 44,33  | 12,30 | 32,00 | 0,97  | 18,00 | 4,95 | 11,10 | 0,30 | 0,25  | 0,05  | 0,04  | 0,09  | 29,30 | 12,00 | 0,07  | 408,00  |
| CC-L-115 | 0,40  | 0,50 | <1    | <0.1 | <10 | <5     | <0.1 | 0,05  | <0.01 | 0,04  | 15,89  | 0,60  | 5,00  | 0,17  | 1,90  | 0,70 | 2,60  | <0.1 | 0,15  | <0.01 | <0.02 | <0.01 | 2,60  | <1    | <0.01 | 40,00   |
| CC-L-116 | 0,06  | 0,11 | <1    | <0.1 | <10 | <5     | <0.1 | <0.02 | <0.01 | <0.01 | 3,25   | <0.1  | 4,00  | <0.05 | 0,70  | 0,04 | 0,60  | <0.1 | <0.05 | 0,01  | <0.02 | <0.01 | 2,00  | <1    | <0.01 | <5      |
| CC-L-117 | 0,09  | 1,65 | 11,00 | <0.1 | <10 | 56,00  | 1,70 | 0,49  | 0,21  | <0.01 | 43,29  | 14,40 | 49,00 | 0,65  | 28,40 | 5,01 | 12,90 | 0,20 | 0,22  | 0,08  | 0,06  | 0,08  | 32,40 | 14,00 | 0,06  | 622,00  |
| CC-L-118 | 0,09  | 1,46 | 6,00  | <0.1 | <10 | 56,00  | 2,00 | 0,30  | 8,88  | 0,10  | 69,86  | 22,60 | 32,00 | 0,58  | 28,30 | 3,20 | 8,60  | <0.1 | 0,17  | 0,04  | 0,03  | 0,17  | 37,50 | 27,00 | 0,22  | 903,00  |
| CC-L-119 | 0,16  | 0,40 | <1    | <0.1 | <10 | <5     | <0.1 | 0,03  | 0,01  | <0.01 | 1,63   | 0,20  | 4,00  | <0.05 | 1,40  | 0,35 | 2,30  | <0.1 | 0,08  | 0,03  | <0.02 | <0.01 | 0,80  | <1    | <0.01 | 13,00   |
| CC-L-120 | 0,09  | 0,57 | <1    | <0.1 | <10 | <5     | <0.1 | 0,07  | 0,02  | <0.01 | 21,32  | 0,50  | 8,00  | 0,28  | 3,30  | 1,00 | 3,60  | <0.1 | 0,09  | 0,04  | <0.02 | <0.01 | 4,90  | <1    | <0.01 | 83,00   |
| CC-L-121 | 0,07  | 1,77 | 11,00 | <0.1 | <10 | 67,00  | 2,00 | 0,45  | 0,26  | 0,03  | 59,46  | 14,60 | 47,00 | 0,68  | 21,80 | 4,82 | 10,40 | 0,30 | 0,30  | 0,02  | 0,04  | 0,14  | 38,10 | 22,00 | 0,12  | 414,00  |
| CC-L-122 | 0,37  | 0,89 | 1,00  | <0.1 | <10 | 14,00  | 1,10 | 0,13  | 0,15  | <0.01 | 28,80  | 6,90  | 17,00 | 0,86  | 14,30 | 1,55 | 4,10  | <0.1 | 0,07  | 0,05  | 0,02  | 0,05  | 11,50 | 3,00  | 0,06  | 459,00  |
| CC-L-123 | 0,28  | 0,84 | 4,00  | <0.1 | <10 | <5     | 0,50 | 0,28  | 0,05  | <0.01 | 40,93  | 6,50  | 30,00 | 1,59  | 10,00 | 3,40 | 8,00  | <0.1 | 0,20  | 0,11  | 0,04  | 0,03  | 31,60 | 1,00  | <0.01 | 503,00  |
| CC-L-124 | 0,13  | 0,81 | 3,00  | <0.1 | <10 | 18,00  | 0,60 | 0,19  | 0,11  | <0.01 | 30,97  | 9,30  | 19,00 | 1,09  | 12,60 | 2,06 | 5,30  | <0.1 | 0,08  | 0,04  | 0,02  | 0,03  | 11,40 | 3,00  | 0,03  | 700,00  |
| CC-L-125 | 0,15  | 1,99 | 10,00 | <0.1 | <10 | 76,00  | 1,60 | 0,36  | 0,39  | 0,06  | 58,52  | 7,20  | 33,00 | 0,82  | 34,60 | 3,76 | 9,60  | <0.1 | 0,13  | 0,08  | 0,03  | 0,10  | 29,00 | 11,00 | 0,05  | 1386,00 |
| CC-L-126 | 0,09  | 1,40 | 14,00 | <0.1 | <10 | 32,00  | 3,80 | 0,35  | 0,23  | <0.01 | 130,11 | 31,90 | 39,00 | 0,93  | 38,50 | 6,13 | 8,50  | <0.1 | 0,15  | 0,03  | 0,02  | 0,14  | 89,30 | 14,00 | 0,04  | 400,00  |
| CC-L-127 | 0,07  | 0,55 | 4,00  | <0.1 | <10 | 15,00  | 0,20 | 0,14  | 0,04  | <0.01 | 86,34  | 9,40  | 11,00 | 0,59  | 12,80 | 1,66 | 3,20  | <0.1 | 0,09  | 0,04  | <0.02 | 0,01  | 57,30 | <1    | <0.01 | 228,00  |
| CC-L-128 | 0,02  | 1,93 | 6,00  | <0.1 | <10 | 88,00  | 1,50 | 0,40  | 0,19  | <0.01 | 54,77  | 13,00 | 29,00 | 0,64  | 26,10 | 4,53 | 8,20  | <0.1 | 0,15  | 0,01  | 0,02  | 0,15  | 38,90 | 15,00 | 0,13  | 496,00  |
| CC-L-129 | 0,03  | 1,73 | 5,00  | <0.1 | <10 | 122,00 | 1,70 | 0,38  | 0,19  | <0.01 | 62,09  | 20,60 | 30,00 | 1,01  | 27,20 | 4,39 | 8,10  | <0.1 | 0,14  | <0.01 | <0.02 | 0,16  | 39,80 | 15,00 | 0,18  | 524,00  |
| CC-L-130 | <0.01 | 1,64 | 5,00  | <0.1 | <10 | 73,00  | 2,00 | 0,39  | 0,30  | <0.01 | 52,95  | 9,90  | 40,00 | 0,66  | 16,50 | 4,05 | 8,20  | <0.1 | 0,10  | <0.01 | 0,02  | 0,09  | 31,90 | 13,00 | 0,06  | 441,00  |
| CC-L-131 | <0.01 | 0,94 | 5,00  | <0.1 | <10 | 17,00  | 0,50 | 0,30  | 0,05  | <0.01 | 94,98  | 11,20 | 31,00 | 1,07  | 12,60 | 3,50 | 8,10  | <0.1 | 0,22  | 0,04  | 0,03  | 0,06  | 38,30 | 3,00  | 0,02  | 203,00  |
| CC-L-132 | <0.01 | 1,38 | 6,00  | <0.1 | <10 | 80,00  | 0,90 | 0,32  | 0,17  | <0.01 | 72,01  | 13,60 | 32,00 | 0,85  | 17,70 | 4,58 | 9,20  | <0.1 | 0,14  | <0.01 | 0,02  | 0,09  | 47,60 | 5,00  | 0,04  | 580,00  |
| CC-L-133 | <0.01 | 0,26 | 1,00  | <0.1 | <10 | <5     | <0.1 | 0,02  | <0.01 | <0.01 | 1,82   | 0,10  | 3,00  | <0.05 | 3,10  | 0,45 | 0,80  | <0.1 | <0.05 | <0.01 | <0.02 | <0.01 | 1,10  | <1    | <0.01 | 9,00    |
| CC-L-134 | <0.01 | 0,31 | 1,00  | <0.1 | <10 | <5     | <0.1 | 0,04  | <0.01 | <0.01 | 1,83   | 0,20  | 9,00  | <0.05 | 3,40  | 1,14 | 1,80  | <0.1 | 0,07  | <0.01 | <0.02 | <0.01 | 1,10  | <1    | <0.01 | 12,00   |
| CC-L-135 | 0,09  | 1,58 | 7,00  | <0.1 | <10 | 61,00  | 1,30 | 0,23  | 0,01  | <0.01 | 34,75  | 7,50  | 27,00 | 1,40  | 20,90 | 3,60 | 6,40  | <0.1 | 0,07  | 0,02  | <0.02 | 0,11  | 18,20 | 5,00  | 0,06  | 65,00   |
| CC-L-136 | 4,16  | 0,26 | 2,00  | <0.1 | <10 | 14,00  | 0,10 | 0,10  | <0.01 | <0.01 | 10,48  | 0,30  | 15,00 | 0,23  | 6,10  | 0,57 | 1,40  | <0.1 | 0,08  | 0,02  | <0.02 | 0,03  | 4,90  | <1    | <0.01 | 8,00    |
| CC-L-137 | 2,08  | 0,38 | 2,00  | <0.1 | <10 | <5     | 0,20 | 0,07  | <0.01 | <0.01 | 34,04  | 2,70  | 13,00 | 0,15  | 7,80  | 1,48 | 2,70  | <0.1 | 0,14  | 0,04  | <0.02 | <0.01 | 6,40  | <1    | <0.01 | 77,00   |
| CC-L-138 | 1,27  | 0,32 | <1    | <0.1 | <10 | <5     | <0.1 | 0,11  | <0.01 | 0,04  | 16,78  | 0,10  | 7,00  | 0,11  | 5,10  | 0,03 | 2,20  | <0.1 | 0,12  | 0,04  | 0,04  | <0.01 | 6,10  | <1    | <0.01 | <5      |
| CC-L-139 | 0,91  | 0,50 | <1    | <0.1 | <10 | <5     | 0,30 | 0,11  | <0.01 | <0.01 | 15,94  | 0,10  | 6,00  | 0,07  | 5,60  | 0,06 | 2,30  | <0.1 | 0,14  | 0,03  | <0.02 | <0.01 | 6,30  | 1,00  | <0.01 | <5      |
| CC-L-140 | 0,73  | 0,74 | 1,00  | <0.1 | <10 | <5     | <0.1 | 0,19  | <0.01 | <0.01 | 15,19  | 0,10  | 15,00 | <0.05 | 3,20  | 0,60 | 6,60  | <0.1 | 0,49  | 0,04  | 0,04  | <0.01 | 2,40  | <1    | <0.01 | 8,00    |
| CC-L-141 | 0,57  | 0,45 | 2,00  | <0.1 | <10 | <5     | <0.1 | 0,11  | 0,01  | <0.01 | 10,15  | 0,60  | 19,00 | 0,56  | 5,40  | 1,32 | 3,50  | <0.1 | 0,17  | 0,03  | <0.02 | <0.01 | 2,70  | <1    | <0.01 | 36,00   |
| CC-L-142 | 0,34  | 0,70 | 2,00  | <0.1 | <10 | <5     | <0.1 | 0,19  | <0.01 | <0.01 | 7,44   | 0,30  | 28,00 | <0.05 | 4,60  | 2,30 | 6,80  | <0.1 | 0,36  | 0,02  | 0,03  | <0.01 | 1,40  | <1    | <0.01 | 45,00   |
| CC-L-143 | 0,42  | 1,09 | 4,00  | <0.1 | <10 | <5     | <0.1 | 0,45  | <0.01 | 0,02  | 8,83   | 0,30  | 44,00 | <0.05 | 4,10  | 3,07 | 10,70 | <0.1 | 0,58  | 0,05  | 0,06  | <0.01 | 1,10  | <1    | <0.01 | 46,00   |
| CC-L-144 | 0,34  | 0,62 | <1    | <0.1 | <10 | <5     | <0.1 | 0,14  | <0.01 | <0.01 | 6,50   | <0.1  | 13,00 | <0.05 | 3,10  | 0,46 | 5,00  | <0.1 | 0,33  | <0.01 | 0,03  | <0.01 | 1,40  | <1    | <0.01 | 5,00    |

|          |       |      |       |      |     |        |      |       |       |       |        |       |       |       |       |      |       |      |       |       |       |       |       |       |       |         |
|----------|-------|------|-------|------|-----|--------|------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|------|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|---------|
| CC-L-145 | 0,13  | 0,32 | <1    | <0.1 | <10 | <5     | <0.1 | 0,08  | <0.01 | <0.01 | 3,75   | <0.1  | 9,00  | <0.05 | 3,60  | 0,08 | 2,00  | <0.1 | 0,12  | 0,01  | <0.02 | <0.01 | 2,10  | <1    | <0.01 | <5      |
| CC-L-146 | 0,26  | 0,50 | <1    | <0.1 | <10 | <5     | <0.1 | 0,10  | <0.01 | <0.01 | 10,73  | <0.1  | 7,00  | <0.05 | 3,90  | 0,12 | 3,30  | <0.1 | 0,27  | <0.01 | 0,02  | <0.01 | 1,10  | <1    | <0.01 | <5      |
| CC-L-147 | 0,23  | 0,21 | <1    | <0.1 | <10 | <5     | <0.1 | 0,04  | <0.01 | <0.01 | 2,12   | <0.1  | 3,00  | <0.05 | 3,00  | 0,04 | 1,30  | <0.1 | <0.05 | 0,01  | <0.02 | <0.01 | 0,60  | <1    | <0.01 | <5      |
| CC-L-148 | 0,27  | 0,58 | 1,00  | <0.1 | <10 | <5     | <0.1 | 0,15  | <0.01 | <0.01 | 12,92  | 0,20  | 25,00 | 0,41  | 3,80  | 1,48 | 7,10  | <0.1 | 0,32  | 0,03  | 0,03  | <0.01 | 1,60  | <1    | <0.01 | 17,00   |
| CC-L-149 | 0,21  | 0,48 | 2,00  | <0.1 | <10 | <5     | <0.1 | 0,15  | <0.01 | <0.01 | 72,77  | 0,70  | 17,00 | 0,85  | 5,70  | 1,40 | 6,10  | <0.1 | 0,25  | 0,01  | 0,02  | <0.01 | 4,20  | <1    | <0.01 | 34,00   |
| CC-L-150 | 0,29  | 1,51 | 9,00  | <0.1 | <10 | 61,00  | 2,00 | 0,43  | 0,20  | 0,02  | 68,41  | 17,50 | 47,00 | 0,64  | 25,10 | 4,79 | 10,60 | <0.1 | 0,13  | 0,05  | 0,05  | 0,07  | 33,20 | 15,00 | 0,04  | 758,00  |
| CC-L-151 | 0,21  | 0,33 | 1,00  | <0.1 | <10 | <5     | <0.1 | 0,02  | <0.01 | <0.01 | 1,37   | 0,20  | 6,00  | <0.05 | 4,30  | 0,71 | 1,00  | <0.1 | <0.05 | 0,02  | <0.02 | <0.01 | 0,70  | <1    | <0.01 | 11,00   |
| CC-L-152 | 0,22  | 0,62 | 3,00  | <0.1 | <10 | <5     | <0.1 | 0,23  | <0.01 | <0.01 | 1,52   | 0,10  | 28,00 | <0.05 | 3,60  | 1,92 | 7,20  | <0.1 | 0,34  | <0.01 | 0,03  | <0.01 | 0,50  | <1    | <0.01 | 13,00   |
| CC-L-153 | 0,17  | 0,33 | <1    | <0.1 | <10 | <5     | <0.1 | 0,06  | <0.01 | <0.01 | 1,49   | <0.1  | 6,00  | <0.05 | 3,00  | 0,09 | 2,30  | <0.1 | 0,13  | <0.01 | <0.02 | <0.01 | 0,50  | <1    | <0.01 | <5      |
| CC-L-154 | 0,14  | 0,60 | 1,00  | <0.1 | <10 | <5     | <0.1 | 0,18  | <0.01 | <0.01 | 2,81   | <0.1  | 25,00 | <0.05 | 3,00  | 1,24 | 6,10  | <0.1 | 0,32  | <0.01 | 0,02  | <0.01 | 0,70  | <1    | <0.01 | 9,00    |
| CC-L-155 | 0,10  | 0,72 | 2,00  | <0.1 | <10 | <5     | <0.1 | 0,19  | <0.01 | <0.01 | 2,73   | 0,20  | 24,00 | <0.05 | 4,00  | 1,84 | 5,60  | <0.1 | 0,28  | <0.01 | 0,03  | <0.01 | 0,60  | <1    | <0.01 | 31,00   |
| CC-L-156 | 0,15  | 0,30 | <1    | <0.1 | <10 | <5     | <0.1 | 0,05  | <0.01 | <0.01 | 2,77   | <0.1  | 7,00  | <0.05 | 8,70  | 0,02 | 1,80  | <0.1 | 0,07  | <0.01 | <0.02 | <0.01 | 1,10  | <1    | <0.01 | <5      |
| CC-L-157 | 0,13  | 0,42 | 3,00  | <0.1 | <10 | 29,00  | 0,40 | 0,13  | 0,02  | <0.01 | 33,70  | 5,10  | 11,00 | 0,36  | 12,40 | 1,66 | 2,40  | <0.1 | 0,09  | 0,01  | <0.02 | 0,05  | 18,30 | 1,00  | 0,02  | 256,00  |
| CC-L-158 | 0,14  | 0,37 | 1,00  | <0.1 | <10 | <5     | <0.1 | 0,07  | <0.01 | <0.01 | 7,28   | 0,20  | 11,00 | <0.05 | 4,00  | 0,85 | 2,10  | <0.1 | <0.05 | <0.01 | <0.02 | <0.01 | 2,60  | <1    | <0.01 | 10,00   |
| CC-L-159 | 0,14  | 1,31 | 3,00  | <0.1 | <10 | <5     | <0.1 | 0,27  | <0.01 | <0.01 | 4,35   | 0,20  | 36,00 | <0.05 | 5,90  | 2,93 | 10,40 | <0.1 | 0,25  | 0,02  | 0,05  | <0.01 | 1,70  | <1    | <0.01 | 37,00   |
| CC-L-160 | <0.01 | 0,76 | 3,00  | <0.1 | <10 | <5     | <0.1 | 0,25  | <0.01 | <0.01 | 9,04   | 0,50  | 32,00 | <0.05 | 1,70  | 2,47 | 7,30  | <0.1 | 0,40  | <0.01 | 0,03  | <0.01 | 1,40  | <1    | <0.01 | 26,00   |
| CC-L-161 | <0.01 | 0,53 | 2,00  | <0.1 | <10 | <5     | <0.1 | 0,13  | <0.01 | <0.01 | 4,25   | 0,10  | 17,00 | <0.05 | 0,90  | 1,11 | 4,60  | <0.1 | 0,24  | <0.01 | <0.02 | <0.01 | 0,90  | <1    | <0.01 | 11,00   |
| CC-L-162 | <0.01 | 1,66 | 9,00  | <0.1 | <10 | 54,00  | 2,00 | 0,44  | 0,30  | 0,02  | 54,27  | 11,40 | 53,00 | 0,60  | 19,20 | 4,46 | 10,10 | <0.1 | 0,19  | <0.01 | 0,05  | 0,08  | 34,80 | 18,00 | 0,05  | 362,00  |
| CC-L-163 | <0.01 | 1,55 | 5,00  | <0.1 | <10 | 96,00  | 1,50 | 0,39  | 0,20  | 0,02  | 58,96  | 16,10 | 34,00 | 0,88  | 22,80 | 3,87 | 7,50  | <0.1 | 0,14  | <0.01 | 0,03  | 0,16  | 37,90 | 18,00 | 0,18  | 629,00  |
| CC-L-164 | <0.01 | 1,19 | 6,00  | <0.1 | <10 | 50,00  | 0,90 | 0,30  | 0,14  | <0.01 | 44,33  | 4,60  | 26,00 | 0,82  | 11,50 | 2,88 | 7,50  | <0.1 | 0,11  | <0.01 | 0,02  | 0,08  | 17,90 | 5,00  | 0,05  | 92,00   |
| CC-L-165 | <0.01 | 0,27 | <1    | <0.1 | <10 | <5     | <0.1 | <0.02 | <0.01 | <0.01 | 1,07   | <0.1  | 3,00  | <0.05 | 0,60  | 0,02 | 0,90  | <0.1 | <0.05 | <0.01 | <0.02 | <0.01 | 0,70  | <1    | <0.01 | <5      |
| CC-L-166 | <0.01 | 0,65 | <1    | <0.1 | <10 | <5     | <0.1 | 0,13  | <0.01 | <0.01 | 3,44   | <0.1  | 13,00 | <0.05 | 1,40  | 0,07 | 4,20  | <0.1 | 0,23  | <0.01 | <0.02 | <0.01 | 1,40  | <1    | <0.01 | <5      |
| CC-L-167 | <0.01 | 0,57 | 2,00  | <0.1 | <10 | <5     | <0.1 | 0,23  | <0.01 | <0.01 | 2,69   | 0,10  | 29,00 | <0.05 | 0,80  | 1,14 | 7,40  | <0.1 | 0,54  | <0.01 | 0,04  | <0.01 | 0,80  | <1    | <0.01 | 8,00    |
| CC-L-168 | <0.01 | 0,64 | 2,00  | <0.1 | <10 | <5     | <0.1 | 0,20  | <0.01 | <0.01 | 2,14   | 0,10  | 27,00 | <0.05 | 1,00  | 1,77 | 6,90  | <0.1 | 0,34  | <0.01 | 0,03  | <0.01 | 0,70  | <1    | <0.01 | 13,00   |
| CC-L-169 | <0.01 | 0,61 | 2,00  | <0.1 | <10 | <5     | <0.1 | 0,22  | <0.01 | <0.01 | 2,26   | 0,10  | 29,00 | <0.05 | 0,60  | 1,52 | 6,40  | <0.1 | 0,32  | <0.01 | 0,03  | <0.01 | 0,80  | <1    | <0.01 | 10,00   |
| CC-L-170 | <0.01 | 0,43 | <1    | <0.1 | <10 | <5     | 0,20 | 0,12  | 0,04  | <0.01 | 12,82  | 0,10  | 9,00  | 0,09  | 3,30  | 0,11 | 3,00  | <0.1 | 0,17  | <0.01 | <0.02 | <0.01 | 4,40  | 2,00  | <0.01 | <5      |
| CC-L-171 | <0.01 | 0,42 | <1    | <0.1 | <10 | <5     | <0.1 | 0,12  | 0,02  | 0,03  | 2,85   | <0.1  | 6,00  | <0.05 | 0,90  | 0,04 | 2,90  | <0.1 | 0,12  | <0.01 | <0.02 | <0.01 | 1,70  | <1    | <0.01 | <5      |
| CC-L-172 | <0.01 | 0,74 | 2,00  | <0.1 | <10 | <5     | <0.1 | 0,24  | <0.01 | <0.01 | 2,38   | 0,10  | 30,00 | <0.05 | 0,90  | 1,44 | 7,80  | <0.1 | 0,34  | <0.01 | 0,04  | <0.01 | 0,80  | <1    | <0.01 | 10,00   |
| CC-L-173 | <0.01 | 0,61 | <1    | <0.1 | <10 | <5     | <0.1 | 0,15  | <0.01 | <0.01 | 2,93   | <0.1  | 14,00 | <0.05 | 2,10  | 0,18 | 4,50  | <0.1 | 0,18  | <0.01 | <0.02 | <0.01 | 1,20  | <1    | <0.01 | <5      |
| CC-L-174 | <0.01 | 0,59 | 2,00  | <0.1 | <10 | <5     | <0.1 | 0,10  | <0.01 | 0,02  | 13,42  | 0,20  | 16,00 | 0,07  | 1,40  | 0,94 | 3,90  | <0.1 | 0,25  | <0.01 | 0,02  | <0.01 | 1,40  | <1    | <0.01 | 11,00   |
| CC-L-175 | <0.01 | 0,49 | 2,00  | <0.1 | <10 | <5     | <0.1 | 0,06  | <0.01 | <0.01 | 33,81  | 0,50  | 9,00  | 0,27  | 4,20  | 1,16 | 2,90  | <0.1 | <0.05 | <0.01 | <0.02 | 0,02  | 6,30  | <1    | <0.01 | 41,00   |
| CC-L-176 | <0.01 | 0,42 | 2,00  | <0.1 | <10 | <5     | <0.1 | 0,06  | <0.01 | <0.01 | 5,55   | 0,60  | 8,00  | 0,17  | 3,40  | 1,26 | 2,90  | <0.1 | 0,11  | <0.01 | <0.02 | <0.01 | 1,30  | <1    | <0.01 | 35,00   |
| CC-L-177 | <0.01 | 0,73 | 3,00  | <0.1 | <10 | <5     | <0.1 | 0,22  | <0.01 | <0.01 | 3,67   | 0,20  | 33,00 | <0.05 | 1,20  | 2,17 | 7,90  | <0.1 | 0,43  | <0.01 | 0,03  | <0.01 | 0,90  | <1    | <0.01 | 18,00   |
| CC-L-178 | <0.01 | 0,89 | <1    | <0.1 | <10 | <5     | <0.1 | 0,20  | <0.01 | 0,02  | 7,15   | <0.1  | 23,00 | <0.05 | 3,40  | 0,49 | 6,80  | <0.1 | 0,26  | <0.01 | 0,04  | <0.01 | 4,30  | <1    | <0.01 | 5,00    |
| CC-L-179 | <0.01 | 1,44 | 10,00 | <0.1 | <10 | 79,00  | 1,30 | 0,41  | 0,23  | 0,04  | 53,83  | 15,40 | 35,00 | 0,47  | 24,10 | 3,74 | 8,80  | <0.1 | 0,08  | <0.01 | 0,04  | 0,09  | 36,70 | 12,00 | 0,09  | 499,00  |
| CC-L-180 | <0.01 | 2,87 | 15,00 | <0.1 | <10 | 129,00 | 2,30 | 0,72  | 0,21  | 0,13  | 138,95 | 46,20 | 57,00 | 3,26  | 62,70 | 7,11 | 14,60 | <0.1 | 0,10  | <0.01 | 0,06  | 0,30  | 57,00 | 38,00 | 0,39  | 1085,00 |
| CC-L-181 | <0.01 | 1,27 | 5,00  | <0.1 | <10 | 104,00 | 1,40 | 0,25  | 0,14  | 0,03  | 50,87  | 9,30  | 26,00 | 0,46  | 15,50 | 2,56 | 6,10  | <0.1 | 0,09  | <0.01 | 0,02  | 0,08  | 31,10 | 9,00  | 0,27  | 438,00  |

|                |       |      |      |      |     |        |      |       |       |       |       |       |       |       |       |      |       |      |       |       |       |       |       |       |       |         |
|----------------|-------|------|------|------|-----|--------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|---------|
| CC-L-182       | <0.01 | 0,56 | 3,00 | <0.1 | <10 | <5     | <0.1 | 0,14  | <0.01 | <0.01 | 4,76  | 0,30  | 19,00 | 0,08  | 2,80  | 1,42 | 4,70  | <0.1 | 0,21  | <0.01 | 0,03  | <0.01 | 1,50  | <1    | <0.01 | 20,00   |
| CC-L-183       | <0.01 | 0,22 | <1   | <0.1 | <10 | <5     | <0.1 | <0.02 | <0.01 | <0.01 | 14,89 | <0.1  | 3,00  | <0.05 | 1,20  | 0,28 | 0,80  | <0.1 | <0.05 | <0.01 | <0.02 | <0.01 | 4,60  | <1    | <0.01 | 7,00    |
| CC-L-184       | <0.01 | 0,47 | 2,00 | <0.1 | <10 | <5     | <0.1 | 0,08  | <0.01 | <0.01 | 2,28  | 0,10  | 13,00 | <0.05 | 0,80  | 0,65 | 3,00  | <0.1 | 0,19  | <0.01 | <0.02 | <0.01 | 1,00  | <1    | <0.01 | 7,00    |
| CC-L-185       | <0.01 | 0,67 | 1,00 | <0.1 | <10 | <5     | <0.1 | 0,22  | <0.01 | <0.01 | 1,52  | 0,10  | 30,00 | <0.05 | 1,00  | 2,13 | 7,00  | <0.1 | 0,30  | <0.01 | 0,04  | <0.01 | 0,50  | <1    | <0.01 | 21,00   |
| CC-L-186       | <0.01 | 0,46 | <1   | <0.1 | <10 | <5     | <0.1 | 0,09  | <0.01 | <0.01 | 5,02  | <0.1  | 8,00  | <0.05 | 0,60  | 0,08 | 3,10  | <0.1 | 0,25  | <0.01 | <0.02 | <0.01 | 1,10  | <1    | <0.01 | <5      |
| CC-L-187       | <0.01 | 0,74 | 2,00 | <0.1 | <10 | <5     | <0.1 | 0,25  | <0.01 | <0.01 | 2,04  | 0,20  | 30,00 | <0.05 | 1,10  | 1,39 | 8,10  | <0.1 | 0,26  | <0.01 | 0,04  | <0.01 | 0,60  | <1    | <0.01 | 11,00   |
| CC-L-188       | <0.01 | 0,27 | <1   | <0.1 | <10 | <5     | <0.1 | <0.02 | <0.01 | <0.01 | 2,50  | 0,20  | 4,00  | <0.05 | 1,00  | 0,27 | 1,10  | <0.1 | 0,06  | <0.01 | <0.02 | <0.01 | 0,50  | <1    | <0.01 | 9,00    |
| CC-L-189       | <0.01 | 1,04 | 2,00 | <0.1 | <10 | 33,00  | 1,20 | 0,18  | 0,19  | 0,03  | 31,49 | 11,30 | 18,00 | 0,98  | 7,30  | 1,61 | 5,00  | <0.1 | 0,07  | <0.01 | 0,03  | 0,09  | 17,90 | 3,00  | 0,09  | 579,00  |
| CC-L-190       | <0.01 | 1,58 | 5,00 | <0.1 | <10 | 91,00  | 2,00 | 0,36  | 0,29  | <0.01 | 62,83 | 11,10 | 37,00 | 0,47  | 16,10 | 3,32 | 8,80  | <0.1 | 0,20  | <0.01 | 0,03  | 0,10  | 43,80 | 14,00 | 0,09  | 433,00  |
| CC-L-191       | <0,01 | 1,63 | 9,00 | <0,1 | <10 | 106,00 | 2,60 | 0,31  | 0,33  | 0,04  | 57,56 | 12,40 | 35,00 | 1,58  | 24,10 | 4,05 | 7,90  | <0,1 | 0,17  | <0,01 | 0,04  | 0,16  | 32,30 | 18,00 | 0,22  | 569,00  |
| CC-L-197 (10)  | 0,07  | 2,20 | 3,00 | <0.1 | <10 | 13,00  | 0,70 | 0,33  | 0,06  | <0.01 | 41,74 | 4,60  | 40,00 | 2,52  | 11,30 | 2,63 | 10,10 | <0.1 | 0,21  | 0,12  | 0,05  | 0,05  | 19,60 | 5,00  | 0,02  | 292,00  |
| CC-L-198 (20)  | 0,04  | 1,66 | 3,00 | <0.1 | <10 | 47,00  | 3,70 | 0,28  | 0,07  | 0,08  | 31,60 | 32,60 | 26,00 | 3,88  | 7,20  | 3,31 | 7,00  | <0.1 | 0,27  | 0,26  | 0,04  | 0,03  | 12,30 | 6,00  | 0,02  | 1391,00 |
| CC-L-199 (34)  | 0,07  | 1,40 | 9,00 | <0.1 | <10 | 42,00  | 2,10 | 0,42  | 0,22  | 0,04  | 52,62 | 14,00 | 50,00 | 0,56  | 23,50 | 4,45 | 10,80 | 0,10 | 0,26  | 0,06  | 0,04  | 0,07  | 34,20 | 12,00 | 0,05  | 965,00  |
| CC-L-200 (51)  | 0,10  | 0,76 | 1,00 | <0.1 | <10 | <5     | 0,20 | 0,28  | <0.01 | 0,01  | 97,35 | 1,80  | 28,00 | 1,74  | 7,50  | 2,52 | 10,00 | 0,30 | 0,45  | 0,04  | 0,04  | 0,01  | 22,00 | 1,00  | <0.01 | 106,00  |
| CC-L-201 (57)  | 0,18  | 0,62 | <1   | <0.1 | <10 | 42,00  | 0,40 | 0,18  | 0,05  | 0,05  | 28,35 | 33,10 | 16,00 | 1,29  | 7,30  | 2,18 | 5,50  | 0,30 | 0,19  | 0,13  | 0,03  | 0,01  | 31,80 | <1    | 0,01  | 1454,00 |
| CC-L-202 (67)  | 0,07  | 0,59 | <1   | <0.1 | <10 | 16,00  | 0,60 | 0,22  | 0,28  | 0,02  | 27,44 | 5,20  | 27,00 | 0,46  | 7,90  | 1,65 | 6,10  | 0,10 | 0,11  | 0,08  | 0,04  | 0,02  | 18,50 | 2,00  | 0,03  | 160,00  |
| CC-L-203 (77)  | 0,18  | 1,72 | 7,00 | <0.1 | <10 | 40,00  | 1,70 | 0,39  | 0,20  | 0,01  | 57,54 | 10,60 | 45,00 | 1,29  | 17,10 | 4,58 | 15,30 | 0,30 | 0,30  | 0,04  | 0,06  | 0,04  | 34,70 | 14,00 | 0,03  | 223,00  |
| CC-L-204 (87)  | 0,13  | 1,40 | 9,00 | <0.1 | <10 | 31,00  | 3,20 | 0,50  | 0,15  | 0,04  | 78,37 | 23,50 | 53,00 | 1,04  | 32,30 | 5,12 | 14,30 | 0,50 | 0,59  | 0,12  | 0,06  | 0,06  | 72,30 | 6,00  | 0,03  | 269,00  |
| CC-L-205 (97)  | 0,06  | 0,45 | <1   | <0.1 | <10 | <5     | <0.1 | 0,05  | <0.01 | <0.01 | 23,38 | 0,40  | 5,00  | 0,36  | 1,70  | 0,62 | 2,70  | <0.1 | 0,09  | 0,04  | <0.02 | <0.01 | 4,20  | <1    | <0.01 | 32,00   |
| CC-L-206 (107) | 0,11  | 1,49 | 7,00 | <0.1 | <10 | 62,00  | 1,30 | 0,40  | 0,15  | <0.01 | 64,11 | 8,30  | 39,00 | 0,66  | 15,60 | 4,14 | 11,00 | 0,20 | 0,21  | 0,02  | 0,04  | 0,08  | 39,40 | 8,00  | 0,05  | 186,00  |
| CC-L-207 (117) | 0,09  | 1,64 | 8,00 | <0.1 | <10 | 55,00  | 2,50 | 0,43  | 0,21  | 0,04  | 42,50 | 13,90 | 49,00 | 0,64  | 26,10 | 4,91 | 12,00 | 0,20 | 0,23  | 0,05  | 0,06  | 0,08  | 31,50 | 13,00 | 0,06  | 601,00  |
| CC-L-208 (128) | <0.01 | 1,69 | 7,00 | <0.1 | <10 | 82,00  | 1,50 | 0,42  | 0,20  | 0,04  | 53,18 | 13,00 | 29,00 | 0,39  | 23,60 | 4,03 | 8,50  | <0.1 | 0,13  | <0.01 | 0,04  | 0,15  | 38,20 | 13,00 | 0,13  | 468,00  |
| CC-L-209 (137) | <0.01 | 0,32 | 2,00 | <0.1 | <10 | <5     | 0,10 | 0,06  | <0.01 | <0.01 | 29,92 | 2,40  | 12,00 | 0,14  | 4,10  | 1,16 | 2,40  | <0.1 | 0,06  | <0.01 | <0.02 | <0.01 | 5,40  | <1    | <0.01 | 69,00   |
| CC-L-210 (147) | <0.01 | 0,22 | <1   | <0.1 | <10 | <5     | <0.1 | 0,04  | <0.01 | 0,01  | 2,43  | <0.1  | 4,00  | <0.05 | 0,50  | 0,04 | 1,40  | <0.1 | <0.05 | <0.01 | <0.02 | <0.01 | 0,80  | <1    | <0.01 | <5      |
| CC-L-211 (158) | <0.01 | 0,33 | 1,00 | <0.1 | <10 | <5     | <0.1 | 0,07  | <0.01 | <0.01 | 7,01  | 0,20  | 11,00 | 0,07  | 1,40  | 0,71 | 2,20  | <0.1 | <0.05 | <0.01 | <0.02 | <0.01 | 2,60  | <1    | <0.01 | 9,00    |
| CC-L-212 (167) | <0.01 | 0,54 | 2,00 | <0.1 | <10 | <5     | <0.1 | 0,24  | <0.01 | <0.01 | 2,38  | 0,10  | 29,00 | <0.05 | 0,90  | 1,11 | 6,90  | <0.1 | 0,42  | <0.01 | 0,03  | <0.01 | 0,90  | <1    | <0.01 | 12,00   |
| CC-L-213 (177) | <0.01 | 0,77 | 2,00 | <0.1 | <10 | <5     | <0.1 | 0,27  | <0.01 | 0,04  | 3,06  | 0,30  | 33,00 | <0.05 | 2,10  | 2,22 | 5,90  | <0.1 | 0,40  | <0.01 | 0,03  | <0.01 | 1,00  | <1    | <0.01 | 28,00   |
| CC-L-214 (187) | <0.01 | 0,54 | 2,00 | <0.1 | <10 | <5     | <0.1 | 0,15  | <0.01 | 0,02  | 1,07  | <0.1  | 24,00 | <0.05 | 0,80  | 1,04 | 4,40  | <0.1 | 0,16  | <0.01 | <0.02 | <0.01 | 0,40  | <1    | <0.01 | 8,00    |

| PONTO   | Mo_ppm | Na_%  | Nb_ppm | Ni_ppm | P_ppm  | Pb_ppm | Rb_ppm | Re_ppb | S_%   | Sb_ppm | Sc_ppm | Se_ppm | Sn_ppm | Sr_ppm | Ta_ppm | Te_ppm | Th_ppm | Ti_%  | U_ppm | V_ppm  | W_ppm | Y_ppm | Zn_ppm | Zr_ppm |
|---------|--------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|-------|--------|-------|-------|--------|--------|
| CC-L-01 | 2,19   | <0.01 | 0,48   | 33,50  | 544,00 | 25,30  | 36,10  | <0.1   | <0.01 | 0,43   | 13,00  | 1,00   | 2,90   | 35,30  | <0.05  | 0,87   | 9,80   | 0,03  | 0,78  | 91,00  | 0,10  | 24,52 | 27,00  | 5,10   |
| CC-L-02 | 2,07   | <0.01 | 0,12   | 23,90  | 177,00 | 33,90  | 44,30  | <0.1   | <0.01 | 0,59   | 9,40   | 6,00   | 3,80   | 5,30   | <0.05  | 0,28   | 8,70   | 0,01  | 0,50  | 47,00  | 0,30  | 25,03 | 36,00  | 9,00   |
| CC-L-03 | 1,31   | <0.01 | 0,18   | 13,60  | 270,00 | 13,30  | 8,60   | <0.1   | <0.01 | 0,39   | 9,80   | 2,00   | 1,50   | 19,00  | <0.05  | 0,72   | 2,90   | 0,02  | 0,75  | 45,00  | 0,20  | 48,46 | 30,00  | 3,00   |
| CC-L-04 | 1,22   | <0.01 | <0.05  | 15,40  | 399,00 | 18,40  | 16,40  | <0.1   | <0.01 | 0,29   | 11,90  | 2,00   | 3,40   | 33,50  | <0.05  | 0,82   | 4,00   | <0.01 | 0,71  | 37,00  | 0,10  | 64,36 | 36,00  | 3,80   |
| CC-L-05 | 1,47   | <0.01 | 0,23   | 21,30  | 323,00 | 26,70  | 25,00  | <0.1   | <0.01 | 0,59   | 11,30  | <1     | 2,80   | 9,90   | <0.05  | 0,75   | 8,20   | 0,02  | 0,91  | 103,00 | 0,30  | 26,14 | 27,00  | 5,50   |
| CC-L-06 | 1,09   | <0.01 | 0,05   | 16,80  | 196,00 | 15,80  | 12,50  | <0.1   | <0.01 | 0,32   | 8,60   | <1     | 1,30   | 7,70   | <0.05  | 0,56   | 4,10   | 0,02  | 0,48  | 37,00  | 0,10  | 37,33 | 21,00  | 3,70   |
| CC-L-07 | 0,60   | <0.01 | 0,06   | 19,80  | 273,00 | 19,90  | 28,30  | <0.1   | <0.01 | 0,36   | 9,00   | <1     | 1,90   | 6,60   | <0.05  | 0,32   | 6,40   | 0,01  | 0,46  | 37,00  | <0.1  | 28,14 | 34,00  | 8,10   |
| CC-L-08 | 0,79   | <0.01 | 0,07   | 27,90  | 416,00 | 30,90  | 49,10  | <0.1   | 0,01  | 0,54   | 12,50  | 1,00   | 2,50   | 11,30  | <0.05  | 0,28   | 9,00   | 0,01  | 0,64  | 63,00  | 0,10  | 26,69 | 49,00  | 9,70   |
| CC-L-09 | 0,75   | <0.01 | 0,11   | 8,90   | 134,00 | 12,70  | 17,40  | <0.1   | <0.01 | 0,48   | 7,40   | <1     | 2,30   | 4,50   | <0.05  | 0,45   | 9,00   | 0,02  | 0,84  | 67,00  | 0,10  | 12,89 | 10,00  | 9,10   |
| CC-L-10 | 0,69   | <0.01 | <0.05  | 8,90   | 140,00 | 13,50  | 9,90   | <0.1   | <0.01 | 0,35   | 5,60   | <1     | 2,00   | 1,60   | <0.05  | 0,45   | 6,70   | 0,02  | 0,16  | 64,00  | <0.1  | 14,78 | 11,00  | 7,60   |
| CC-L-11 | 0,77   | <0.01 | <0.05  | 8,50   | 183,00 | 12,80  | 23,30  | <0.1   | <0.01 | 0,21   | 5,60   | <1     | 1,70   | 6,10   | <0.05  | 0,39   | 6,60   | <0.01 | 0,60  | 59,00  | <0.1  | 9,54  | 20,00  | 6,90   |
| CC-L-12 | 2,06   | <0.01 | 0,10   | 17,90  | 260,00 | 46,00  | 21,00  | <0.1   | <0.01 | 0,56   | 10,80  | 1,00   | 1,70   | 10,60  | <0.05  | 0,49   | 6,00   | 0,01  | 1,59  | 64,00  | 0,20  | 37,75 | 21,00  | 3,60   |
| CC-L-13 | 1,06   | <0.01 | 0,29   | 19,60  | 710,00 | 55,10  | 21,50  | <0.1   | 0,02  | 0,60   | 8,80   | 1,00   | 3,00   | 40,90  | <0.05  | 0,43   | 6,50   | 0,01  | 1,44  | 73,00  | 0,20  | 38,62 | 38,00  | 5,20   |
| CC-L-14 | 1,02   | <0.01 | 0,13   | 23,30  | 183,00 | 30,30  | 37,90  | <0.1   | 0,01  | 0,80   | 10,50  | <1     | 2,40   | 4,00   | <0.05  | 0,23   | 8,40   | 0,01  | 0,82  | 70,00  | 0,30  | 17,41 | 24,00  | 11,00  |
| CC-L-15 | 0,61   | <0.01 | 1,00   | 22,10  | 142,00 | 23,00  | 50,00  | <0.1   | 0,01  | 0,33   | 11,90  | <1     | 3,50   | 10,10  | <0.05  | 0,49   | 13,50  | 0,07  | 0,61  | 58,00  | 0,20  | 19,81 | 42,00  | 8,50   |
| CC-L-16 | 0,76   | <0.01 | 0,14   | 16,70  | 200,00 | 11,10  | 32,20  | <0.1   | <0.01 | 0,30   | 9,70   | <1     | 3,80   | 4,00   | <0.05  | 0,09   | 8,00   | 0,02  | 0,61  | 48,00  | <0.1  | 15,31 | 23,00  | 5,70   |
| CC-L-17 | 0,47   | <0.01 | 0,26   | 10,30  | 101,00 | 14,60  | 21,10  | <0.1   | <0.01 | 0,25   | 5,80   | <1     | 2,60   | 4,10   | <0.05  | 0,10   | 14,60  | 0,02  | 0,64  | 49,00  | 0,10  | 14,84 | 11,00  | 6,20   |
| CC-L-18 | 0,64   | <0.01 | 0,12   | 19,70  | 193,00 | 15,70  | 33,00  | <0.1   | <0.01 | 0,46   | 9,30   | 1,00   | 2,70   | 3,30   | <0.05  | 0,36   | 9,00   | 0,02  | 0,35  | 61,00  | 0,10  | 30,36 | 33,00  | 10,70  |
| CC-L-19 | 0,96   | <0.01 | 0,12   | 21,30  | 198,00 | 13,20  | 27,70  | <0.1   | 0,01  | 0,45   | 6,90   | <1     | 2,20   | 8,20   | <0.05  | 0,13   | 6,20   | 0,01  | 0,48  | 47,00  | <0.1  | 31,14 | 36,00  | 6,20   |
| CC-L-20 | 0,67   | <0.01 | 0,10   | 14,90  | 124,00 | 10,10  | 14,20  | <0.1   | <0.01 | 0,32   | 8,50   | <1     | 2,40   | 1,60   | <0.05  | 0,08   | 8,40   | 0,03  | 0,20  | 56,00  | <0.1  | 17,13 | 21,00  | 10,90  |
| CC-L-21 | 0,98   | <0.01 | 0,16   | 27,70  | 147,00 | 21,00  | 15,10  | <0.1   | <0.01 | 0,41   | 8,70   | 2,00   | 1,80   | 11,40  | <0.05  | 0,12   | 6,50   | 0,02  | 1,70  | 63,00  | 0,20  | 56,61 | 23,00  | 7,10   |
| CC-L-22 | 0,79   | <0.01 | 0,11   | 16,00  | 254,00 | 14,40  | 18,70  | <0.1   | <0.01 | 0,49   | 10,10  | <1     | 2,20   | 9,70   | <0.05  | 0,26   | 5,90   | 0,02  | 0,51  | 74,00  | 0,10  | 24,87 | 17,00  | 8,10   |
| CC-L-23 | 0,95   | <0.01 | 0,24   | 10,30  | 119,00 | 23,10  | 22,70  | <0.1   | <0.01 | 0,56   | 14,80  | 1,00   | 2,70   | 1,30   | <0.05  | 0,16   | 8,30   | 0,02  | 1,08  | 93,00  | <0.1  | 16,18 | 10,00  | 15,40  |
| CC-L-24 | 0,43   | <0.01 | <0.05  | 30,50  | 201,00 | 26,50  | 20,00  | <0.1   | 0,01  | 0,54   | 7,10   | <1     | 1,70   | 6,60   | <0.05  | 0,22   | 7,40   | <0.01 | 0,49  | 40,00  | <0.1  | 16,84 | 47,00  | 5,70   |
| CC-L-25 | 0,53   | <0.01 | 0,07   | 32,90  | 193,00 | 24,80  | 38,10  | <0.1   | <0.01 | 0,65   | 8,60   | <1     | 2,00   | 6,90   | <0.05  | <0.05  | 8,60   | 0,01  | 0,74  | 48,00  | <0.1  | 20,53 | 50,00  | 11,40  |
| CC-L-26 | 0,63   | <0.01 | 0,21   | 21,80  | 516,00 | 27,20  | 31,20  | <0.1   | 0,02  | 0,52   | 11,90  | <1     | 3,10   | 22,60  | <0.05  | 0,18   | 9,00   | 0,01  | 1,68  | 77,00  | 0,10  | 28,83 | 18,00  | 6,00   |
| CC-L-27 | 0,97   | <0.01 | 0,16   | 6,90   | 85,00  | 11,90  | 4,20   | <0.1   | <0.01 | 0,40   | 6,40   | <1     | 2,10   | 0,90   | <0.05  | 0,17   | 6,60   | 0,02  | 0,42  | 57,00  | <0.1  | 10,23 | 7,00   | 14,60  |
| CC-L-28 | 0,46   | <0.01 | 0,43   | 19,30  | 378,00 | 22,30  | 16,10  | <0.1   | 0,01  | 0,43   | 8,80   | 2,00   | 1,60   | 19,80  | <0.05  | <0.05  | 5,40   | <0.01 | 0,88  | 66,00  | 0,30  | 24,32 | 26,00  | 3,40   |
| CC-L-29 | 0,28   | <0.01 | 0,26   | 20,90  | 282,00 | 17,80  | 17,60  | <0.1   | 0,01  | 0,31   | 3,90   | 1,00   | 0,70   | 8,30   | <0.05  | <0.05  | 2,60   | <0.01 | 0,36  | 32,00  | 0,20  | 15,61 | 41,00  | 1,20   |
| CC-L-30 | 0,19   | <0.01 | 0,09   | 23,80  | 87,00  | 4,40   | 2,70   | <0.1   | <0.01 | 0,10   | 1,40   | 1,00   | 0,50   | 6,00   | <0.05  | <0.05  | 2,00   | <0.01 | 0,12  | 30,00  | <0.1  | 1,70  | <1     | 1,20   |
| CC-L-31 | 0,44   | <0.01 | 0,38   | 2,20   | 61,00  | 8,60   | 2,70   | <0.1   | <0.01 | 0,21   | 6,80   | 1,00   | 1,60   | <0.5   | <0.05  | <0.05  | 5,90   | 0,01  | 0,51  | 51,00  | 0,10  | 8,64  | <1     | 9,50   |
| CC-L-32 | 0,58   | <0.01 | 0,35   | 8,30   | 114,00 | 12,30  | 12,40  | <0.1   | <0.01 | 0,21   | 7,20   | 1,00   | 1,80   | 4,10   | <0.05  | <0.05  | 6,10   | <0.01 | 0,36  | 52,00  | 0,30  | 20,38 | 10,00  | 3,30   |
| CC-L-33 | 0,17   | <0.01 | 0,32   | 22,50  | 689,00 | 18,60  | 12,70  | <0.1   | 0,02  | 0,48   | 5,90   | 1,00   | 1,30   | 16,70  | <0.05  | <0.05  | 3,20   | <0.01 | 0,72  | 65,00  | 0,30  | 17,06 | 45,00  | 4,00   |

|         |      |       |      |       |        |       |       |      |       |      |       |      |      |       |       |       |       |       |      |        |      |       |       |       |
|---------|------|-------|------|-------|--------|-------|-------|------|-------|------|-------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|------|--------|------|-------|-------|-------|
| CC-L-34 | 0,54 | <0.01 | 0,60 | 16,10 | 607,00 | 28,70 | 16,50 | <0.1 | 0,01  | 0,60 | 9,80  | 3,00 | 2,00 | 11,80 | <0.05 | 0,10  | 5,20  | 0,01  | 0,64 | 80,00  | 0,50 | 23,36 | 28,00 | 3,40  |
| CC-L-35 | 0,51 | <0.01 | 0,55 | 13,50 | 412,00 | 21,30 | 17,70 | <0.1 | 0,01  | 0,65 | 10,30 | 2,00 | 2,30 | 9,90  | <0.05 | 0,06  | 5,70  | 0,01  | 0,86 | 87,00  | 0,30 | 21,22 | 17,00 | 4,70  |
| CC-L-36 | 0,23 | <0.01 | 0,67 | 22,20 | 130,00 | 20,50 | 10,90 | <0.1 | <0.01 | 0,24 | 5,70  | 3,00 | 0,80 | 9,80  | <0.05 | <0.05 | 5,40  | 0,02  | 0,64 | 73,00  | 0,30 | 43,06 | 27,00 | 1,90  |
| CC-L-37 | 0,34 | <0.01 | 0,31 | 15,90 | 212,00 | 15,10 | 11,20 | <0.1 | <0.01 | 0,35 | 6,40  | 1,00 | 0,90 | 8,50  | <0.05 | <0.05 | 3,90  | <0.01 | 0,29 | 46,00  | 0,20 | 24,63 | 27,00 | 0,80  |
| CC-L-38 | 0,62 | <0.01 | 0,68 | 8,50  | 295,00 | 14,50 | 6,80  | <0.1 | <0.01 | 0,40 | 7,00  | 1,00 | 1,80 | 8,60  | <0.05 | <0.05 | 4,70  | 0,02  | 0,46 | 77,00  | 0,50 | 14,44 | 12,00 | 1,80  |
| CC-L-39 | 0,49 | <0.01 | 0,49 | 31,90 | 101,00 | 25,50 | 17,80 | <0.1 | <0.01 | 0,40 | 11,70 | 4,00 | 1,50 | 10,10 | <0.05 | <0.05 | 7,00  | 0,01  | 0,55 | 54,00  | 0,30 | 55,49 | 45,00 | 8,20  |
| CC-L-40 | 0,86 | <0.01 | 0,46 | 30,90 | 214,00 | 16,30 | 14,20 | <0.1 | <0.01 | 0,58 | 6,30  | 3,00 | 1,00 | 9,70  | <0.05 | 0,08  | 5,20  | <0.01 | 2,82 | 56,00  | 0,30 | 33,74 | 48,00 | 0,70  |
| CC-L-41 | 0,60 | <0.01 | 0,65 | 19,40 | 148,00 | 28,60 | 19,00 | <0.1 | 0,01  | 0,49 | 13,90 | 2,00 | 2,10 | 10,10 | <0.05 | <0.05 | 8,80  | 0,01  | 0,63 | 78,00  | 0,40 | 49,46 | 23,00 | 8,70  |
| CC-L-42 | 0,43 | <0.01 | 0,54 | 23,40 | 215,00 | 23,30 | 11,70 | <0.1 | 0,01  | 0,43 | 12,80 | 3,00 | 1,80 | 14,70 | <0.05 | <0.05 | 7,30  | 0,01  | 0,39 | 72,00  | 0,40 | 47,10 | 48,00 | 3,90  |
| CC-L-43 | 0,93 | <0.01 | 0,76 | 17,00 | 468,00 | 50,00 | 23,70 | <0.1 | <0.01 | 1,84 | 13,90 | 2,00 | 3,10 | 2,00  | <0.05 | 0,09  | 8,60  | 0,02  | 0,57 | 89,00  | 0,80 | 25,31 | 28,00 | 1,90  |
| CC-L-44 | 0,48 | <0.01 | 0,16 | 6,80  | 120,00 | 16,40 | 10,00 | <0.1 | <0.01 | 0,31 | 6,90  | 1,00 | 0,90 | 7,90  | <0.05 | <0.05 | 5,60  | <0.01 | 0,59 | 49,00  | 0,20 | 18,60 | 15,00 | 2,70  |
| CC-L-45 | 0,17 | <0.01 | 0,11 | 3,20  | 54,00  | 6,90  | 6,80  | <0.1 | <0.01 | 0,12 | 3,30  | 1,00 | 0,80 | 1,70  | <0.05 | <0.05 | 3,10  | <0.01 | 0,17 | 28,00  | <0.1 | 9,04  | 2,00  | 3,40  |
| CC-L-46 | 0,54 | <0.01 | 0,74 | 13,60 | 113,00 | 22,40 | 11,20 | <0.1 | <0.01 | 0,46 | 11,80 | 2,00 | 2,10 | 7,40  | <0.05 | <0.05 | 8,10  | 0,02  | 0,50 | 91,00  | 0,50 | 37,74 | 14,00 | 9,30  |
| CC-L-47 | 0,24 | <0.01 | 0,40 | 16,90 | 141,00 | 19,60 | 15,60 | <0.1 | 0,01  | 0,53 | 10,50 | <1   | 1,90 | 12,50 | <0.05 | 0,06  | 7,10  | <0.01 | 0,39 | 72,00  | 0,30 | 21,75 | 17,00 | 3,80  |
| CC-L-48 | 0,32 | <0.01 | 0,23 | 21,70 | 108,00 | 16,10 | 15,40 | <0.1 | <0.01 | 0,52 | 6,90  | <1   | 1,40 | 26,90 | <0.05 | <0.05 | 7,20  | <0.01 | 0,38 | 51,00  | 0,20 | 11,39 | 40,00 | 9,40  |
| CC-L-49 | 0,35 | <0.01 | 0,25 | 8,80  | 127,00 | 14,80 | 12,80 | <0.1 | <0.01 | 0,38 | 6,70  | 1,00 | 1,10 | 5,30  | <0.05 | <0.05 | 6,00  | <0.01 | 0,53 | 51,00  | 0,20 | 13,29 | 17,00 | 5,90  |
| CC-L-50 | 0,41 | <0.01 | 0,44 | 19,20 | 115,00 | 15,70 | 14,20 | <0.1 | <0.01 | 0,70 | 7,00  | 2,00 | 1,20 | 17,50 | <0.05 | 0,06  | 6,30  | <0.01 | 0,36 | 70,00  | 0,30 | 14,63 | 41,00 | 5,50  |
| CC-L-51 | 0,69 | <0.01 | 0,69 | 4,30  | 77,00  | 16,10 | 4,10  | <0.1 | 0,01  | 0,32 | 8,10  | 1,00 | 1,80 | <0.5  | <0.05 | <0.05 | 8,10  | 0,02  | 0,55 | 72,00  | 0,20 | 10,95 | 6,00  | 16,10 |
| CC-L-52 | 0,45 | <0.01 | 0,61 | 20,20 | 267,00 | 25,00 | 17,50 | <0.1 | 0,01  | 0,46 | 11,80 | 1,00 | 2,20 | 15,80 | <0.05 | <0.05 | 8,80  | 0,01  | 0,45 | 92,00  | 0,60 | 27,61 | 42,00 | 7,20  |
| CC-L-53 | 0,43 | 0,03  | 0,29 | 20,40 | 299,00 | 15,70 | 18,90 | <0.1 | 0,02  | 0,33 | 6,10  | 2,00 | 1,10 | 17,60 | <0.05 | <0.05 | 5,90  | <0.01 | 0,47 | 39,00  | 0,20 | 16,91 | 44,00 | 4,20  |
| CC-L-54 | 1,25 | <0.01 | 0,66 | 13,70 | 101,00 | 10,40 | 9,30  | <0.1 | <0.01 | 0,45 | 7,20  | 3,00 | 1,70 | 7,40  | <0.05 | 0,06  | 4,80  | 0,02  | 0,55 | 97,00  | 0,80 | 37,14 | 17,00 | 3,30  |
| CC-L-55 | 0,53 | <0.01 | 0,66 | 17,30 | 144,00 | 23,80 | 8,80  | <0.1 | 0,01  | 0,36 | 13,80 | 3,00 | 1,90 | 7,20  | <0.05 | <0.05 | 7,10  | 0,02  | 0,66 | 89,00  | 0,40 | 41,32 | 25,00 | 6,10  |
| CC-L-56 | 0,49 | <0.01 | 0,55 | 4,30  | 115,00 | 20,50 | 7,20  | <0.1 | <0.01 | 0,38 | 10,50 | 2,00 | 2,10 | 1,10  | <0.05 | <0.05 | 7,70  | 0,02  | 0,74 | 75,00  | 0,30 | 28,26 | 5,00  | 7,20  |
| CC-L-57 | 0,49 | <0.01 | 0,45 | 10,10 | 103,00 | 3,70  | 5,20  | <0.1 | <0.01 | 0,24 | 5,80  | 2,00 | 1,40 | 1,00  | <0.05 | <0.05 | 5,30  | 0,02  | 0,56 | 57,00  | 0,20 | 36,54 | 13,00 | 3,00  |
| CC-L-58 | 0,47 | <0.01 | 0,22 | 5,50  | 157,00 | 8,20  | 8,10  | <0.1 | <0.01 | 0,11 | 6,40  | 1,00 | 1,20 | 1,00  | <0.05 | <0.05 | 4,80  | <0.01 | 0,37 | 49,00  | 0,20 | 20,37 | 16,00 | <0.5  |
| CC-L-59 | 0,29 | <0.01 | 0,20 | 4,00  | 64,00  | 10,30 | 7,20  | <0.1 | <0.01 | 0,14 | 5,20  | <1   | 1,10 | 1,30  | <0.05 | <0.05 | 5,00  | <0.01 | 0,22 | 43,00  | 0,20 | 14,28 | 4,00  | 4,00  |
| CC-L-60 | 0,53 | <0.01 | 0,56 | 7,50  | 154,00 | 14,70 | 14,20 | <0.1 | <0.01 | 0,28 | 6,90  | 2,00 | 1,70 | 33,20 | <0.05 | <0.05 | 5,60  | 0,02  | 0,32 | 75,00  | 0,30 | 16,45 | 8,00  | 5,20  |
| CC-L-61 | 0,39 | <0.01 | 0,29 | 20,90 | 131,00 | 20,60 | 17,60 | <0.1 | 0,01  | 0,55 | 8,40  | 2,00 | 1,30 | 22,00 | <0.05 | <0.05 | 6,70  | <0.01 | 0,46 | 51,00  | 0,20 | 20,39 | 35,00 | 6,10  |
| CC-L-62 | 0,27 | <0.01 | 0,25 | 14,40 | 95,00  | 13,10 | 18,40 | <0.1 | 0,01  | 0,31 | 7,40  | 2,00 | 1,20 | 16,20 | <0.05 | <0.05 | 7,80  | <0.01 | 0,38 | 51,00  | 0,20 | 13,79 | 20,00 | 8,60  |
| CC-L-63 | 0,56 | <0.01 | 0,59 | 5,80  | 110,00 | 16,90 | 11,90 | <0.1 | <0.01 | 0,34 | 8,60  | 2,00 | 1,70 | 0,70  | <0.05 | <0.05 | 6,90  | 0,02  | 0,37 | 77,00  | 0,20 | 28,06 | 9,00  | 5,60  |
| CC-L-64 | 0,69 | <0.01 | 0,44 | 3,00  | 66,00  | 7,60  | 3,90  | <0.1 | <0.01 | 0,24 | 4,80  | 2,00 | 1,30 | <0.5  | <0.05 | <0.05 | 5,30  | 0,02  | 0,28 | 67,00  | 0,20 | 9,26  | 4,00  | 9,70  |
| CC-L-65 | 0,64 | <0.01 | 1,09 | 8,60  | 123,00 | 30,80 | 9,70  | <0.1 | <0.01 | 0,53 | 13,10 | 2,00 | 2,70 | 2,70  | <0.05 | <0.05 | 10,80 | 0,03  | 0,69 | 104,00 | 0,40 | 21,81 | 15,00 | 15,40 |
| CC-L-66 | 0,85 | <0.01 | 0,55 | 10,00 | 104,00 | 17,30 | 9,30  | <0.1 | <0.01 | 0,32 | 9,70  | 1,00 | 2,30 | 3,10  | <0.05 | <0.05 | 8,30  | 0,02  | 0,49 | 109,00 | 0,30 | 15,91 | 14,00 | 11,40 |
| CC-L-67 | 0,26 | <0.01 | 0,27 | 5,90  | 75,00  | 10,60 | 5,50  | <0.1 | <0.01 | 0,20 | 4,50  | <1   | 1,20 | 13,50 | <0.05 | <0.05 | 6,10  | <0.01 | 0,11 | 55,00  | 0,10 | 9,78  | 10,00 | 3,60  |
| CC-L-68 | 0,51 | <0.01 | 0,48 | 14,90 | 180,00 | 25,60 | 13,50 | <0.1 | <0.01 | 0,42 | 9,40  | 2,00 | 1,60 | 12,90 | <0.05 | <0.05 | 7,60  | 0,01  | 0,55 | 65,00  | 0,30 | 27,29 | 28,00 | 4,20  |
| CC-L-69 | 0,70 | <0.01 | 0,67 | 4,60  | 80,00  | 11,60 | 2,70  | <0.1 | <0.01 | 0,20 | 9,40  | <1   | 1,30 | <0.5  | <0.05 | <0.05 | 5,10  | 0,02  | 0,63 | 56,00  | 0,20 | 5,01  | 4,00  | 8,80  |
| CC-L-70 | 0,60 | <0.01 | 0,35 | 1,80  | <50    | 8,10  | 2,50  | <0.1 | <0.01 | 0,26 | 5,10  | 2,00 | 1,50 | 1,00  | <0.05 | <0.05 | 7,50  | 0,01  | 0,30 | 82,00  | 0,20 | 5,16  | <1    | 13,70 |

|          |      |       |      |       |        |       |       |      |       |       |       |      |      |       |       |       |       |       |      |        |       |       |       |       |
|----------|------|-------|------|-------|--------|-------|-------|------|-------|-------|-------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|------|--------|-------|-------|-------|-------|
| CC-L-71  | 0,64 | <0.01 | 0,82 | 16,10 | 111,00 | 23,90 | 9,10  | <0.1 | <0.01 | 0,45  | 10,00 | 3,00 | 2,10 | 8,50  | <0.05 | <0.05 | 7,80  | 0,02  | 0,71 | 101,00 | 0,40  | 50,22 | 22,00 | 11,10 |
| CC-L-72  | 0,45 | <0.01 | 0,28 | 17,70 | 129,00 | 19,00 | 14,90 | <0.1 | <0.01 | 0,41  | 9,60  | 2,00 | 1,20 | 3,60  | <0.05 | <0.05 | 6,50  | <0.01 | 0,42 | 49,00  | 0,30  | 19,24 | 38,00 | 7,60  |
| CC-L-73  | 0,51 | <0.01 | 0,33 | 22,30 | 184,00 | 23,20 | 14,80 | <0.1 | <0.01 | 0,45  | 9,00  | 2,00 | 1,20 | 18,20 | <0.05 | <0.05 | 7,00  | <0.01 | 0,40 | 50,00  | 0,30  | 27,27 | 40,00 | 4,10  |
| CC-L-74  | 0,49 | <0.01 | 0,48 | 10,60 | 52,00  | 10,60 | 4,90  | <0.1 | <0.01 | 0,24  | 5,70  | 1,00 | 0,90 | 1,70  | <0.05 | <0.05 | 4,20  | 0,01  | 0,35 | 49,00  | 0,20  | 19,68 | 19,00 | 6,40  |
| CC-L-75  | 0,16 | <0.01 | 0,25 | 6,30  | 100,00 | 13,50 | 9,70  | <0.1 | <0.01 | 0,21  | 4,40  | 1,00 | 0,70 | 4,00  | <0.05 | <0.05 | 3,10  | <0.01 | 0,53 | 37,00  | 0,10  | 17,87 | 4,00  | 1,20  |
| CC-L-76  | 0,49 | <0.01 | 0,75 | 21,00 | 137,00 | 30,70 | 14,30 | <0.1 | <0.01 | 0,45  | 17,20 | 2,00 | 2,30 | 5,60  | <0.05 | <0.05 | 10,00 | 0,02  | 0,79 | 118,00 | 0,50  | 47,35 | 25,00 | 9,50  |
| CC-L-77  | 0,40 | <0.01 | 0,52 | 13,00 | 144,00 | 20,50 | 14,60 | <0.1 | <0.01 | 0,40  | 11,40 | 2,00 | 2,30 | 12,80 | <0.05 | <0.05 | 9,10  | 0,01  | 0,65 | 102,00 | 0,30  | 19,58 | 11,00 | 10,30 |
| CC-L-78  | 0,59 | <0.01 | 0,38 | 4,10  | 53,00  | 6,40  | 3,60  | <0.1 | <0.01 | 0,18  | 5,10  | <1   | 1,20 | 0,60  | <0.05 | <0.05 | 4,70  | 0,01  | 0,38 | 52,00  | 0,20  | 1,84  | 2,00  | 10,10 |
| CC-L-79  | 0,19 | <0.01 | 0,11 | 0,70  | <50    | 4,10  | 1,00  | <0.1 | <0.01 | 0,09  | 4,30  | <1   | 0,80 | <0.5  | <0.05 | <0.05 | 4,90  | <0.01 | 0,37 | 24,00  | <0.1  | 1,76  | <1    | 8,10  |
| CC-L-80  | 0,49 | <0.01 | 0,58 | 25,60 | 649,00 | 15,30 | 18,00 | <0.1 | 0,04  | 0,31  | 4,10  | 2,00 | 1,50 | 41,60 | <0.05 | <0.05 | 2,60  | <0.01 | 0,49 | 38,00  | 0,20  | 16,74 | 70,00 | 5,40  |
| CC-L-81  | 0,34 | <0.01 | 0,36 | 26,40 | 217,00 | 24,30 | 7,10  | <0.1 | <0.01 | 0,22  | 5,90  | 1,00 | 0,80 | 17,50 | <0.05 | <0.05 | 2,90  | 0,01  | 0,32 | 56,00  | 0,20  | 24,28 | 74,00 | 0,70  |
| CC-L-82  | 0,48 | <0.01 | 0,64 | 18,40 | 189,00 | 20,60 | 16,00 | <0.1 | 0,01  | 0,43  | 11,20 | 2,00 | 2,60 | 36,50 | <0.05 | <0.05 | 9,30  | 0,01  | 0,61 | 95,00  | 0,40  | 20,23 | 21,00 | 6,60  |
| CC-L-83  | 0,48 | <0.01 | 0,89 | 16,40 | 179,00 | 30,70 | 20,00 | <0.1 | 0,01  | 0,60  | 12,00 | 2,00 | 2,40 | 6,90  | <0.05 | 0,12  | 10,70 | 0,02  | 0,72 | 105,00 | 0,50  | 30,48 | 25,00 | 8,10  |
| CC-L-84  | 0,43 | <0.01 | 0,35 | 15,40 | 242,00 | 18,90 | 16,70 | <0.1 | <0.01 | 0,44  | 8,70  | 1,00 | 1,70 | 10,40 | <0.05 | <0.05 | 6,90  | 0,01  | 0,58 | 80,00  | 0,30  | 22,52 | 38,00 | 5,00  |
| CC-L-85  | 0,27 | <0.01 | 0,64 | 15,00 | 77,00  | 13,30 | 8,40  | <0.1 | <0.01 | 0,31  | 8,60  | 3,00 | 1,50 | 18,30 | <0.05 | <0.05 | 6,90  | 0,02  | 0,48 | 88,00  | 0,30  | 55,41 | 25,00 | 8,60  |
| CC-L-86  | 0,56 | <0.01 | 0,61 | 21,10 | 145,00 | 12,60 | 11,40 | <0.1 | <0.01 | 0,34  | 12,50 | 2,00 | 2,20 | 5,70  | <0.05 | <0.05 | 9,20  | 0,02  | 0,62 | 94,00  | 0,40  | 32,54 | 37,00 | 12,90 |
| CC-L-87  | 0,75 | <0.01 | 0,63 | 30,20 | 115,00 | 20,80 | 12,50 | <0.1 | <0.01 | 0,50  | 13,90 | 2,00 | 2,10 | 7,60  | <0.05 | <0.05 | 9,90  | 0,02  | 0,77 | 103,00 | 0,30  | 37,90 | 71,00 | 15,80 |
| CC-L-88  | 0,37 | <0.01 | 0,49 | 19,20 | 144,00 | 20,10 | 14,00 | <0.1 | 0,01  | 0,40  | 12,40 | 3,00 | 2,10 | 9,90  | <0.05 | <0.05 | 9,40  | 0,02  | 0,70 | 108,00 | 0,30  | 30,08 | 39,00 | 13,20 |
| CC-L-89  | 0,78 | <0.01 | 0,68 | 34,40 | 222,00 | 33,40 | 29,40 | <0.1 | 0,02  | 0,81  | 16,10 | 2,00 | 3,20 | 25,20 | <0.05 | 0,08  | 15,80 | 0,02  | 1,04 | 102,00 | 0,40  | 34,64 | 77,00 | 23,80 |
| CC-L-90  | 0,57 | <0.01 | 0,73 | 16,90 | 151,00 | 22,00 | 17,70 | <0.1 | <0.01 | 0,64  | 12,10 | 2,00 | 2,70 | 6,70  | <0.05 | <0.05 | 10,20 | 0,02  | 0,74 | 108,00 | 0,40  | 22,85 | 22,00 | 11,00 |
| CC-L-91  | 0,74 | <0.01 | 0,53 | 20,80 | 98,00  | 15,50 | 13,80 | <0.1 | <0.01 | 0,49  | 7,70  | <1   | 1,60 | 5,90  | <0.05 | <0.05 | 7,20  | 0,01  | 0,53 | 79,00  | 0,20  | 14,33 | 30,00 | 10,20 |
| CC-L-92  | 0,41 | <0.01 | 0,39 | 3,50  | 86,00  | 14,00 | 16,30 | <0.1 | <0.01 | 0,30  | 8,90  | <1   | 1,20 | 0,90  | <0.05 | <0.05 | 6,40  | <0.01 | 1,01 | 63,00  | 0,20  | 16,77 | 4,00  | 8,10  |
| CC-L-93  | 0,07 | <0.01 | 0,07 | 0,80  | <50    | 6,10  | 2,70  | <0.1 | <0.01 | <0.05 | 2,60  | <1   | 0,40 | <0.5  | <0.05 | <0.05 | 2,20  | <0.01 | 0,30 | 6,00   | 0,10  | 1,98  | <1    | 1,70  |
| CC-L-94  | 0,21 | <0.01 | 0,34 | 1,90  | <50    | 7,70  | 2,00  | <0.1 | <0.01 | 0,08  | 5,20  | 1,00 | 0,70 | <0.5  | <0.05 | <0.05 | 5,10  | 0,02  | 0,49 | 47,00  | 0,20  | 3,86  | <1    | 4,20  |
| CC-L-95  | 0,24 | <0.01 | 0,16 | 0,90  | 59,00  | 5,70  | 2,40  | <0.1 | <0.01 | 0,06  | 3,60  | <1   | 0,60 | 0,70  | <0.05 | <0.05 | 2,20  | <0.01 | 0,55 | 32,00  | 0,10  | 2,99  | <1    | 1,20  |
| CC-L-96  | 0,33 | <0.01 | 0,33 | 2,20  | 55,00  | 11,20 | 6,70  | <0.1 | <0.01 | 0,12  | 8,60  | 1,00 | 0,70 | <0.5  | <0.05 | <0.05 | 5,00  | 0,01  | 1,20 | 58,00  | 0,10  | 10,06 | <1    | 5,60  |
| CC-L-97  | 0,23 | <0.01 | 0,32 | 1,10  | <50    | 4,90  | 1,40  | <0.1 | <0.01 | 0,06  | 3,30  | <1   | 1,10 | <0.5  | <0.05 | <0.05 | 2,70  | <0.01 | 0,37 | 37,00  | 0,10  | 1,57  | <1    | 3,10  |
| CC-L-98  | 0,44 | <0.01 | 0,37 | 25,10 | 235,00 | 17,60 | 14,80 | <0.1 | 0,01  | 0,37  | 5,70  | 3,00 | 1,10 | 4,20  | <0.05 | <0.05 | 5,60  | <0.01 | 1,24 | 50,00  | 0,20  | 27,97 | 60,00 | <0.5  |
| CC-L-99  | 0,65 | <0.01 | 0,34 | 21,70 | 176,00 | 19,90 | 22,00 | <0.1 | <0.01 | 0,43  | 4,60  | 1,00 | 0,90 | 36,20 | <0.05 | <0.05 | 6,40  | <0.01 | 0,45 | 97,00  | 10,70 | 17,51 | 44,00 | 1,60  |
| CC-L-100 | 0,23 | <0.01 | 0,43 | 6,90  | 190,00 | 12,80 | 8,00  | <0.1 | <0.01 | 0,19  | 4,00  | 1,00 | 0,80 | 9,70  | <0.05 | <0.05 | 3,20  | <0.01 | 0,33 | 37,00  | 0,20  | 12,30 | 13,00 | 0,80  |
| CC-L-101 | 0,34 | <0.01 | 0,32 | 11,10 | 152,00 | 17,70 | 17,30 | <0.1 | <0.01 | 0,30  | 8,60  | 1,00 | 1,40 | 14,40 | <0.05 | <0.05 | 8,80  | <0.01 | 0,67 | 61,00  | 0,20  | 17,05 | 20,00 | 4,60  |
| CC-L-102 | 0,65 | <0.01 | 0,56 | 3,40  | 66,00  | 8,70  | 4,60  | <0.1 | <0.01 | 0,23  | 5,10  | <1   | 1,40 | <0.5  | <0.05 | <0.05 | 6,00  | 0,01  | 0,39 | 60,00  | 0,20  | 7,52  | 3,00  | 10,00 |
| CC-L-103 | 0,60 | <0.01 | 0,66 | 2,50  | 71,00  | 8,70  | 2,60  | <0.1 | <0.01 | 0,26  | 6,60  | <1   | 1,50 | <0.5  | <0.05 | <0.05 | 5,70  | 0,02  | 0,40 | 61,00  | 0,10  | 2,33  | 2,00  | 11,10 |
| CC-L-104 | 0,69 | <0.01 | 0,66 | 4,30  | 73,00  | 11,20 | 5,90  | <0.1 | <0.01 | 0,34  | 7,00  | <1   | 1,50 | 1,40  | <0.05 | <0.05 | 6,60  | 0,02  | 0,39 | 75,00  | 0,20  | 7,53  | 5,00  | 11,50 |
| CC-L-105 | 0,33 | <0.01 | 0,51 | 5,80  | 69,00  | 7,90  | 8,40  | <0.1 | <0.01 | 0,31  | 6,50  | 1,00 | 1,50 | 0,80  | <0.05 | <0.05 | 5,70  | 0,02  | 0,43 | 66,00  | 0,10  | 16,32 | 6,00  | 8,30  |
| CC-L-106 | 0,34 | <0.01 | 0,49 | 10,50 | 270,00 | 15,00 | 9,90  | <0.1 | 0,01  | 0,21  | 6,60  | 2,00 | 1,60 | 5,80  | <0.05 | <0.05 | 4,60  | 0,01  | 0,62 | 59,00  | 0,20  | 20,78 | 22,00 | 1,70  |
| CC-L-107 | 0,48 | <0.01 | 0,37 | 11,40 | 174,00 | 20,10 | 15,00 | <0.1 | <0.01 | 0,39  | 9,40  | 2,00 | 1,30 | 12,80 | <0.05 | <0.05 | 8,20  | <0.01 | 0,92 | 73,00  | 0,20  | 15,58 | 17,00 | 5,90  |



|          |       |       |       |       |         |       |       |      |       |       |       |      |      |        |       |       |       |       |       |        |      |       |       |       |
|----------|-------|-------|-------|-------|---------|-------|-------|------|-------|-------|-------|------|------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|------|-------|-------|-------|
| CC-L-108 | 0,22  | <0.01 | 0,12  | 1,40  | <50     | 13,60 | 8,60  | <0.1 | <0.01 | <0.05 | 2,30  | 2,00 | 0,50 | 3,60   | <0.05 | <0.05 | 3,90  | <0.01 | 0,40  | 27,00  | <0.1 | 3,36  | <1    | 0,70  |
| CC-L-109 | 0,22  | <0.01 | 1,63  | 0,70  | <50     | 2,70  | 0,80  | <0.1 | <0.01 | <0.05 | 3,30  | <1   | 5,60 | <0.5   | 0,20  | <0.05 | 3,10  | <0.01 | 0,22  | 33,00  | <0.1 | 1,12  | <1    | 3,60  |
| CC-L-110 | 0,35  | <0.01 | 0,46  | 26,10 | 232,00  | 21,90 | 21,70 | <0.1 | <0.01 | 0,43  | 9,70  | 3,00 | 1,20 | 25,00  | <0.05 | <0.05 | 9,20  | <0.01 | 0,84  | 74,00  | 0,30 | 36,65 | 67,00 | 3,60  |
| CC-L-111 | 0,34  | <0.01 | 0,28  | 20,70 | 184,00  | 11,50 | 20,50 | <0.1 | <0.01 | 0,41  | 8,90  | 2,00 | 1,40 | 17,70  | <0.05 | <0.05 | 9,80  | <0.01 | 0,66  | 57,00  | 0,20 | 16,60 | 46,00 | 7,20  |
| CC-L-112 | 0,32  | <0.01 | 0,29  | 13,20 | 263,00  | 22,90 | 19,50 | <0.1 | <0.01 | 0,41  | 8,60  | 1,00 | 1,60 | 13,20  | <0.05 | <0.05 | 10,00 | <0.01 | 0,61  | 50,00  | 0,20 | 12,20 | 24,00 | 5,10  |
| CC-L-113 | 0,35  | <0.01 | 0,23  | 22,70 | 247,00  | 20,90 | 20,40 | <0.1 | <0.01 | 0,40  | 7,10  | 2,00 | 1,00 | 14,80  | <0.05 | <0.05 | 7,60  | <0.01 | 0,49  | 40,00  | 0,10 | 15,94 | 62,00 | 2,50  |
| CC-L-114 | 0,42  | <0.01 | 0,32  | 12,50 | 124,00  | 19,80 | 17,10 | <0.1 | <0.01 | 0,40  | 8,90  | 2,00 | 1,70 | 15,30  | <0.05 | <0.05 | 9,20  | <0.01 | 0,64  | 69,00  | 0,20 | 12,46 | 27,00 | 9,80  |
| CC-L-115 | 0,21  | <0.01 | 0,30  | 1,00  | <50     | 3,60  | 1,00  | <0.1 | <0.01 | 0,05  | 3,10  | 1,00 | 0,60 | <0.5   | <0.05 | <0.05 | 3,10  | 0,01  | 0,26  | 40,00  | <0.1 | 1,59  | <1    | 4,70  |
| CC-L-116 | <0.05 | <0.01 | 0,05  | <0.5  | <50     | 3,00  | 0,60  | <0.1 | <0.01 | <0.05 | 0,50  | <1   | <0.3 | 0,70   | <0.05 | <0.05 | 0,90  | <0.01 | 0,06  | 1,00   | <0.1 | 0,28  | <1    | <0.5  |
| CC-L-117 | 0,61  | <0.01 | 0,54  | 18,30 | 254,00  | 21,40 | 16,00 | <0.1 | <0.01 | 0,71  | 11,00 | 2,00 | 2,20 | 3,70   | <0.05 | <0.05 | 7,90  | 0,01  | 0,37  | 79,00  | 0,40 | 16,74 | 37,00 | 6,90  |
| CC-L-118 | 0,33  | <0.01 | 0,33  | 46,40 | 324,00  | 20,50 | 19,60 | <0.1 | 0,03  | 0,27  | 7,20  | 2,00 | 1,20 | 81,40  | <0.05 | <0.05 | 3,20  | <0.01 | 0,21  | 44,00  | 0,20 | 24,26 | 46,00 | 1,20  |
| CC-L-119 | 0,14  | <0.01 | 0,14  | 0,80  | <50     | 2,60  | 0,50  | <0.1 | <0.01 | <0.05 | 2,10  | <1   | 0,80 | <0.5   | <0.05 | <0.05 | 1,80  | <0.01 | 0,08  | 27,00  | <0.1 | 0,36  | <1    | 2,40  |
| CC-L-120 | 0,18  | <0.01 | 0,38  | 2,00  | <50     | 5,50  | 1,70  | <0.1 | <0.01 | <0.05 | 4,10  | <1   | 1,00 | 0,80   | <0.05 | <0.05 | 3,40  | 0,01  | 0,25  | 46,00  | 0,10 | 2,33  | <1    | 3,60  |
| CC-L-121 | 0,41  | <0.01 | 0,36  | 20,70 | 162,00  | 19,10 | 15,50 | <0.1 | <0.01 | 0,44  | 9,20  | 2,00 | 1,30 | 16,50  | <0.05 | <0.05 | 8,40  | <0.01 | 0,59  | 52,00  | 0,10 | 20,85 | 50,00 | 8,80  |
| CC-L-122 | 0,29  | <0.01 | 0,10  | 7,70  | 135,00  | 9,20  | 21,10 | <0.1 | <0.01 | 0,10  | 4,80  | <1   | 1,20 | 1,20   | <0.05 | <0.05 | 3,70  | <0.01 | 0,17  | 40,00  | 0,20 | 10,94 | 19,00 | 2,30  |
| CC-L-123 | 0,75  | <0.01 | 1,03  | 5,20  | 65,00   | 14,90 | 4,80  | <0.1 | <0.01 | 0,40  | 7,50  | <1   | 2,30 | 0,80   | <0.05 | <0.05 | 6,90  | 0,03  | 0,43  | 99,00  | 0,40 | 25,26 | 8,00  | 10,30 |
| CC-L-124 | 0,48  | <0.01 | 0,88  | 9,40  | 128,00  | 9,10  | 10,50 | <0.1 | <0.01 | 0,22  | 7,20  | <1   | 1,70 | 2,00   | <0.05 | <0.05 | 4,50  | <0.01 | 0,15  | 56,00  | 0,20 | 14,86 | 16,00 | 2,70  |
| CC-L-125 | 0,69  | <0.01 | 0,77  | 17,50 | 2519,00 | 24,50 | 19,00 | <0.1 | 0,02  | 0,37  | 10,70 | <1   | 2,20 | 688,20 | <0.05 | 0,05  | 6,70  | 0,01  | 0,87  | 62,00  | 0,40 | 27,45 | 91,00 | 4,10  |
| CC-L-126 | 0,61  | <0.01 | 1,31  | 41,70 | 151,00  | 39,50 | 14,70 | <0.1 | 0,01  | 0,42  | 11,70 | 1,00 | 1,60 | 15,20  | <0.05 | <0.05 | 6,40  | 0,02  | 0,53  | 132,00 | 0,40 | 51,34 | 71,00 | 4,10  |
| CC-L-127 | 0,29  | <0.01 | 0,75  | 7,20  | <50     | 13,30 | 3,40  | <0.1 | <0.01 | 0,20  | 9,10  | <1   | 1,20 | 3,80   | <0.05 | <0.05 | 3,30  | 0,01  | 0,45  | 45,00  | 0,20 | 18,78 | 7,00  | 4,60  |
| CC-L-128 | 0,38  | <0.01 | 0,64  | 21,10 | 167,00  | 24,60 | 17,00 | <0.1 | 0,02  | 0,47  | 8,30  | <1   | 1,60 | 18,70  | <0.05 | <0.05 | 7,20  | <0.01 | 0,49  | 52,00  | 0,10 | 19,36 | 49,00 | 4,60  |
| CC-L-129 | 0,24  | <0.01 | 0,57  | 24,70 | 148,00  | 26,50 | 18,70 | <0.1 | 0,01  | 0,32  | 7,90  | <1   | 1,40 | 17,00  | <0.05 | <0.05 | 8,10  | <0.01 | 0,46  | 45,00  | 0,20 | 16,63 | 51,00 | 3,90  |
| CC-L-130 | 0,28  | <0.01 | 0,54  | 14,50 | 71,00   | 22,00 | 15,50 | <0.1 | <0.01 | 0,29  | 8,10  | <1   | 2,30 | 23,80  | <0.05 | <0.05 | 7,70  | <0.01 | 0,58  | 63,00  | 0,20 | 14,85 | 29,00 | 4,60  |
| CC-L-131 | 0,92  | <0.01 | 0,91  | 11,20 | 92,00   | 22,70 | 10,50 | <0.1 | 0,01  | 0,33  | 7,40  | <1   | 2,50 | 2,30   | <0.05 | <0.05 | 7,10  | 0,02  | 0,76  | 74,00  | 0,30 | 18,39 | 12,00 | 10,60 |
| CC-L-132 | 0,35  | <0.01 | 0,59  | 13,60 | 162,00  | 20,00 | 16,60 | <0.1 | 0,01  | 0,49  | 8,60  | <1   | 1,80 | 13,60  | <0.05 | <0.05 | 7,90  | 0,01  | 0,74  | 80,00  | 0,20 | 23,36 | 19,00 | 5,80  |
| CC-L-133 | 0,11  | <0.01 | 0,36  | <0.5  | <50     | 3,90  | 0,40  | <0.1 | <0.01 | <0.05 | 1,60  | <1   | 0,40 | <0.5   | <0.05 | <0.05 | 0,80  | <0.01 | <0.05 | 23,00  | <0.1 | 0,20  | <1    | 1,30  |
| CC-L-134 | 0,31  | <0.01 | 0,51  | 1,00  | <50     | 6,30  | 0,20  | <0.1 | <0.01 | 0,07  | 1,30  | <1   | 0,50 | <0.5   | <0.05 | <0.05 | 1,60  | <0.01 | 0,15  | 72,00  | <0.1 | 0,31  | <1    | 3,20  |
| CC-L-135 | 0,30  | <0.01 | 0,37  | 11,00 | 57,00   | 21,00 | 22,40 | <0.1 | <0.01 | 0,35  | 5,10  | <1   | 1,10 | 1,60   | <0.05 | <0.05 | 5,10  | <0.01 | 0,37  | 47,00  | 0,20 | 7,23  | 19,00 | 3,80  |
| CC-L-136 | 0,15  | <0.01 | 0,25  | 1,50  | <50     | 12,30 | 4,20  | <0.1 | <0.01 | 0,14  | 7,20  | <1   | 0,90 | 1,00   | <0.05 | <0.05 | 0,80  | <0.01 | 0,30  | 31,00  | 0,20 | 1,75  | <1    | 2,90  |
| CC-L-137 | 0,22  | <0.01 | 0,80  | 4,50  | <50     | 7,40  | 0,90  | <0.1 | <0.01 | 0,14  | 8,60  | <1   | 0,70 | <0.5   | <0.05 | <0.05 | 1,40  | <0.01 | 0,31  | 41,00  | 0,20 | 3,66  | 5,00  | 4,80  |
| CC-L-138 | 0,08  | <0.01 | 0,05  | 0,90  | <50     | 11,40 | 0,30  | <0.1 | <0.01 | 0,06  | 6,70  | <1   | 0,60 | <0.5   | <0.05 | <0.05 | 2,00  | <0.01 | 0,54  | 6,00   | 0,10 | 2,79  | 1,00  | 3,90  |
| CC-L-139 | <0.05 | <0.01 | 0,08  | 1,20  | <50     | 19,40 | 0,30  | <0.1 | <0.01 | 0,41  | 6,00  | <1   | 0,80 | <0.5   | <0.05 | <0.05 | 3,50  | <0.01 | 1,60  | 9,00   | 0,10 | 1,98  | 2,00  | 5,10  |
| CC-L-140 | 0,23  | <0.01 | 0,07  | 1,00  | <50     | 6,50  | <0.2  | <0.1 | <0.01 | 0,10  | 9,10  | <1   | 1,30 | <0.5   | <0.05 | <0.05 | 7,20  | <0.01 | 0,41  | 33,00  | 0,10 | 0,75  | <1    | 18,50 |
| CC-L-141 | 0,38  | <0.01 | 0,37  | 1,90  | <50     | 4,70  | 0,40  | <0.1 | <0.01 | 0,15  | 5,80  | <1   | 0,80 | 0,50   | <0.05 | <0.05 | 2,70  | 0,01  | 0,22  | 38,00  | 0,20 | 1,18  | 3,00  | 7,20  |
| CC-L-142 | 0,68  | <0.01 | 0,27  | 1,10  | <50     | 4,00  | <0.2  | <0.1 | <0.01 | 0,24  | 6,60  | <1   | 2,70 | <0.5   | <0.05 | <0.05 | 4,90  | 0,02  | 0,39  | 68,00  | 0,20 | 0,59  | 3,00  | 16,60 |
| CC-L-143 | 1,52  | <0.01 | 0,32  | 1,10  | <50     | 5,50  | 0,20  | <0.1 | <0.01 | 0,45  | 7,10  | <1   | 2,30 | <0.5   | <0.05 | 0,08  | 10,20 | 0,02  | 0,64  | 98,00  | 0,30 | 0,44  | <1    | 23,30 |
| CC-L-144 | 0,29  | <0.01 | <0.05 | 0,70  | 56,00   | 2,40  | <0.2  | <0.1 | <0.01 | 0,10  | 5,00  | <1   | 0,90 | <0.5   | <0.05 | <0.05 | 5,20  | <0.01 | 0,36  | 28,00  | <0.1 | 0,57  | <1    | 12,50 |

|          |       |       |       |       |        |       |       |      |       |       |      |      |      |       |       |       |      |       |      |        |      |       |        |       |
|----------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|------|-------|-------|------|------|------|-------|-------|-------|------|-------|------|--------|------|-------|--------|-------|
| CC-L-145 | 0,14  | <0.01 | 8,84  | <0.5  | <50    | 5,40  | <0.2  | <0.1 | <0.01 | <0.05 | 4,10 | <1   | 1,70 | <0.5  | <0.05 | <0.05 | 2,40 | <0.01 | 0,34 | 13,00  | 2,50 | 0,73  | <1     | 6,10  |
| CC-L-146 | 0,09  | <0.01 | 0,08  | <0.5  | <50    | 4,70  | <0.2  | <0.1 | <0.01 | <0.05 | 4,30 | <1   | 0,70 | <0.5  | <0.05 | <0.05 | 3,80 | <0.01 | 0,30 | 17,00  | 0,10 | 0,40  | <1     | 11,10 |
| CC-L-147 | <0.05 | <0.01 | <0.05 | <0.5  | <50    | 3,10  | <0.2  | <0.1 | <0.01 | <0.05 | 2,20 | <1   | 0,50 | <0.5  | <0.05 | <0.05 | 1,30 | <0.01 | 0,23 | 2,00   | <0.1 | 0,31  | <1     | 1,60  |
| CC-L-148 | 1,91  | <0.01 | 0,21  | 9,50  | <50    | 4,70  | 0,20  | <0.1 | <0.01 | 0,16  | 6,80 | <1   | 1,40 | <0.5  | <0.05 | <0.05 | 5,20 | 0,01  | 0,54 | 55,00  | 0,10 | 0,83  | 1,00   | 12,10 |
| CC-L-149 | 0,45  | <0.01 | 0,23  | 1,50  | <50    | 6,90  | 1,20  | <0.1 | <0.01 | 0,16  | 6,90 | <1   | 1,50 | <0.5  | <0.05 | <0.05 | 4,90 | 0,01  | 0,36 | 53,00  | 0,10 | 2,29  | 3,00   | 9,60  |
| CC-L-150 | 0,36  | <0.01 | 0,36  | 23,50 | 89,00  | 29,00 | 13,30 | <0.1 | 0,01  | 0,43  | 9,90 | <1   | 2,00 | 12,10 | <0.05 | 0,08  | 7,80 | 0,01  | 0,38 | 92,00  | 0,30 | 22,94 | 34,00  | 4,50  |
| CC-L-151 | 0,10  | <0.01 | 0,13  | 0,80  | <50    | 5,60  | 0,50  | <0.1 | <0.01 | <0.05 | 2,20 | <1   | 0,50 | <0.5  | <0.05 | <0.05 | 0,90 | <0.01 | 0,13 | 63,00  | <0.1 | 0,18  | <1     | <0.5  |
| CC-L-152 | 1,02  | <0.01 | 0,18  | 0,80  | 70,00  | 3,10  | <0.2  | <0.1 | <0.01 | 0,26  | 2,80 | <1   | 1,90 | <0.5  | <0.05 | <0.05 | 5,20 | 0,01  | 0,25 | 66,00  | 0,10 | 0,22  | <1     | 13,10 |
| CC-L-153 | 0,08  | <0.01 | <0.05 | <0.5  | <50    | 2,60  | <0.2  | <0.1 | <0.01 | <0.05 | 2,00 | <1   | 0,60 | <0.5  | <0.05 | <0.05 | 2,20 | <0.01 | 0,21 | 6,00   | <0.1 | 0,24  | <1     | 4,30  |
| CC-L-154 | 0,60  | <0.01 | 0,23  | <0.5  | <50    | 2,80  | <0.2  | <0.1 | <0.01 | 0,17  | 2,40 | <1   | 1,30 | <0.5  | <0.05 | <0.05 | 4,80 | 0,01  | 0,27 | 61,00  | <0.1 | 0,34  | <1     | 12,80 |
| CC-L-155 | 0,65  | <0.01 | 0,13  | 1,10  | <50    | 2,20  | <0.2  | <0.1 | <0.01 | 0,18  | 3,20 | <1   | 1,40 | <0.5  | <0.05 | <0.05 | 4,20 | 0,01  | 0,26 | 61,00  | 0,10 | 0,27  | <1     | 13,60 |
| CC-L-156 | <0.05 | <0.01 | <0.05 | 0,70  | <50    | 4,60  | <0.2  | <0.1 | <0.01 | <0.05 | 1,50 | <1   | 0,50 | <0.5  | <0.05 | <0.05 | 1,60 | <0.01 | 0,21 | 6,00   | <0.1 | 0,45  | <1     | 2,50  |
| CC-L-157 | 0,22  | <0.01 | 0,16  | 6,10  | <50    | 9,10  | 5,50  | <0.1 | <0.01 | 0,19  | 4,40 | <1   | 0,60 | 2,10  | <0.05 | <0.05 | 2,90 | <0.01 | 0,43 | 40,00  | 0,10 | 5,30  | 4,00   | 3,00  |
| CC-L-158 | 0,23  | <0.01 | 0,11  | 0,70  | <50    | 4,90  | <0.2  | <0.1 | <0.01 | 0,08  | 1,80 | <1   | 0,70 | <0.5  | <0.05 | <0.05 | 1,70 | <0.01 | 0,29 | 50,00  | 0,10 | 0,47  | <1     | 1,00  |
| CC-L-159 | 1,01  | <0.01 | 0,26  | 1,50  | 60,00  | 4,50  | 0,20  | <0.1 | <0.01 | 0,29  | 3,10 | <1   | 2,30 | <0.5  | <0.05 | <0.05 | 6,40 | 0,02  | 0,42 | 103,00 | 0,10 | 0,58  | 1,00   | 13,30 |
| CC-L-160 | 0,71  | <0.01 | 0,37  | 2,00  | <50    | 4,10  | <0.2  | <0.1 | <0.01 | 0,23  | 3,40 | <1   | 1,60 | <0.5  | <0.05 | <0.05 | 6,60 | 0,02  | 0,52 | 66,00  | 0,30 | 0,34  | 1,00   | 17,00 |
| CC-L-161 | 0,47  | <0.01 | 0,15  | 0,90  | <50    | 2,10  | <0.2  | <0.1 | <0.01 | 0,10  | 1,80 | <1   | 1,00 | <0.5  | <0.05 | <0.05 | 3,70 | <0.01 | 0,30 | 44,00  | <0.1 | 0,12  | 1,00   | 11,10 |
| CC-L-162 | 0,35  | <0.01 | 0,40  | 22,00 | 122,00 | 21,90 | 12,60 | <0.1 | 0,01  | 0,35  | 8,70 | 1,00 | 2,00 | 27,70 | <0.05 | <0.05 | 8,50 | <0.01 | 0,77 | 76,00  | 0,20 | 24,06 | 26,00  | 8,40  |
| CC-L-163 | 0,29  | <0.01 | 0,23  | 27,30 | 217,00 | 20,00 | 18,90 | <0.1 | 0,01  | 0,31  | 5,90 | 1,00 | 1,20 | 17,70 | <0.05 | <0.05 | 6,70 | <0.01 | 0,42 | 40,00  | <0.1 | 17,11 | 65,00  | 1,30  |
| CC-L-164 | 0,35  | <0.01 | 0,22  | 7,70  | 93,00  | 20,20 | 16,60 | <0.1 | <0.01 | 0,21  | 7,30 | <1   | 1,40 | 6,90  | <0.05 | <0.05 | 6,50 | <0.01 | 0,67 | 50,00  | <0.1 | 4,97  | 16,00  | 4,90  |
| CC-L-165 | <0.05 | <0.01 | <0.05 | 0,50  | <50    | 3,70  | 0,30  | <0.1 | <0.01 | <0.05 | 0,50 | <1   | 0,60 | <0.5  | <0.05 | <0.05 | 0,40 | <0.01 | 0,15 | 3,00   | <0.1 | <0.05 | <1     | <0.5  |
| CC-L-166 | 0,05  | <0.01 | <0.05 | 0,60  | <50    | 4,00  | <0.2  | <0.1 | <0.01 | <0.05 | 2,00 | <1   | 0,90 | <0.5  | <0.05 | <0.05 | 5,90 | <0.01 | 0,70 | 11,00  | <0.1 | 0,26  | <1     | 9,90  |
| CC-L-167 | 0,68  | <0.01 | 0,14  | 0,90  | <50    | 3,50  | <0.2  | <0.1 | <0.01 | 0,23  | 2,10 | <1   | 2,00 | <0.5  | <0.05 | <0.05 | 8,90 | 0,01  | 0,33 | 53,00  | <0.1 | <0.05 | <1     | 16,10 |
| CC-L-168 | 0,87  | <0.01 | 0,20  | 0,90  | 68,00  | 3,10  | <0.2  | <0.1 | <0.01 | 0,19  | 1,70 | <1   | 1,40 | <0.5  | <0.05 | <0.05 | 6,50 | 0,01  | 0,25 | 60,00  | <0.1 | 0,08  | <1     | 12,60 |
| CC-L-169 | 0,90  | <0.01 | 0,15  | 1,30  | 56,00  | 2,90  | <0.2  | <0.1 | <0.01 | 0,18  | 1,60 | <1   | 1,50 | <0.5  | <0.05 | <0.05 | 6,80 | 0,01  | 0,28 | 55,00  | <0.1 | 0,14  | <1     | 13,00 |
| CC-L-170 | 0,06  | <0.01 | 0,06  | 1,70  | <50    | 13,60 | 0,80  | <0.1 | <0.01 | <0.05 | 2,80 | <1   | 0,90 | 0,90  | <0.05 | 0,07  | 3,90 | <0.01 | 0,75 | 6,00   | 0,20 | 1,94  | 1,00   | 6,00  |
| CC-L-171 | 0,10  | <0.01 | 0,10  | 0,80  | <50    | 3,20  | 0,40  | <0.1 | <0.01 | 0,06  | 1,20 | <1   | 0,70 | <0.5  | <0.05 | <0.05 | 3,20 | <0.01 | 0,26 | 6,00   | 0,30 | 0,33  | <1     | 3,10  |
| CC-L-172 | 1,12  | <0.01 | 0,33  | 1,00  | 57,00  | 3,30  | 0,30  | <0.1 | <0.01 | 0,20  | 2,00 | <1   | 1,70 | <0.5  | <0.05 | <0.05 | 7,90 | 0,01  | 0,36 | 53,00  | 0,30 | 0,11  | <1     | 14,10 |
| CC-L-173 | 0,20  | <0.01 | 0,19  | 1,00  | <50    | 6,80  | 0,30  | <0.1 | <0.01 | <0.05 | 1,70 | <1   | 1,00 | <0.5  | <0.05 | 0,06  | 5,80 | <0.01 | 0,51 | 14,00  | 0,10 | 0,17  | <1     | 6,40  |
| CC-L-174 | 0,32  | <0.01 | 0,11  | 1,60  | <50    | 4,20  | <0.2  | <0.1 | <0.01 | 0,10  | 3,10 | <1   | 0,90 | <0.5  | <0.05 | <0.05 | 4,10 | <0.01 | 0,28 | 35,00  | 0,10 | 0,31  | 1,00   | 10,90 |
| CC-L-175 | 0,16  | <0.01 | 0,62  | 2,60  | 65,00  | 8,80  | 3,70  | <0.1 | <0.01 | 0,06  | 2,80 | <1   | 0,90 | 0,60  | <0.05 | <0.05 | 2,60 | <0.01 | 0,31 | 66,00  | 0,20 | 2,70  | 1,00   | 1,10  |
| CC-L-176 | 0,28  | <0.01 | 0,43  | 2,60  | <50    | 4,40  | 0,40  | <0.1 | <0.01 | 0,10  | 2,80 | <1   | 0,80 | <0.5  | <0.05 | <0.05 | 2,30 | 0,02  | 0,21 | 41,00  | 0,20 | 0,19  | 2,00   | 4,40  |
| CC-L-177 | 0,81  | <0.01 | 0,30  | 1,20  | 62,00  | 3,60  | <0.2  | <0.1 | <0.01 | 0,20  | 2,20 | <1   | 1,70 | <0.5  | <0.05 | <0.05 | 6,50 | 0,02  | 0,40 | 80,00  | 0,20 | 0,13  | <1     | 14,80 |
| CC-L-178 | 0,39  | <0.01 | 0,07  | 1,10  | <50    | 10,50 | <0.2  | <0.1 | <0.01 | 0,08  | 2,50 | <1   | 1,30 | <0.5  | <0.05 | <0.05 | 7,70 | <0.01 | 1,00 | 26,00  | <0.1 | 1,44  | <1     | 9,30  |
| CC-L-179 | 0,28  | <0.01 | 0,26  | 21,70 | 219,00 | 22,40 | 11,90 | <0.1 | 0,01  | 0,46  | 6,50 | <1   | 1,40 | 12,40 | <0.05 | <0.05 | 6,60 | <0.01 | 0,40 | 50,00  | 0,50 | 17,13 | 42,00  | 2,70  |
| CC-L-180 | 0,60  | <0.01 | 0,60  | 41,30 | 806,00 | 39,80 | 36,80 | <0.1 | 0,02  | 0,88  | 9,90 | 1,00 | 2,10 | 10,30 | <0.05 | 0,09  | 7,90 | 0,02  | 1,01 | 76,00  | 0,30 | 23,36 | 100,00 | 4,10  |
| CC-L-181 | 0,20  | 0,05  | 0,13  | 12,20 | 108,00 | 16,10 | 11,70 | <0.1 | 0,04  | 0,19  | 5,90 | <1   | 1,20 | 35,40 | <0.05 | <0.05 | 5,20 | <0.01 | 1,03 | 39,00  | 0,20 | 14,31 | 22,00  | 2,30  |

|                |      |       |       |       |        |       |       |      |       |       |       |      |      |       |       |       |       |       |      |        |      |       |       |       |
|----------------|------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|------|-------|-------|-------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|------|--------|------|-------|-------|-------|
| CC-L-182       | 0,43 | <0.01 | 0,20  | 1,40  | <50    | 4,60  | 0,30  | <0.1 | <0.01 | 0,15  | 3,30  | <1   | 1,20 | <0.5  | <0.05 | <0.05 | 3,70  | <0.01 | 0,28 | 43,00  | 0,10 | 0,35  | 2,00  | 10,10 |
| CC-L-183       | 0,08 | <0.01 | 0,09  | <0.5  | <50    | 3,80  | <0.2  | <0.1 | <0.01 | <0.05 | 1,40  | <1   | 0,60 | <0.5  | <0.05 | <0.05 | 1,40  | <0.01 | 0,09 | 23,00  | <0.1 | 0,61  | <1    | 1,30  |
| CC-L-184       | 0,34 | <0.01 | 0,27  | 0,80  | <50    | 5,20  | <0.2  | <0.1 | <0.01 | 0,09  | 1,00  | <1   | 0,70 | <0.5  | <0.05 | <0.05 | 3,20  | <0.01 | 0,23 | 46,00  | 0,20 | 0,10  | <1    | 4,70  |
| CC-L-185       | 0,62 | <0.01 | 0,13  | 0,80  | 57,00  | 6,60  | <0.2  | <0.1 | <0.01 | 0,18  | 1,70  | <1   | 1,70 | <0.5  | <0.05 | <0.05 | 6,40  | 0,01  | 0,29 | 73,00  | <0.1 | <0.05 | <1    | 14,20 |
| CC-L-186       | 0,08 | <0.01 | <0.05 | 0,90  | <50    | 2,30  | <0.2  | <0.1 | <0.01 | 0,05  | 2,20  | <1   | 0,80 | <0.5  | <0.05 | <0.05 | 5,30  | <0.01 | 0,31 | 16,00  | <0.1 | 0,21  | <1    | 9,60  |
| CC-L-187       | 0,92 | <0.01 | 0,21  | 0,90  | 62,00  | 4,00  | <0.2  | <0.1 | <0.01 | 0,17  | 1,80  | <1   | 1,60 | <0.5  | <0.05 | <0.05 | 7,00  | 0,01  | 0,29 | 64,00  | 0,10 | 0,07  | <1    | 9,90  |
| CC-L-188       | 0,12 | <0.01 | 0,17  | 0,80  | <50    | 2,60  | <0.2  | <0.1 | <0.01 | 0,07  | 1,10  | <1   | 0,50 | <0.5  | <0.05 | <0.05 | 1,40  | <0.01 | 0,06 | 12,00  | 0,20 | 0,17  | <1    | 1,50  |
| CC-L-189       | 0,22 | <0.01 | 0,11  | 11,70 | 93,00  | 9,30  | 27,20 | <0.1 | <0.01 | 0,14  | 5,20  | <1   | 1,30 | 3,40  | <0.05 | <0.05 | 5,30  | <0.01 | 0,22 | 42,00  | 0,50 | 14,07 | 20,00 | 1,20  |
| CC-L-190       | 0,32 | <0.01 | 0,26  | 18,80 | 108,00 | 19,50 | 18,30 | <0.1 | <0.01 | 0,26  | 7,50  | <1   | 1,50 | 33,90 | <0.05 | <0.05 | 7,90  | <0.01 | 0,51 | 49,00  | 0,20 | 18,52 | 30,00 | 6,40  |
| CC-L-191       | 0,42 | <0.01 | 0,32  | 28,10 | 441,00 | 17,00 | 24,90 | <0.1 | <0.01 | 0,49  | 7,50  | <1   | 1,90 | 21,30 | <0.05 | <0.05 | 7,40  | <0.01 | 0,74 | 55,00  | 0,10 | 18,72 | 58,00 | 8,00  |
| CC-L-197 (10)  | 0,70 | <0.01 | <0.05 | 10,10 | 137,00 | 13,80 | 12,10 | <0.1 | <0.01 | 0,35  | 6,60  | <1   | 2,40 | 1,80  | <0.05 | <0.05 | 8,00  | 0,02  | 0,21 | 78,00  | <0.1 | 16,68 | 14,00 | 11,40 |
| CC-L-198 (20)  | 0,52 | <0.01 | 0,09  | 13,70 | 77,00  | 8,30  | 13,20 | <0.1 | <0.01 | 0,28  | 7,20  | <1   | 2,10 | 1,30  | <0.05 | 0,05  | 7,90  | 0,03  | 0,18 | 52,00  | <0.1 | 14,61 | 18,00 | 11,80 |
| CC-L-199 (34)  | 0,57 | <0.01 | 0,62  | 15,00 | 541,00 | 27,10 | 14,30 | <0.1 | 0,01  | 0,58  | 9,50  | 2,00 | 1,80 | 12,10 | <0.05 | <0.05 | 4,50  | 0,01  | 0,59 | 76,00  | 0,50 | 21,67 | 30,00 | 3,20  |
| CC-L-200 (51)  | 0,71 | <0.01 | 0,63  | 4,30  | 77,00  | 16,30 | 4,20  | <0.1 | 0,01  | 0,31  | 8,80  | 2,00 | 2,30 | <0.5  | <0.05 | <0.05 | 7,80  | 0,02  | 0,54 | 71,00  | 0,20 | 10,75 | 6,00  | 15,90 |
| CC-L-201 (57)  | 0,36 | <0.01 | 0,69  | 10,20 | 104,00 | 3,30  | 4,80  | <0.1 | <0.01 | 0,22  | 5,30  | 1,00 | 1,30 | 1,10  | <0.05 | <0.05 | 5,00  | 0,02  | 0,50 | 57,00  | 0,40 | 39,52 | 14,00 | 1,50  |
| CC-L-202 (67)  | 0,22 | <0.01 | 0,23  | 6,70  | 78,00  | 10,50 | 5,80  | <0.1 | <0.01 | 0,16  | 5,00  | <1   | 1,20 | 13,20 | <0.05 | <0.05 | 5,50  | <0.01 | 0,11 | 57,00  | 0,10 | 10,62 | 11,00 | 3,60  |
| CC-L-203 (77)  | 0,31 | <0.01 | 0,50  | 12,20 | 134,00 | 20,20 | 14,40 | <0.1 | <0.01 | 0,34  | 11,90 | 2,00 | 2,50 | 13,50 | <0.05 | <0.05 | 9,40  | 0,01  | 0,63 | 102,00 | 0,20 | 19,17 | 11,00 | 11,20 |
| CC-L-204 (87)  | 0,62 | <0.01 | 0,78  | 34,20 | 112,00 | 23,20 | 15,10 | <0.1 | <0.01 | 0,40  | 15,00 | 3,00 | 2,20 | 7,50  | <0.05 | <0.05 | 10,30 | 0,02  | 0,78 | 101,00 | 0,30 | 41,33 | 71,00 | 15,70 |
| CC-L-205 (97)  | 0,18 | <0.01 | 0,23  | 1,30  | <50    | 5,40  | 1,50  | <0.1 | <0.01 | 0,08  | 3,40  | <1   | 0,60 | <0.5  | <0.05 | <0.05 | 2,70  | <0.01 | 0,35 | 37,00  | <0.1 | 1,66  | <1    | 3,40  |
| CC-L-206 (107) | 0,43 | <0.01 | 0,35  | 12,00 | 174,00 | 22,00 | 15,20 | <0.1 | <0.01 | 0,33  | 9,40  | 1,00 | 1,40 | 13,10 | <0.05 | <0.05 | 8,80  | <0.01 | 0,94 | 75,00  | 0,20 | 15,29 | 19,00 | 6,50  |
| CC-L-207 (117) | 0,45 | <0.01 | 0,59  | 17,20 | 243,00 | 21,10 | 16,40 | <0.1 | <0.01 | 0,63  | 10,10 | 2,00 | 1,90 | 3,70  | <0.05 | <0.05 | 7,80  | 0,01  | 0,36 | 79,00  | 0,40 | 15,32 | 35,00 | 7,80  |
| CC-L-208 (128) | 0,29 | <0.01 | 0,10  | 23,10 | 256,00 | 25,50 | 16,90 | <0.1 | <0.01 | 0,23  | 7,80  | <1   | 1,30 | 17,60 | <0.05 | <0.05 | 7,50  | <0.01 | 0,50 | 45,00  | 0,10 | 19,94 | 56,00 | 2,70  |
| CC-L-209 (137) | 0,16 | <0.01 | 0,13  | 4,30  | <50    | 6,70  | 0,80  | <0.1 | <0.01 | 0,08  | 2,90  | <1   | 0,60 | <0.5  | <0.05 | <0.05 | 1,80  | <0.01 | 0,23 | 34,00  | 0,10 | 2,73  | 3,00  | 3,30  |
| CC-L-210 (147) | 0,07 | <0.01 | <0.05 | 0,50  | <50    | 3,50  | <0.2  | <0.1 | <0.01 | <0.05 | 0,70  | <1   | 0,50 | <0.5  | <0.05 | <0.05 | 1,40  | <0.01 | 0,26 | 3,00   | <0.1 | 0,11  | <1    | 1,40  |
| CC-L-211 (158) | 0,28 | <0.01 | 0,27  | 1,00  | <50    | 5,60  | 1,00  | <0.1 | <0.01 | 0,07  | 0,90  | <1   | 0,60 | <0.5  | <0.05 | 0,11  | 1,90  | <0.01 | 0,24 | 45,00  | 0,40 | 0,24  | <1    | 0,90  |
| CC-L-212 (167) | 0,63 | <0.01 | 0,23  | 0,90  | <50    | 3,70  | 0,50  | <0.1 | <0.01 | 0,15  | 1,90  | <1   | 1,70 | <0.5  | <0.05 | 0,06  | 7,90  | 0,01  | 0,30 | 53,00  | 0,20 | <0.05 | <1    | 15,40 |
| CC-L-213 (177) | 0,77 | <0.01 | 0,25  | 1,10  | 55,00  | 2,90  | 0,40  | <0.1 | <0.01 | 0,20  | 2,00  | <1   | 1,90 | <0.5  | <0.05 | <0.05 | 6,60  | 0,02  | 0,41 | 82,00  | 0,20 | 0,07  | 1,00  | 15,90 |
| CC-L-214 (187) | 0,54 | <0.01 | 0,24  | 0,70  | 51,00  | 2,10  | <0.2  | <0.1 | <0.01 | 0,12  | 1,00  | <1   | 2,00 | <0.5  | <0.05 | <0.05 | 3,70  | <0.01 | 0,19 | 49,00  | 0,40 | <0.05 | <1    | 7,00  |

## **APÊNDICE B - SUMÁRIO ESTATÍSTICO**

**Sumário estatístico de variáveis analisadas em amostras do horizonte A dos solos podzolizados.**

|        | Valores Válidos | % Válidos | Mínimo  | 1º Quartil | Média   | Mediana | 3º Quartil | Máximo   | Desvio Padrão |
|--------|-----------------|-----------|---------|------------|---------|---------|------------|----------|---------------|
| Al_%   | 48              | 100       | 0,290   | 0,695      | 1,054   | 0,980   | 1,355      | 2,290    | 0,451         |
| As_ppm | 45              | 94        | 1,000   | 3,000      | 5,889   | 5,000   | 8,000      | 15,000   | 3,284         |
| Ba_ppm | 48              | 100       | 9,000   | 34,500     | 71,583  | 66,000  | 88,500     | 304,000  | 53,348        |
| Be_ppm | 47              | 98        | 0,200   | 0,800      | 1,564   | 1,500   | 2,200      | 4,100    | 0,953         |
| Bi_ppm | 48              | 100       | 0,070   | 0,170      | 0,253   | 0,265   | 0,315      | 0,460    | 0,097         |
| Ca_%   | 48              | 100       | 0,030   | 0,085      | 0,229   | 0,150   | 0,245      | 2,860    | 0,404         |
| Cd_ppm | 47              | 98        | 0,020   | 0,050      | 0,066   | 0,060   | 0,090      | 0,160    | 0,032         |
| Ce_ppm | 48              | 100       | 22,010  | 45,665     | 57,090  | 57,205  | 71,230     | 92,560   | 17,973        |
| Co_ppm | 48              | 100       | 1,800   | 9,400      | 13,365  | 12,350  | 15,450     | 39,000   | 7,519         |
| Cr_ppm | 48              | 100       | 7,000   | 21,000     | 28,625  | 28,500  | 36,000     | 51,000   | 10,854        |
| Cs_ppm | 48              | 100       | 0,400   | 0,855      | 1,187   | 1,050   | 1,395      | 2,840    | 0,536         |
| Cu_ppm | 48              | 100       | 3,600   | 11,700     | 17,823  | 18,350  | 23,250     | 30,900   | 7,333         |
| Fe_%   | 48              | 100       | 0,530   | 2,460      | 3,007   | 3,100   | 3,700      | 5,140    | 1,056         |
| Ga_ppm | 48              | 100       | 2,300   | 5,700      | 6,829   | 6,550   | 8,550      | 11,800   | 2,123         |
| Hf_ppm | 46              | 96        | 0,060   | 0,080      | 0,119   | 0,120   | 0,140      | 0,210    | 0,039         |
| Hg_ppm | 21              | 44        | 0,010   | 0,010      | 0,011   | 0,010   | 0,010      | 0,040    | 0,007         |
| In_ppm | 46              | 96        | 0,020   | 0,030      | 0,037   | 0,035   | 0,040      | 0,060    | 0,010         |
| K_%    | 47              | 98        | 0,010   | 0,030      | 0,077   | 0,060   | 0,110      | 0,280    | 0,060         |
| La_ppm | 48              | 100       | 5,000   | 22,500     | 33,631  | 32,750  | 40,800     | 130,800  | 20,962        |
| Li_ppm | 47              | 98        | 1,000   | 3,000      | 11,894  | 7,000   | 14,000     | 78,000   | 14,048        |
| Mg_%   | 46              | 96        | 0,010   | 0,020      | 0,089   | 0,045   | 0,100      | 0,620    | 0,123         |
| Mn_%   | 48              | 100       | 159,000 | 384,000    | 772,792 | 716,000 | 1008,000   | 2784,000 | 521,385       |
| Mo_ppm | 48              | 100       | 0,160   | 0,370      | 0,499   | 0,440   | 0,600      | 1,050    | 0,206         |
| Nb_ppm | 48              | 100       | 0,080   | 0,340      | 0,945   | 0,495   | 0,705      | 21,020   | 2,969         |
| Ni_ppm | 48              | 100       | 2,000   | 9,200      | 15,279  | 15,750  | 20,850     | 31,800   | 7,043         |
| P_ppm  | 48              | 100       | 61,000  | 171,500    | 330,375 | 269,000 | 428,000    | 1235,000 | 228,002       |
| Pb_ppm | 48              | 100       | 7,500   | 12,000     | 15,310  | 14,550  | 19,500     | 26,500   | 5,021         |
| Rb_ppm | 48              | 100       | 4,500   | 9,700      | 14,306  | 14,150  | 18,250     | 25,700   | 5,547         |
| Sb_ppm | 48              | 100       | 0,080   | 0,230      | 0,325   | 0,325   | 0,405      | 0,720    | 0,132         |
| Sc_ppm | 48              | 100       | 1,800   | 5,300      | 6,656   | 6,550   | 8,150      | 14,600   | 2,306         |
| Sn_ppm | 48              | 100       | 1,300   | 1,700      | 2,600   | 2,200   | 2,550      | 19,600   | 2,624         |
| Sr_ppm | 48              | 100       | 0,900   | 3,300      | 13,492  | 7,550   | 14,100     | 109,000  | 20,140        |
| Th_ppm | 48              | 100       | 2,100   | 4,200      | 5,465   | 5,200   | 6,300      | 12,300   | 2,107         |
| Ti_ppm | 48              | 100       | 0,050   | 0,160      | 0,238   | 0,220   | 0,275      | 0,790    | 0,126         |
| U_ppm  | 48              | 100       | 0,130   | 0,305      | 0,476   | 0,490   | 0,605      | 0,990    | 0,221         |
| V_ppm  | 48              | 100       | 20,000  | 41,000     | 56,188  | 57,500  | 67,500     | 117,000  | 20,009        |
| W_ppm  | 36              | 75        | 0,100   | 0,100      | 0,253   | 0,200   | 0,250      | 2,500    | 0,392         |
| Y_ppm  | 48              | 100       | 5,180   | 18,650     | 26,645  | 25,275  | 34,080     | 53,190   | 11,238        |
| Zn_ppm | 48              | 100       | 3,000   | 17,000     | 28,792  | 23,500  | 38,500     | 67,000   | 16,509        |
| Zr_ppm | 48              | 100       | 2,100   | 3,100      | 4,760   | 4,600   | 5,600      | 11,600   | 2,094         |

**Sumário estatístico de variáveis analisadas em amostras do horizonte B de todo os tipos de solos da área de estudo.**

|        | Valores Válidos | % Válidos | Mínimo | 1º Quartil | Média   | Mediana | 3º Quartil | Máximo   | Desvio Padrão |
|--------|-----------------|-----------|--------|------------|---------|---------|------------|----------|---------------|
| Ag_ppm | 154             | 81        | 0,020  | 0,080      | 0,244   | 0,120   | 0,220      | 4,160    | 0,460         |
| Al_%   | 191             | 100       | 0,110  | 0,590      | 1,165   | 0,920   | 1,620      | 4,410    | 0,761         |
| As_ppm | 165             | 86        | 1,000  | 3,000      | 6,642   | 5,000   | 9,000      | 29,000   | 4,904         |
| Ba_ppm | 126             | 66        | 6,000  | 24,000     | 56,556  | 51,000  | 78,000     | 381,000  | 45,294        |
| Be_ppm | 131             | 69        | 0,100  | 0,600      | 1,609   | 1,600   | 2,300      | 5,400    | 1,042         |
| Bi_ppm | 187             | 98        | 0,020  | 0,150      | 0,277   | 0,260   | 0,390      | 0,800    | 0,152         |
| Ca_%   | 129             | 68        | 0,010  | 0,080      | 0,234   | 0,150   | 0,210      | 8,880    | 0,778         |
| Cd_ppm | 104             | 54        | 0,010  | 0,020      | 0,044   | 0,030   | 0,050      | 0,240    | 0,038         |
| Ce_ppm | 191             | 100       | 1,070  | 15,940     | 42,773  | 44,330  | 61,480     | 138,950  | 29,035        |
| Co_ppm | 176             | 92        | 0,100  | 0,700      | 10,514  | 9,950   | 15,800     | 65,700   | 9,904         |
| Cr_ppm | 191             | 100       | 3,000  | 17,000     | 27,733  | 28,000  | 37,000     | 77,000   | 14,913        |
| Cs_ppm | 154             | 81        | 0,070  | 0,580      | 1,082   | 0,925   | 1,360      | 4,110    | 0,744         |
| Cu_ppm | 191             | 100       | 0,600  | 4,000      | 14,342  | 13,300  | 22,100     | 62,700   | 10,911        |
| Fe_%   | 191             | 100       | 0,020  | 1,420      | 2,677   | 2,700   | 4,050      | 8,240    | 1,652         |
| Ga_ppm | 191             | 100       | 0,600  | 5,000      | 7,673   | 7,800   | 10,200     | 20,900   | 3,760         |
| Hf_ppm | 181             | 95        | 0,050  | 0,140      | 0,227   | 0,200   | 0,280      | 1,240    | 0,133         |
| Hg_ppm | 135             | 71        | 0,010  | 0,020      | 0,047   | 0,040   | 0,060      | 0,340    | 0,040         |
| In_ppm | 145             | 76        | 0,020  | 0,030      | 0,040   | 0,040   | 0,050      | 0,080    | 0,013         |
| K_%    | 131             | 69        | 0,010  | 0,040      | 0,091   | 0,070   | 0,110      | 0,420    | 0,080         |
| La_ppm | 191             | 100       | 0,500  | 4,400      | 24,044  | 23,700  | 37,600     | 89,300   | 20,579        |
| Li_ppm | 123             | 64        | 1,000  | 3,000      | 10,959  | 9,000   | 15,000     | 53,000   | 9,733         |
| Mg_%   | 117             | 61        | 0,010  | 0,030      | 0,079   | 0,050   | 0,100      | 0,460    | 0,084         |
| Mn_ppm | 177             | 93        | 5,000  | 49,000     | 416,847 | 400,000 | 611,000    | 2055,000 | 377,432       |
| Mo_ppm | 186             | 97        | 0,050  | 0,290      | 0,524   | 0,450   | 0,650      | 2,190    | 0,363         |
| Nb_ppm | 180             | 94        | 0,050  | 0,175      | 0,424   | 0,325   | 0,545      | 8,840    | 0,681         |
| Ni_ppm | 183             | 96        | 0,500  | 2,000      | 12,174  | 10,600  | 20,200     | 46,400   | 10,089        |
| P_ppm  | 141             | 74        | 52,000 | 93,000     | 196,631 | 142,000 | 215,000    | 2519,000 | 240,885       |
| Pb_ppm | 191             | 100       | 2,100  | 6,400      | 14,872  | 14,000  | 20,800     | 55,100   | 9,628         |
| Rb_ppm | 164             | 86        | 0,200  | 4,700      | 13,034  | 12,650  | 17,900     | 50,000   | 10,005        |
| Sb_ppm | 173             | 91        | 0,050  | 0,200      | 0,337   | 0,320   | 0,440      | 1,840    | 0,205         |
| Sc_ppm | 191             | 100       | 0,500  | 4,100      | 6,886   | 6,900   | 9,200      | 17,200   | 3,533         |
| Se_ppm | 89              | 47        | 1,000  | 1,000      | 1,787   | 2,000   | 2,000      | 6,000    | 0,846         |
| Sn_ppm | 190             | 99        | 0,400  | 1,000      | 1,567   | 1,500   | 2,000      | 5,600    | 0,765         |
| Sr_ppm | 134             | 70        | 0,500  | 3,400      | 16,233  | 8,400   | 15,800     | 688,200  | 59,578        |
| Th_ppm | 191             | 100       | 0,400  | 4,000      | 5,976   | 6,200   | 7,800      | 15,800   | 2,640         |
| Ti_%   | 100             | 52        | 0,010  | 0,010      | 0,016   | 0,020   | 0,020      | 0,070    | 0,008         |
| Tl_ppm | 113             | 59        | 0,020  | 0,140      | 0,211   | 0,200   | 0,280      | 0,520    | 0,115         |
| U_ppm  | 190             | 99        | 0,060  | 0,320      | 0,527   | 0,465   | 0,640      | 2,820    | 0,335         |
| V_ppm  | 191             | 100       | 1,000  | 41,000     | 57,147  | 56,000  | 73,000     | 132,000  | 25,633        |
| W_ppm  | 153             | 80        | 0,100  | 0,200      | 0,320   | 0,200   | 0,300      | 10,700   | 0,874         |
| Y_ppm  | 188             | 98        | 0,070  | 1,960      | 16,098  | 15,760  | 24,160     | 64,360   | 14,184        |
| Zn_ppm | 144             | 75        | 1,000  | 10,000     | 25,646  | 22,000  | 38,000     | 100,000  | 20,202        |
| Zr_ppm | 186             | 97        | 0,700  | 3,600      | 6,928   | 5,950   | 9,800      | 23,800   | 4,480         |

**Sumário estatístico de variáveis analisadas em amostras do horizonte B da associação  
nitossolos/argissolos.**

|        | Valores<br>Válidos | Média   | Mediana | Mínimo | Máximo   | 1º<br>Quartil | 3º<br>Quartil | Desvio<br>Padrão |
|--------|--------------------|---------|---------|--------|----------|---------------|---------------|------------------|
| Ag_ppm | 52                 | 0,249   | 0,120   | 0,050  | 2,550    | 0,090         | 0,245         | 0,421            |
| Al_%   | 64                 | 1,464   | 1,450   | 0,220  | 4,410    | 0,910         | 1,745         | 0,758            |
| As_ppm | 63                 | 8,556   | 7,000   | 2,000  | 29,000   | 4,000         | 12,000        | 5,438            |
| Ba_ppm | 58                 | 57,052  | 53,500  | 11,000 | 184,000  | 32,000        | 79,000        | 33,793           |
| Be_ppm | 59                 | 1,834   | 1,700   | 0,300  | 5,400    | 1,100         | 2,400         | 1,033            |
| Bi_ppm | 63                 | 0,365   | 0,360   | 0,060  | 0,720    | 0,260         | 0,450         | 0,142            |
| Cd_ppm | 42                 | 0,058   | 0,040   | 0,010  | 0,240    | 0,030         | 0,070         | 0,051            |
| Ce_ppm | 64                 | 57,626  | 56,470  | 2,280  | 138,950  | 42,350        | 69,790        | 24,767           |
| Co_ppm | 63                 | 14,879  | 13,900  | 0,100  | 46,200   | 10,000        | 19,200        | 8,556            |
| Cr_ppm | 64                 | 33,547  | 32,000  | 3,000  | 68,000   | 25,500        | 42,000        | 13,362           |
| Cs_ppm | 62                 | 1,133   | 0,980   | 0,080  | 3,260    | 0,660         | 1,360         | 0,656            |
| Cu_ppm | 64                 | 20,948  | 20,700  | 0,800  | 62,700   | 13,850        | 28,300        | 10,820           |
| Fe_%   | 64                 | 3,538   | 3,635   | 0,280  | 7,110    | 2,705         | 4,455         | 1,315            |
| Ga_ppm | 64                 | 9,133   | 8,900   | 0,800  | 16,900   | 7,000         | 11,100        | 3,356            |
| Hf_ppm | 62                 | 0,206   | 0,190   | 0,080  | 0,490    | 0,140         | 0,250         | 0,090            |
| Hg_ppm | 48                 | 0,047   | 0,040   | 0,010  | 0,170    | 0,020         | 0,060         | 0,033            |
| In_ppm | 57                 | 0,042   | 0,040   | 0,020  | 0,080    | 0,030         | 0,050         | 0,014            |
| La_ppm | 64                 | 35,030  | 32,150  | 1,000  | 89,300   | 24,400        | 41,950        | 20,744           |
| Li_ppm | 59                 | 12,593  | 10,000  | 1,000  | 53,000   | 4,000         | 15,000        | 11,525           |
| Mn_ppm | 64                 | 569,266 | 509,000 | 7,000  | 2055,000 | 368,000       | 719,000       | 362,151          |
| Mo_ppm | 64                 | 0,559   | 0,490   | 0,080  | 1,470    | 0,340         | 0,695         | 0,299            |
| Nb_ppm | 61                 | 0,449   | 0,400   | 0,050  | 1,310    | 0,230         | 0,650         | 0,271            |
| Ni_ppm | 63                 | 17,394  | 16,800  | 0,800  | 46,400   | 11,400        | 21,700        | 9,448            |
| P_ppm  | 60                 | 241,033 | 156,500 | 65,000 | 2519,000 | 108,000       | 250,500       | 334,500          |
| Pb_ppm | 64                 | 20,736  | 20,350  | 3,800  | 55,100   | 14,750        | 24,650        | 9,418            |
| Rb_ppm | 62                 | 15,982  | 15,200  | 0,300  | 49,100   | 9,900         | 19,000        | 8,912            |
| Sb_ppm | 63                 | 0,425   | 0,400   | 0,060  | 1,840    | 0,300         | 0,490         | 0,240            |
| Sc_ppm | 64                 | 8,538   | 8,600   | 1,000  | 17,200   | 6,700         | 10,500        | 3,067            |
| Sn_ppm | 64                 | 1,784   | 1,700   | 0,600  | 3,800    | 1,300         | 2,200         | 0,684            |
| Sr_ppm | 60                 | 24,057  | 9,750   | 0,600  | 688,200  | 5,750         | 15,250        | 88,181           |
| Th_ppm | 64                 | 6,711   | 7,100   | 1,400  | 14,600   | 5,150         | 8,050         | 2,393            |
| Ti_%   | 40                 | 0,017   | 0,020   | 0,010  | 0,030    | 0,010         | 0,020         | 0,005            |
| U_ppm  | 64                 | 0,611   | 0,550   | 0,090  | 2,820    | 0,430         | 0,730         | 0,361            |
| V_ppm  | 64                 | 66,047  | 64,500  | 23,000 | 132,000  | 48,000        | 79,000        | 23,138           |
| W_ppm  | 57                 | 0,288   | 0,300   | 0,100  | 0,800    | 0,200         | 0,400         | 0,160            |
| Y_ppm  | 64                 | 24,332  | 22,895  | 0,100  | 64,360   | 14,845        | 29,370        | 14,587           |
| Zn_ppm | 62                 | 29,839  | 26,000  | 1,000  | 100,000  | 17,000        | 40,000        | 20,709           |
| Zr_ppm | 64                 | 5,831   | 5,600   | 0,700  | 11,400   | 3,500         | 8,650         | 3,157            |

**Sumário estatístico de variáveis analisadas em amostras do horizonte B da associação cambissolos/neossolos litólicos.**

|        | Valores Válidos | Média   | Mediana | Mínimo | Máximo   | 1º Quartil | 3º Quartil | Desvio Padrão |
|--------|-----------------|---------|---------|--------|----------|------------|------------|---------------|
| Ag_ppm | 26              | 0,181   | 0,100   | 0,020  | 1,170    | 0,070      | 0,210      | 0,227         |
| Al_%   | 32              | 1,093   | 1,015   | 0,110  | 3,170    | 0,425      | 1,745      | 0,723         |
| As_ppm | 23              | 7,435   | 6,000   | 1,000  | 19,000   | 2,000      | 11,000     | 5,203         |
| Ba_ppm | 19              | 67,368  | 67,000  | 10,000 | 122,000  | 43,000     | 96,000     | 32,194        |
| Be_ppm | 19              | 1,979   | 2,000   | 0,100  | 3,300    | 1,600      | 2,500      | 0,844         |
| Bi_ppm | 30              | 0,280   | 0,370   | 0,020  | 0,800    | 0,060      | 0,430      | 0,205         |
| Cd_ppm | 19              | 0,034   | 0,020   | 0,010  | 0,100    | 0,020      | 0,040      | 0,025         |
| Ce_ppm | 32              | 46,368  | 50,850  | 1,070  | 104,660  | 19,100     | 68,010     | 32,138        |
| Co_ppm | 30              | 10,170  | 11,350  | 0,100  | 27,100   | 0,500      | 18,800     | 9,460         |
| Cr_ppm | 32              | 26,500  | 29,500  | 3,000  | 77,000   | 6,500      | 43,500     | 20,913        |
| Cs_ppm | 28              | 0,738   | 0,680   | 0,160  | 1,570    | 0,515      | 1,005      | 0,377         |
| Cu_ppm | 32              | 15,156  | 18,650  | 0,600  | 36,100   | 3,200      | 26,550     | 11,864        |
| Fe_    | 32              | 2,796   | 3,465   | 0,020  | 8,240    | 0,655      | 4,495      | 2,184         |
| Ga_ppm | 32              | 7,184   | 7,650   | 0,600  | 20,900   | 2,850      | 10,650     | 4,895         |
| Hf_ppm | 27              | 0,258   | 0,200   | 0,060  | 1,240    | 0,140      | 0,300      | 0,235         |
| Hg_ppm | 21              | 0,039   | 0,030   | 0,010  | 0,130    | 0,020      | 0,040      | 0,032         |
| La_ppm | 32              | 27,834  | 32,950  | 0,700  | 72,300   | 4,400      | 40,200     | 23,183        |
| Li_ppm | 19              | 14,737  | 15,000  | 1,000  | 42,000   | 6,000      | 18,000     | 10,332        |
| Mn_ppm | 30              | 327,967 | 317,500 | 7,000  | 1223,000 | 35,000     | 523,000    | 317,806       |
| Mo_ppm | 30              | 0,355   | 0,345   | 0,070  | 0,780    | 0,230      | 0,430      | 0,167         |
| Nb_ppm | 31              | 0,432   | 0,380   | 0,050  | 1,630    | 0,320      | 0,540      | 0,276         |
| Ni_ppm | 30              | 13,737  | 19,200  | 0,500  | 34,400   | 1,400      | 22,000     | 11,405        |
| P_ppm  | 20              | 165,400 | 164,500 | 55,000 | 267,000  | 118,500    | 219,500    | 61,654        |
| Pb_ppm | 32              | 14,034  | 13,800  | 2,700  | 33,400   | 5,600      | 20,450     | 8,531         |
| Rb_ppm | 32              | 10,456  | 12,100  | 0,200  | 29,400   | 1,550      | 16,850     | 8,366         |
| Sb_ppm | 25              | 0,338   | 0,370   | 0,050  | 0,810    | 0,120      | 0,440      | 0,199         |
| Sc_ppm | 32              | 6,744   | 6,450   | 0,500  | 16,100   | 3,200      | 9,050      | 4,229         |
| Se_ppm | 19              | 1,789   | 2,000   | 1,000  | 3,000    | 1,000      | 2,000      | 0,787         |
| Sn_ppm | 31              | 1,397   | 1,200   | 0,400  | 5,600    | 0,700      | 1,800      | 1,024         |
| Sr_ppm | 22              | 13,373  | 15,250  | 0,700  | 36,200   | 4,200      | 17,700     | 9,862         |
| Th_ppm | 32              | 5,831   | 6,350   | 0,400  | 15,800   | 2,900      | 8,450      | 3,469         |
| U_ppm  | 31              | 0,531   | 0,460   | 0,060  | 1,240    | 0,300      | 0,700      | 0,303         |
| V_ppm  | 32              | 56,031  | 52,000  | 1,000  | 108,000  | 38,500     | 75,000     | 29,154        |
| W_ppm  | 24              | 0,671   | 0,200   | 0,100  | 10,700   | 0,100      | 0,300      | 2,140         |
| Y_ppm  | 31              | 15,818  | 16,630  | 0,190  | 47,100   | 1,980      | 27,610     | 13,716        |
| Zn_ppm | 19              | 45,105  | 46,000  | 2,000  | 77,000   | 38,000     | 60,000     | 19,666        |
| Zr_ppm | 29              | 5,934   | 4,400   | 0,700  | 23,800   | 3,200      | 7,200      | 5,069         |



**Sumário estatístico de variáveis analisadas em amostras do horizonte B dos latossolos vermelho-amarelos.**

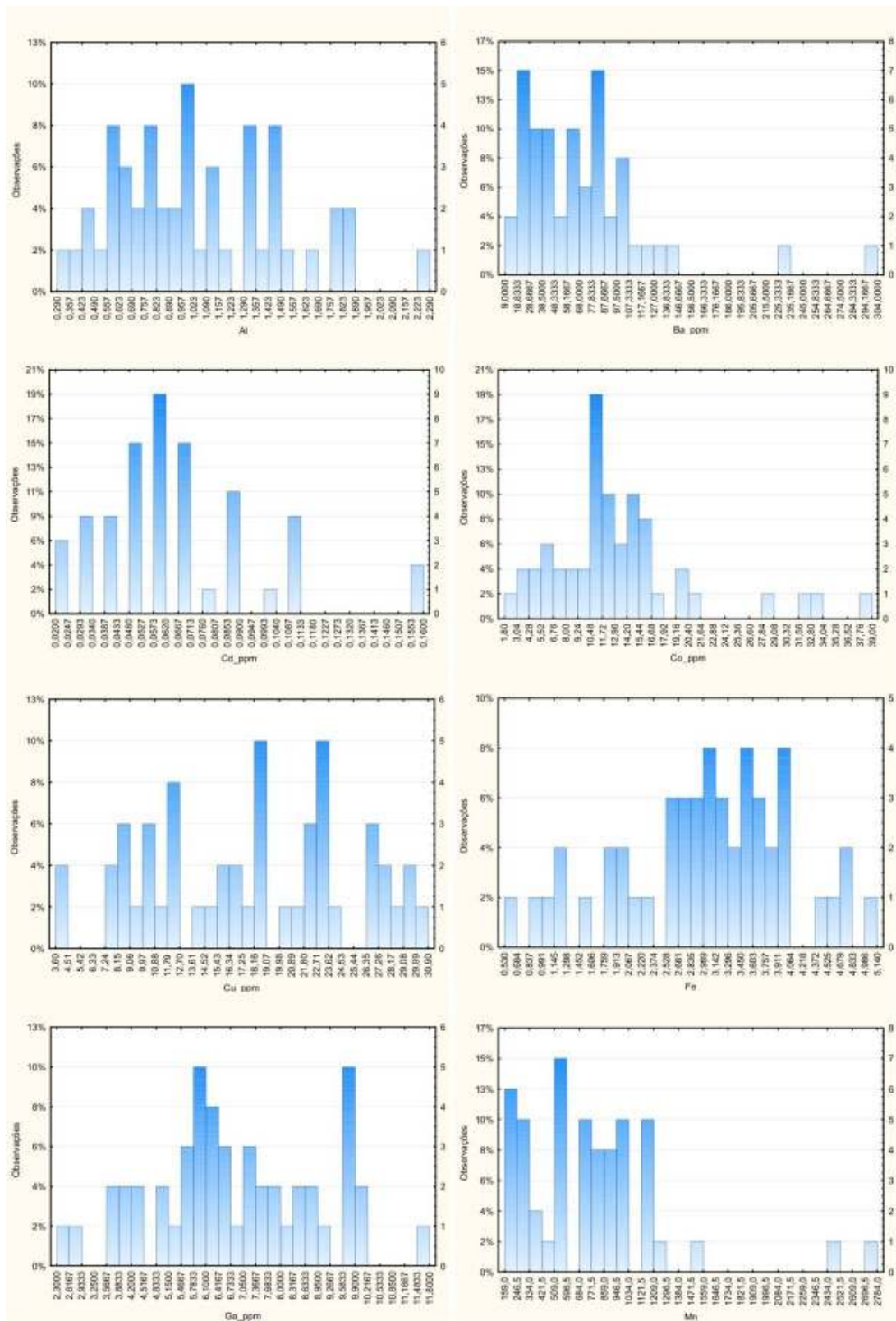
|        | Valores Válidos | Média   | Mediana | Mínimo | Máximo   | 1° Quartil | 3° Quartil | Desvio Padrão |
|--------|-----------------|---------|---------|--------|----------|------------|------------|---------------|
| Ag_ppm | 30              | 0,132   | 0,110   | 0,050  | 0,370    | 0,080      | 0,150      | 0,071         |
| Al_%   | 30              | 1,145   | 0,870   | 0,320  | 3,220    | 0,720      | 1,590      | 0,616         |
| As_ppm | 30              | 7,600   | 7,000   | 1,000  | 18,000   | 4,000      | 10,000     | 4,391         |
| Ba_ppm | 27              | 36,704  | 24,000  | 6,000  | 113,000  | 12,000     | 63,000     | 29,438        |
| Be_ppm | 27              | 1,263   | 1,100   | 0,100  | 3,400    | 0,500      | 1,900      | 0,965         |
| Bi_ppm | 30              | 0,278   | 0,270   | 0,110  | 0,490    | 0,190      | 0,370      | 0,102         |
| Cd_ppm | 21              | 0,033   | 0,030   | 0,010  | 0,110    | 0,020      | 0,040      | 0,022         |
| Ce_ppm | 30              | 51,387  | 51,920  | 7,670  | 100,230  | 34,710     | 58,580     | 20,437        |
| Co_ppm | 30              | 10,677  | 9,700   | 0,600  | 35,800   | 4,400      | 14,700     | 7,517         |
| Cr_ppm | 30              | 28,767  | 27,500  | 10,000 | 51,000   | 19,000     | 36,000     | 11,982        |
| Cs_ppm | 30              | 1,106   | 1,050   | 0,260  | 2,560    | 0,670      | 1,410      | 0,557         |
| Cu_ppm | 30              | 14,420  | 14,100  | 2,700  | 29,100   | 8,100      | 19,000     | 7,484         |
| Fe_%   | 30              | 2,830   | 2,625   | 0,510  | 5,120    | 1,780      | 4,070      | 1,249         |
| Ga_ppm | 30              | 8,827   | 8,700   | 2,400  | 15,700   | 6,100      | 10,900     | 3,389         |
| Hf_ppm | 30              | 0,228   | 0,230   | 0,050  | 0,490    | 0,140      | 0,260      | 0,113         |
| Hg_ppm | 29              | 0,052   | 0,050   | 0,010  | 0,110    | 0,030      | 0,070      | 0,029         |
| In_ppm | 28              | 0,041   | 0,040   | 0,020  | 0,070    | 0,030      | 0,050      | 0,013         |
| La_ppm | 30              | 26,350  | 30,600  | 3,800  | 44,100   | 13,700     | 36,000     | 11,641        |
| Li_ppm | 25              | 7,360   | 4,000   | 1,000  | 28,000   | 2,000      | 12,000     | 6,683         |
| Mn_ppm | 30              | 493,867 | 430,500 | 49,000 | 1348,000 | 199,000    | 700,000    | 355,819       |
| Mo_ppm | 30              | 0,541   | 0,480   | 0,170  | 2,060    | 0,390      | 0,600      | 0,338         |
| Nb_ppm | 30              | 0,392   | 0,350   | 0,090  | 1,090    | 0,210      | 0,550      | 0,242         |
| Ni_ppm | 30              | 11,053  | 9,100   | 1,800  | 23,800   | 5,800      | 17,700     | 6,587         |
| P_ppm  | 29              | 172,828 | 127,000 | 54,000 | 607,000  | 95,000     | 157,000    | 138,679       |
| Pb_ppm | 30              | 16,147  | 15,450  | 3,700  | 46,000   | 9,100      | 20,600     | 8,975         |
| Rb_ppm | 30              | 12,030  | 12,150  | 2,500  | 31,200   | 6,800      | 16,500     | 6,759         |
| Sb_ppm | 30              | 0,333   | 0,315   | 0,100  | 0,650    | 0,220      | 0,430      | 0,154         |
| Sc_ppm | 30              | 7,597   | 7,200   | 1,400  | 13,100   | 5,800      | 9,700      | 2,738         |
| Se_ppm | 25              | 1,600   | 2,000   | 1,000  | 3,000    | 1,000      | 2,000      | 0,577         |
| Sn_ppm | 30              | 1,613   | 1,600   | 0,500  | 3,100    | 1,200      | 2,000      | 0,615         |
| Sr_ppm | 27              | 9,156   | 5,300   | 0,700  | 36,500   | 1,300      | 12,800     | 9,981         |
| Th_ppm | 30              | 6,147   | 5,950   | 2,000  | 10,800   | 5,200      | 7,500      | 2,012         |
| Ti_%   | 16              | 0,016   | 0,015   | 0,010  | 0,030    | 0,010      | 0,020      | 0,006         |
| U_ppm  | 30              | 0,523   | 0,440   | 0,120  | 1,680    | 0,320      | 0,610      | 0,359         |
| V_ppm  | 30              | 63,433  | 57,000  | 28,000 | 109,000  | 49,000     | 77,000     | 21,826        |
| W_ppm  | 27              | 0,244   | 0,200   | 0,100  | 0,500    | 0,200      | 0,300      | 0,089         |
| Y_ppm  | 30              | 17,693  | 17,525  | 1,700  | 37,750   | 10,950     | 21,220     | 8,263         |
| Zn_ppm | 27              | 16,704  | 16,000  | 2,000  | 41,000   | 9,000      | 21,000     | 10,068        |
| Zr_ppm | 29              | 6,593   | 5,600   | 1,200  | 16,100   | 3,400      | 9,500      | 4,339         |

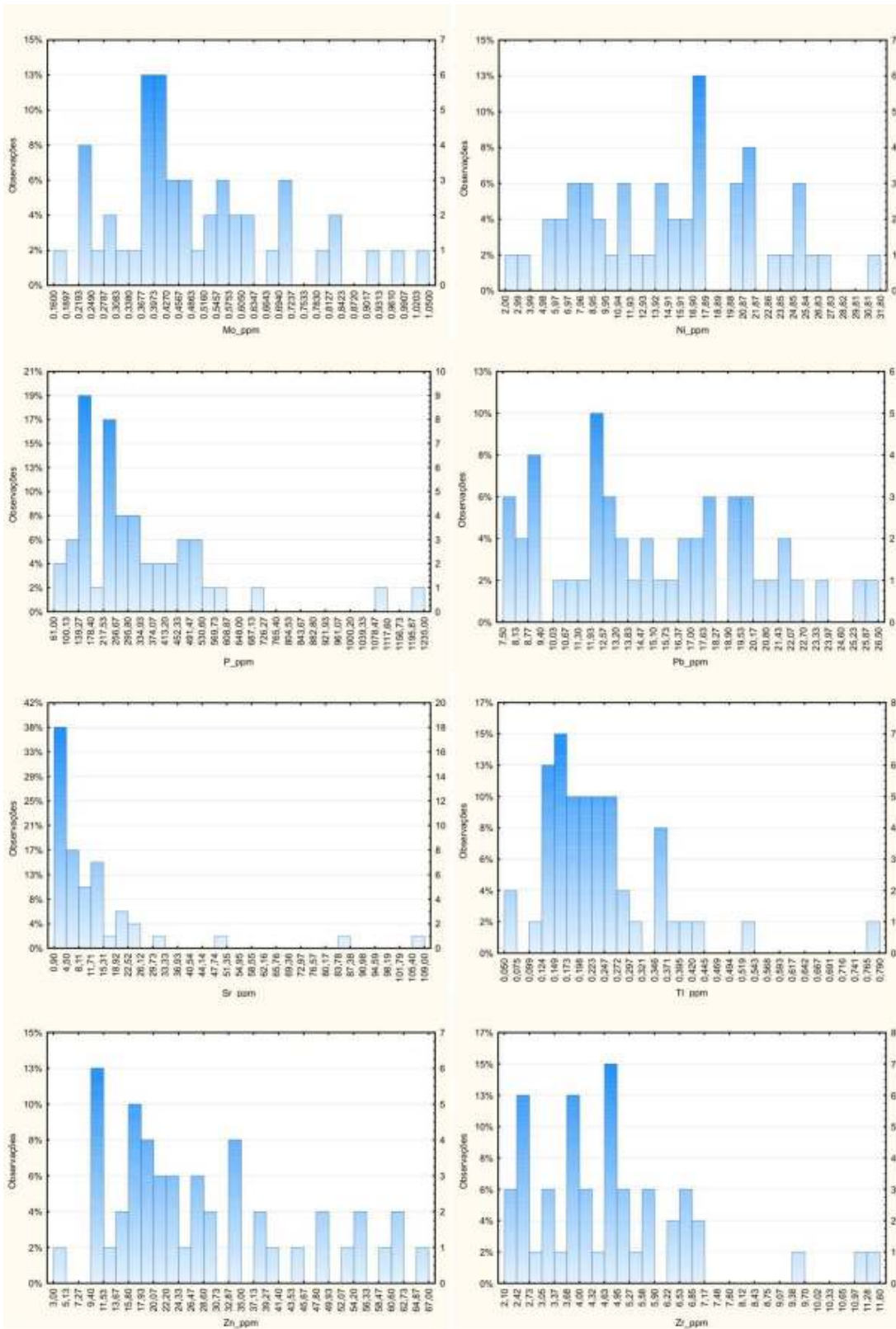
**Sumário estatístico de variáveis analisadas em amostras do horizonte B dos latossolos amarelos.**

|        | Valores Válidos | Média   | Mediana | Mínimo | Máximo   | 1° Quartil | 3° Quartil | Desvio Padrão |
|--------|-----------------|---------|---------|--------|----------|------------|------------|---------------|
| Ag_ppm | 29              | 0,240   | 0,160   | 0,040  | 0,910    | 0,100      | 0,260      | 0,216         |
| Al_%   | 46              | 0,743   | 0,620   | 0,210  | 2,160    | 0,480      | 0,760      | 0,430         |
| As_ppm | 34              | 2,441   | 2,000   | 1,000  | 7,000    | 2,000      | 3,000      | 1,330         |
| Bi_ppm | 46              | 0,180   | 0,185   | 0,020  | 0,450    | 0,110      | 0,230      | 0,090         |
| Ce_ppm | 46              | 16,792  | 8,135   | 1,370  | 72,770   | 2,810      | 26,570     | 19,922        |
| Co_ppm | 36              | 3,106   | 0,200   | 0,100  | 33,800   | 0,100      | 2,350      | 6,611         |
| Cr_ppm | 46              | 20,935  | 24,000  | 3,000  | 44,000   | 11,000     | 29,000     | 10,247        |
| Cs_ppm | 19              | 1,138   | 0,910   | 0,070  | 4,110    | 0,410      | 1,510      | 1,088         |
| Cu_ppm | 46              | 4,613   | 3,600   | 0,600  | 17,500   | 1,400      | 5,600      | 4,176         |
| Fe_%   | 46              | 1,455   | 1,420   | 0,040  | 3,580    | 0,350      | 2,220      | 1,085         |
| Ga_ppm | 46              | 5,913   | 6,700   | 1,000  | 10,700   | 3,500      | 7,800      | 2,616         |
| Hf_ppm | 43              | 0,260   | 0,250   | 0,070  | 0,580    | 0,170      | 0,320      | 0,117         |
| Hg_ppm | 23              | 0,047   | 0,030   | 0,010  | 0,340    | 0,020      | 0,050      | 0,069         |
| In_ppm | 31              | 0,034   | 0,030   | 0,020  | 0,060    | 0,030      | 0,040      | 0,010         |
| La_ppm | 43              | 6,970   | 1,700   | 0,600  | 44,700   | 0,900      | 7,200      | 10,675        |
| Mn_ppm | 36              | 179,500 | 23,500  | 5,000  | 1514,000 | 11,000     | 160,000    | 334,719       |
| Mo_ppm | 44              | 0,540   | 0,530   | 0,050  | 1,910    | 0,210      | 0,740      | 0,406         |
| Nb_ppm | 41              | 0,441   | 0,190   | 0,060  | 8,840    | 0,110      | 0,320      | 1,354         |
| Ni_ppm | 41              | 3,880   | 1,200   | 0,600  | 21,300   | 0,900      | 4,100      | 5,285         |
| P_ppm  | 20              | 107,900 | 70,500  | 53,000 | 270,000  | 61,000     | 167,500    | 65,375        |
| Pb_ppm | 46              | 6,837   | 4,800   | 2,100  | 19,400   | 3,500      | 9,300      | 4,495         |
| Rb_ppm | 25              | 7,344   | 1,200   | 0,200  | 33,000   | 0,400      | 9,900      | 10,275        |
| Sb_ppm | 37              | 0,211   | 0,190   | 0,050  | 0,460    | 0,150      | 0,260      | 0,108         |
| Sc_ppm | 46              | 4,172   | 3,250   | 1,200  | 9,300    | 2,100      | 6,600      | 2,392         |
| Sn_ppm | 46              | 1,370   | 1,400   | 0,500  | 2,700    | 0,800      | 1,700      | 0,575         |
| Th_ppm | 46              | 5,333   | 5,300   | 0,900  | 10,200   | 3,800      | 6,600      | 2,178         |
| Ti_%   | 24              | 0,014   | 0,010   | 0,010  | 0,030    | 0,010      | 0,020      | 0,006         |
| U_ppm  | 46              | 0,411   | 0,355   | 0,080  | 1,600    | 0,280      | 0,480      | 0,250         |
| V_ppm  | 46              | 46,043  | 53,000  | 2,000  | 103,000  | 26,000     | 61,000     | 24,744        |
| W_ppm  | 29              | 0,259   | 0,200   | 0,100  | 2,500    | 0,100      | 0,200      | 0,441         |
| Y_ppm  | 44              | 4,338   | 0,585   | 0,070  | 31,140   | 0,250      | 2,310      | 7,873         |
| Zn_ppm | 22              | 9,727   | 3,000   | 1,000  | 36,000   | 1,000      | 20,000     | 11,289        |
| Zr_ppm | 45              | 9,553   | 10,000  | 0,800  | 23,300   | 6,100      | 12,800     | 5,086         |

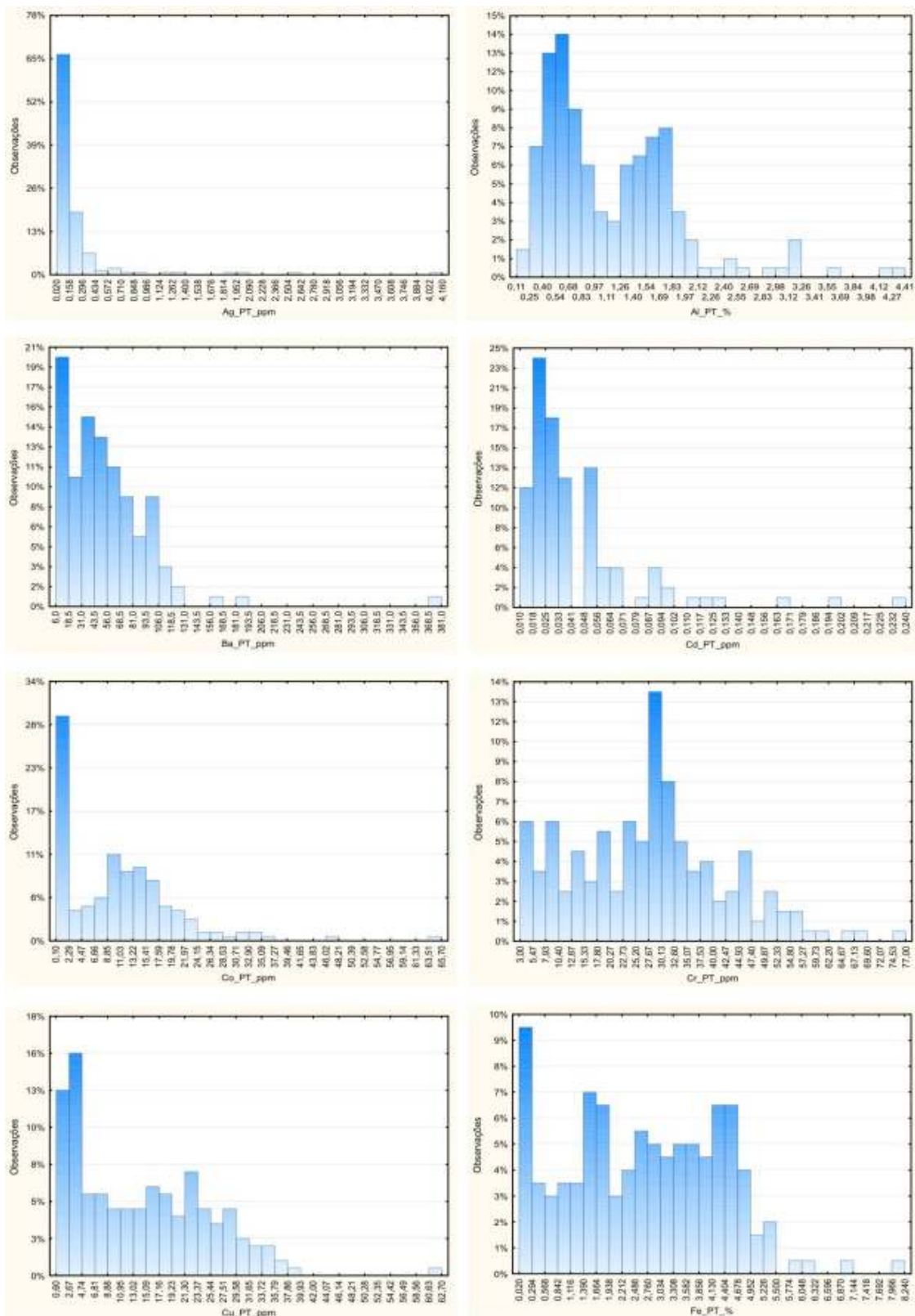
## **APÊNDICE C - HISTOGRAMAS**

## Histogramas de alguns elementos analisados para as amostras do horizonte A dos solos.

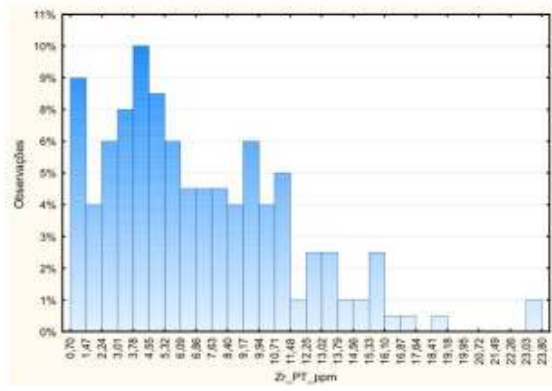
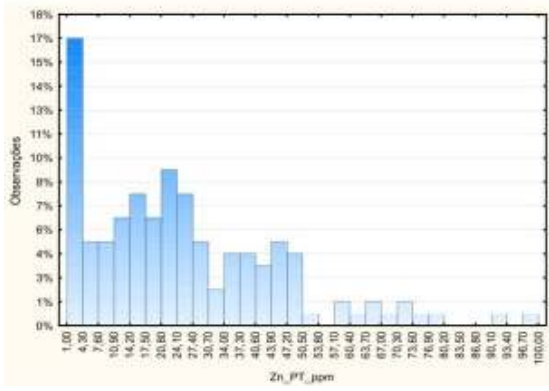
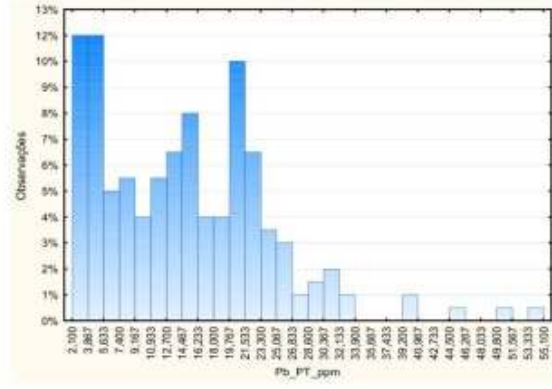
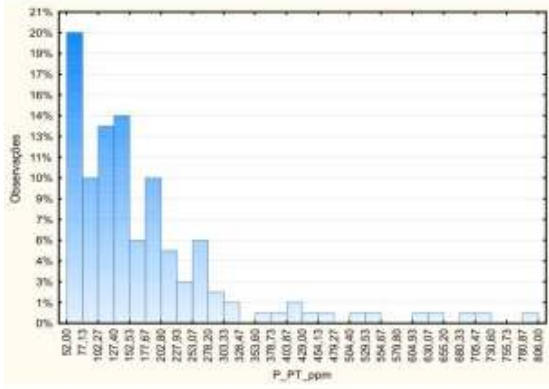
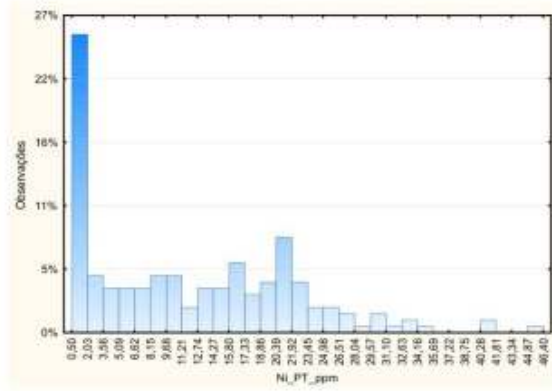
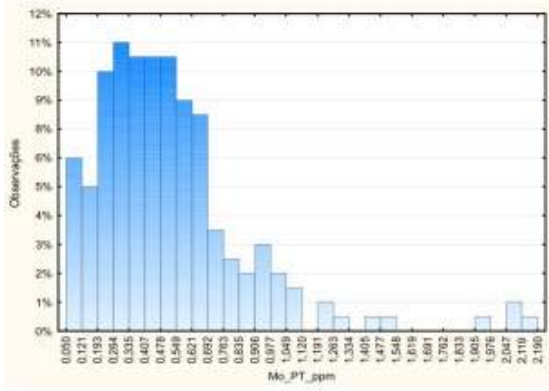
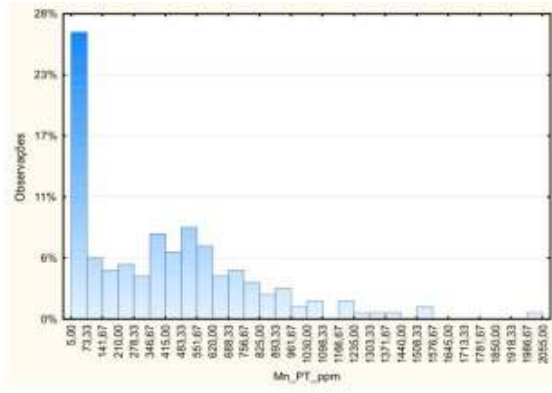
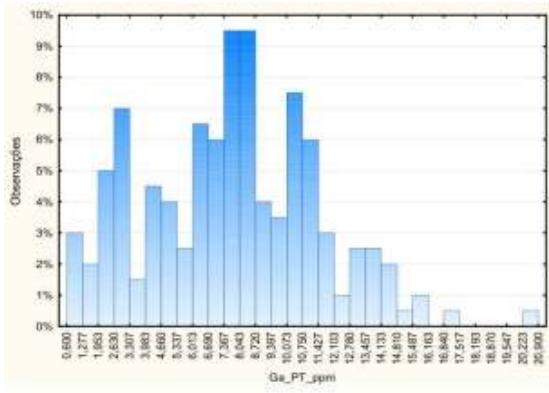




## Histogramas de alguns elementos analisados para as amostras do horizonte B dos solos.







## **APÊNDICE D – MATRIZ DE CORRELAÇÃO**



Matriz de correlação de alguns elementos analisados para as amostras do horizonte A da associação nitossolo/argissolo vermelho.

|        | Al % | As ppm | Ba ppm | Be ppm | Bi ppm | Cd ppm | Ce ppm | Co ppm | Cr ppm | Cs ppm | Cu ppm | Fe %  | Ga ppm | Hf ppm | Hg ppm | In ppm | La ppm | Li ppm | Mn ppm | Mo ppm | Nb ppm | Ni ppm | P ppm | Pb ppm | Rb ppm | Sb ppm | Sc ppm | Se ppm | Sn ppm | Sr ppm | Ta ppm | Th ppm | U ppm | V ppm | W ppm | Zn ppm | Zr ppm |      |
|--------|------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|--------|--------|------|
| Al %   | 1,00 | 0,69   | 0,58   | 0,66   | 0,82   | 0,06   | 0,26   | -0,15  | 0,80   | -0,08  | 0,62   | 0,78  | 0,62   | 0,49   | -0,54  | 0,53   | 0,13   | 0,82   | -0,25  | -0,44  | -0,19  | 0,72   | 0,36  | 0,64   | 0,78   | 0,28   | 0,03   | -0,41  | -0,16  | 0,57   | -0,17  | 0,12   | 0,15  | -0,02 | -0,19 | 0,75   | 0,36   |      |
| As ppm |      | 1,00   | 0,19   | 0,48   | 0,82   | 0,23   | 0,24   | 0,16   | 0,81   | -0,25  | 0,56   | 0,84  | 0,74   | 0,28   | -0,32  | 0,72   | 0,06   | 0,50   | -0,06  | -0,11  | -0,17  | 0,54   | 0,28  | 0,84   | 0,49   | 0,55   | 0,37   | -0,21  | -0,11  | 0,47   | -0,16  | 0,09   | 0,31  | 0,49  | -0,09 | 0,43   | 0,25   |      |
| Ba ppm |      |        | 1,00   | 0,49   | 0,24   | 0,01   | 0,30   | -0,10  | 0,52   | -0,11  | 0,18   | 0,48  | 0,41   | 0,30   | -0,31  | 0,19   | 0,55   | 0,43   | 0,17   | -0,32  | -0,13  | 0,40   | 0,35  | 0,25   | 0,70   | 0,15   | -0,14  | -0,04  | -0,10  | 0,35   | -0,14  | 0,51   | 0,05  | -0,15 | -0,16 | 0,44   | 0,16   |      |
| Be ppm |      |        |        | 1,00   | 0,53   | 0,19   | 0,34   | 0,06   | 0,69   | -0,38  | 0,43   | 0,58  | 0,46   | 0,36   | -0,57  | 0,35   | 0,17   | 0,42   | -0,11  | -0,57  | -0,18  | 0,63   | 0,43  | 0,62   | 0,59   | 0,16   | 0,22   | -0,18  | -0,17  | 0,46   | -0,17  | 0,07   | 0,09  | -0,02 | -0,19 | 0,51   | 0,16   |      |
| Bi ppm |      |        |        |        | 1,00   | 0,01   | 0,31   | 0,06   | 0,84   | -0,08  | 0,65   | 0,89  | 0,76   | 0,32   | -0,35  | 0,70   | 0,13   | 0,58   | -0,20  | -0,10  | -0,33  | 0,70   | 0,22  | 0,80   | 0,61   | 0,59   | 0,25   | -0,30  | -0,29  | 0,41   | -0,32  | 0,11   | 0,22  | 0,32  | -0,28 | 0,64   | 0,35   |      |
| Cd ppm |      |        |        |        |        | 1,00   | -0,14  | 0,23   | 0,10   | -0,20  | 0,15   | 0,06  | -0,07  | 0,01   | -0,28  | 0,06   | -0,19  | 0,24   | 0,49   | -0,18  | 0,19   | 0,17   | 0,48  | 0,29   | 0,12   | 0,02   | 0,02   | 0,16   | 0,20   | 0,35   | 0,19   | -0,32  | -0,28 | 0,05  | 0,22  | 0,25   | -0,30  |      |
| Ce ppm |      |        |        |        |        |        | 1,00   | 0,58   | 0,33   | 0,19   | 0,33   | 0,40  | 0,47   | -0,01  | 0,11   | 0,28   | 0,72   | 0,09   | 0,03   | 0,19   | -0,25  | 0,45   | -0,15 | 0,42   | 0,32   | 0,10   | 0,54   | 0,32   | -0,22  | -0,06  | -0,26  | 0,37   | 0,42  | 0,21  | -0,21 | 0,23   | -0,03  |      |
| Co ppm |      |        |        |        |        |        |        | 1,00   | 0,07   | 0,12   | 0,15   | 0,16  | 0,18   | -0,24  | 0,16   | 0,13   | 0,48   | -0,18  | 0,31   | 0,22   | -0,05  | 0,29   | -0,11 | 0,25   | 0,01   | 0,17   | 0,52   | 0,61   | -0,03  | -0,17  | -0,07  | 0,10   | 0,22  | 0,26  | 0,00  | -0,01  | -0,27  |      |
| Cr ppm |      |        |        |        |        |        |        |        | 1,00   | -0,21  | 0,53   | 0,94  | 0,85   | 0,45   | -0,40  | 0,72   | 0,27   | 0,55   | -0,02  | -0,18  | -0,35  | 0,64   | 0,38  | 0,81   | 0,65   | 0,60   | 0,25   | -0,19  | -0,30  | 0,44   | -0,36  | 0,28   | 0,19  | 0,44  | -0,29 | 0,57   | 0,44   |      |
| Cs ppm |      |        |        |        |        |        |        |        |        | 1,00   | 0,06   | -0,12 | 0,01   | 0,00   | 0,19   | -0,06  | 0,07   | -0,09  | 0,01   | 0,35   | -0,03  | 0,00   | -0,16 | -0,32  | -0,01  | 0,02   | -0,11  | -0,06  | -0,02  | -0,28  | -0,05  | 0,20   | 0,15  | 0,11  | -0,01 | 0,04   | 0,05   |      |
| Cu ppm |      |        |        |        |        |        |        |        |        |        | 1,00   | 0,61  | 0,41   | 0,33   | -0,32  | 0,48   | 0,06   | 0,39   | -0,13  | -0,29  | -0,02  | 0,81   | 0,41  | 0,56   | 0,54   | 0,37   | 0,35   | -0,10  | -0,01  | 0,37   | -0,01  | -0,21  | 0,34  | 0,05  | -0,03 | 0,79   | 0,10   |      |
| Fe %   |      |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        | 1,00  | 0,89   | 0,34   | -0,35  | 0,78   | 0,34   | 0,45   | 0,06   | -0,05  | -0,35  | 0,68   | 0,36  | 0,83   | 0,71   | 0,71   | 0,31   | -0,15  | -0,29  | 0,40   | -0,36  | 0,35   | 0,32  | 0,45  | -0,29 | 0,61   | 0,36   |      |
| Ga ppm |      |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |       | 1,00   | 0,35   | -0,14  | 0,85   | 0,44   | 0,29   | 0,02   | 0,12   | -0,28  | 0,44   | 0,23  | 0,73   | 0,50   | 0,59   | 0,44   | -0,07  | -0,19  | 0,39   | -0,29  | 0,57   | 0,43  | 0,62  | -0,19 | 0,34   | 0,49   |      |
| Hf ppm |      |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |       |        | 1,00   | -0,52  | 0,29   | -0,10  | 0,35   | -0,18  | -0,23  | 0,31   | 0,36   | 0,45  | 0,24   | 0,33   | 0,11   | 0,00   | -0,33  | 0,32   | 0,36   | 0,30   | 0,04   | 0,13  | -0,01 | 0,30  | 0,45   | 0,78   |      |
| Hg ppm |      |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |       |        |        | 1,00   | -0,09  | 0,13   | -0,43  | -0,04  | 0,61   | -0,14  | -0,43  | -0,51 | -0,25  | -0,58  | -0,08  | 0,14   | 0,34   | -0,12  | -0,32  | -0,15  | 0,09   | 0,02  | 0,27  | -0,10 | -0,49  | -0,17  |      |
| In ppm |      |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |       |        |        |        | 1,00   | 0,20   | 0,27   | 0,01   | 0,09   | -0,10  | 0,39   | 0,29  | 0,66   | 0,40   | 0,52   | 0,00   | -0,02  | 0,41   | -0,11  | 0,34   | 0,46   | 0,62  | -0,01 | 0,32  | 0,37   |        |      |
| La ppm |      |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |       |        |        |        |        | 1,00   | -0,02  | 0,13   | 0,16   | -0,19  | 0,24   | -0,12 | 0,20   | 0,35   | 0,11   | 0,27   | 0,44   | -0,16  | -0,11  | -0,21  | 0,59   | 0,21  | 0,06  | -0,18 | 0,09   | -0,05  |      |
| Li ppm |      |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |       |        |        |        |        |        | 1,00   | -0,25  | -0,41  | -0,12  | 0,47   | 0,23  | 0,43   | 0,52   | 0,01   | -0,15  | -0,33  | -0,11  | 0,51   | -0,11  | -0,15  | -0,13 | -0,17 | -0,12 | 0,58   | 0,17   |      |
| Mn ppm |      |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |       |        |        |        |        |        |        | 1,00   | 0,20   | -0,04  | -0,10  | 0,39  | 0,07   | 0,13   | 0,25   | 0,01   | 0,33   | 0,00   | 0,05   | -0,06  | 0,28   | -0,02 | 0,25  | 0,00  | -0,01  | -0,28  |      |
| Mo ppm |      |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |       |        |        |        |        |        |        |        | 1,00   | -0,22  | -0,32  | -0,31 | -0,04  | -0,39  | 0,30   | 0,25   | 0,35   | -0,19  | -0,30  | -0,25  | 0,28   | 0,21  | 0,52  | -0,12 | -0,35  | 0,08   |      |
| Nb ppm |      |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |       |        |        |        |        |        |        |        |        | 1,00   | -0,17  | 0,14  | -0,28  | -0,18  | -0,32  | 0,11   | 0,06   | 0,99   | 0,06   | 1,00   | -0,24  | 0,12  | -0,30 | 0,98  | -0,14  | -0,04  |      |
| Ni ppm |      |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |       |        |        |        |        |        |        |        |        |        | 1,00   | 0,34  | 0,62   | 0,74   | 0,40   | 0,27   | -0,12  | -0,17  | 0,31   | -0,17  | -0,06  | 0,24  | 0,00  | -0,17 | 0,84   | 0,14   |      |
| P ppm  |      |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |       |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        | 1,00  | 0,42   | 0,49   | 0,24   | 0,04   | -0,03  | 0,16   | 0,73   | 0,14   | -0,07  | 0,16  | -0,04 | 0,13  | 0,61   | 0,13   |      |
| Pb ppm |      |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |       |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |       | 1,00   | 0,55   | 0,60   | 0,46   | -0,11  | -0,23  | 0,57   | -0,28  | 0,12   | 0,33  | 0,43  | -0,21 | 0,55   | 0,23   |      |
| Rb ppm |      |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |       |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |       |        | 1,00   | 0,39   | -0,02  | -0,26  | -0,16  | 0,42   | -0,18  | 0,33   | 0,21  | -0,09 | -0,19 | 0,78   | 0,13   |      |
| Sb ppm |      |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |       |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |       |        |        | 1,00   | 0,22   | -0,15  | -0,26  | 0,06   | -0,33  | 0,25   | 0,27  | 0,58  | -0,22 | 0,32   | 0,28   |      |
| Sc ppm |      |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |       |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |       |        |        |        | 1,00   | 0,41   | 0,14   | 0,15   | 0,09   | 0,12   | 0,71  | 0,48  | 0,18  | -0,02  | 0,01   |      |
| Se ppm |      |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |       |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |       |        |        |        |        | 1,00   | 0,06   | -0,13  | 0,03   | 0,04   | 0,13  | 0,09  | 0,08  | -0,22  | -0,39  |      |
| Sn ppm |      |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |       |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |       |        |        |        |        |        | 1,00   | 0,10   | 0,99   | -0,17  | 0,16  | -0,21 | 0,99  | -0,15  | -0,01  |      |
| Sr ppm |      |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |       |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |       |        |        |        |        |        |        | 1,00   | 0,07   | 0,02   | 0,24  | -0,04 | 0,05  | 0,52   | 0,21   |      |
| Ta ppm |      |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |       |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |       |        |        |        |        |        |        |        | 1,00   | -0,26  | 0,11  | -0,32 | 0,98  | -0,13  | -0,04  |      |
| Th ppm |      |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |       |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |       |        |        |        |        |        |        |        | 1,00   | 0,32   | 0,35  | -0,20 | -0,14 | 0,29   |        |      |
| U ppm  |      |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |       |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |       |        |        |        |        |        |        |        |        | 1,00   | 0,33  | 0,17  | 0,09  | 0,13   |        |      |
| V ppm  |      |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |       |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |       |        |        |        |        |        |        |        |        |        | 1,00  | -0,15 | -0,19 | 0,27   |        |      |
| W ppm  |      |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |       |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |       |        |        |        |        |        |        |        |        |        |       | 1,00  | -0,17 | -0,02  |        |      |
| Zn ppm |      |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |       |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |       |        |        |        |        |        |        |        |        |        |       |       |       | 1,00   | 0,17   |      |
| Zr ppm |      |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |       |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |       |        |        |        |        |        |        |        |        |        |       |       |       |        |        | 1,00 |

**Matriz de correlação de alguns elementos analisados para as amostras do horizonte B da associação nitossolo/argissolo vermelho.**

|        | Al % | As ppm | Ba ppm | Be ppm | Bi ppm | Ce ppm | Co ppm | Cr ppm | Cs ppm | Cu ppm | Fe % | Ga ppm | Hf ppm | Hg ppm | In ppm | La ppm | Li ppm | Mn ppm | Mo ppm | Ni ppm | P ppm | Pb ppm | Rb ppm | Sb ppm | Sc ppm | Sn ppm | Sr ppm | Th ppm | U ppm | V ppm | Y ppm | Zn ppm | Zr ppm |      |
|--------|------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|--------|--------|------|
| Al %   | 1,00 | 0,32   | 0,62   | 0,63   | 0,71   | 0,14   | 0,24   | 0,67   | 0,61   | 0,48   | 0,65 | 0,66   | 0,00   | 0,07   | 0,61   | 0,07   | 0,74   | 0,41   | 0,46   | 0,58   | 0,28  | 0,61   | 0,94   | 0,61   | 0,60   | 0,69   | 0,09   | 0,62   | 0,42  | 0,13  | 0,19  | 0,50   | 0,31   |      |
| As ppm |      | 1,00   | 0,20   | 0,62   | 0,60   | 0,43   | 0,55   | 0,57   | 0,09   | 0,49   | 0,62 | 0,53   | 0,19   | 0,30   | 0,49   | 0,44   | 0,43   | 0,54   | 0,18   | 0,48   | 0,26  | 0,78   | 0,29   | 0,63   | 0,51   | 0,27   | 0,10   | 0,25   | 0,47  | 0,41  | 0,46  | 0,42   | 0,05   |      |
| Ba ppm |      |        | 1,00   | 0,46   | 0,41   | 0,15   | 0,27   | 0,54   | 0,41   | 0,45   | 0,49 | 0,36   | -0,18  | 0,01   | 0,27   | 0,14   | 0,43   | 0,42   | 0,41   | 0,56   | 0,30  | 0,42   | 0,67   | 0,33   | 0,34   | 0,36   | 0,11   | 0,38   | 0,37  | 0,03  | 0,08  | 0,45   | -0,07  |      |
| Be ppm |      |        |        | 1,00   | 0,67   | 0,35   | 0,63   | 0,64   | 0,20   | 0,65   | 0,70 | 0,61   | 0,14   | 0,16   | 0,46   | 0,53   | 0,65   | 0,39   | 0,25   | 0,75   | 0,17  | 0,71   | 0,68   | 0,56   | 0,63   | 0,40   | 0,05   | 0,44   | 0,33  | 0,24  | 0,52  | 0,59   | 0,09   |      |
| Bi ppm |      |        |        |        | 1,00   | 0,40   | 0,52   | 0,83   | 0,38   | 0,63   | 0,87 | 0,84   | 0,19   | 0,10   | 0,76   | 0,32   | 0,71   | 0,43   | 0,33   | 0,63   | 0,24  | 0,75   | 0,67   | 0,85   | 0,69   | 0,54   | 0,04   | 0,63   | 0,47  | 0,40  | 0,28  | 0,56   | 0,31   |      |
| Ce ppm |      |        |        |        |        | 1,00   | 0,70   | 0,40   | 0,23   | 0,51   | 0,56 | 0,45   | 0,27   | 0,01   | 0,21   | 0,77   | 0,23   | 0,25   | -0,02  | 0,50   | 0,14  | 0,58   | 0,21   | 0,34   | 0,46   | 0,13   | 0,05   | 0,34   | 0,41  | 0,44  | 0,41  | 0,43   | 0,07   |      |
| Co ppm |      |        |        |        |        |        | 1,00   | 0,48   | 0,19   | 0,76   | 0,63 | 0,47   | 0,13   | 0,12   | 0,27   | 0,76   | 0,44   | 0,44   | 0,08   | 0,75   | 0,14  | 0,59   | 0,35   | 0,50   | 0,46   | 0,16   | -0,03  | 0,24   | 0,26  | 0,32  | 0,60  | 0,62   | -0,16  |      |
| Cr ppm |      |        |        |        |        |        |        | 1,00   | 0,38   | 0,55   | 0,86 | 0,89   | 0,22   | 0,18   | 0,77   | 0,37   | 0,57   | 0,37   | 0,38   | 0,60   | 0,21  | 0,67   | 0,61   | 0,78   | 0,71   | 0,56   | 0,04   | 0,65   | 0,37  | 0,60  | 0,24  | 0,47   | 0,30   |      |
| Cs ppm |      |        |        |        |        |        |        |        | 1,00   | 0,28   | 0,32 | 0,42   | 0,10   | 0,22   | 0,47   | -0,06  | 0,23   | 0,31   | 0,60   | 0,32   | 0,16  | 0,30   | 0,58   | 0,42   | 0,49   | 0,68   | -0,05  | 0,47   | 0,42  | 0,23  | 0,21  | 0,19   | 0,38   |      |
| Cu ppm |      |        |        |        |        |        |        |        |        | 1,00   | 0,70 | 0,47   | 0,01   | 0,13   | 0,33   | 0,51   | 0,61   | 0,44   | 0,24   | 0,84   | 0,44  | 0,63   | 0,53   | 0,64   | 0,55   | 0,24   | 0,23   | 0,14   | 0,31  | 0,21  | 0,56  | 0,85   | -0,13  |      |
| Fe %   |      |        |        |        |        |        |        |        |        |        | 1,00 | 0,82   | 0,13   | 0,08   | 0,61   | 0,51   | 0,62   | 0,44   | 0,24   | 0,70   | 0,25  | 0,79   | 0,63   | 0,83   | 0,71   | 0,48   | 0,06   | 0,61   | 0,49  | 0,58  | 0,33  | 0,62   | 0,20   |      |
| Ga ppm |      |        |        |        |        |        |        |        |        |        |      | 1,00   | 0,42   | 0,17   | 0,79   | 0,39   | 0,54   | 0,31   | 0,27   | 0,49   | 0,20  | 0,62   | 0,61   | 0,74   | 0,79   | 0,64   | 0,05   | 0,76   | 0,44  | 0,57  | 0,25  | 0,38   | 0,44   |      |
| Hf ppm |      |        |        |        |        |        |        |        |        |        |      |        | 1,00   | 0,22   | 0,37   | 0,31   | 0,03   | -0,15  | 0,05   | 0,00   | -0,12 | 0,02   | -0,04  | 0,20   | 0,32   | 0,14   | -0,10  | 0,28   | 0,06  | 0,31  | 0,16  | -0,05  | 0,73   |      |
| Hg ppm |      |        |        |        |        |        |        |        |        |        |      |        |        | 1,00   | 0,28   | 0,03   | -0,12  | 0,43   | 0,41   | 0,10   | 0,26  | 0,23   | -0,01  | 0,18   | 0,24   | 0,35   | 0,17   | 0,04   | 0,13  | 0,30  | 0,42  | 0,09   | 0,11   |      |
| In ppm |      |        |        |        |        |        |        |        |        |        |      |        |        |        | 1,00   | 0,09   | 0,47   | 0,35   | 0,47   | 0,35   | 0,17  | 0,50   | 0,49   | 0,70   | 0,71   | 0,65   | -0,03  | 0,60   | 0,35  | 0,46  | 0,26  | 0,25   | 0,49   |      |
| La ppm |      |        |        |        |        |        |        |        |        |        |      |        |        |        |        | 1,00   | 0,24   | 0,17   | -0,12  | 0,52   | 0,03  | 0,48   | 0,17   | 0,27   | 0,41   | -0,02  | 0,01   | 0,27   | 0,20  | 0,37  | 0,55  | 0,41   | -0,05  |      |
| Li ppm |      |        |        |        |        |        |        |        |        |        |      |        |        |        |        |        | 1,00   | 0,36   | 0,09   | 0,71   | 0,23  | 0,57   | 0,73   | 0,57   | 0,38   | 0,29   | 0,05   | 0,34   | 0,22  | -0,01 | 0,19  | 0,66   | 0,11   |      |
| Mn ppm |      |        |        |        |        |        |        |        |        |        |      |        |        |        |        |        |        | 1,00   | 0,33   | 0,49   | 0,59  | 0,59   | 0,41   | 0,45   | 0,33   | 0,43   | 0,38   | 0,21   | 0,48  | 0,11  | 0,43  | 0,55   | -0,21  |      |
| Mo ppm |      |        |        |        |        |        |        |        |        |        |      |        |        |        |        |        |        |        | 1,00   | 0,26   | 0,20  | 0,35   | 0,44   | 0,40   | 0,49   | 0,65   | 0,04   | 0,23   | 0,36  | 0,29  | 0,40  | 0,11   | 0,25   |      |
| Ni ppm |      |        |        |        |        |        |        |        |        |        |      |        |        |        |        |        |        |        |        | 1,00   | 0,29  | 0,67   | 0,65   | 0,55   | 0,50   | 0,29   | 0,10   | 0,26   | 0,26  | 0,19  | 0,49  | 0,81   | -0,08  |      |
| P ppm  |      |        |        |        |        |        |        |        |        |        |      |        |        |        |        |        |        |        |        |        | 1,00  | 0,33   | 0,26   | 0,23   | 0,24   | 0,22   | 0,90   | 0,03   | 0,36  | 0,03  | 0,20  | 0,63   | -0,14  |      |
| Pb ppm |      |        |        |        |        |        |        |        |        |        |      |        |        |        |        |        |        |        |        |        |       | 1,00   | 0,60   | 0,65   | 0,63   | 0,48   | 0,12   | 0,43   | 0,61  | 0,40  | 0,49  | 0,60   | 0,07   |      |
| Rb ppm |      |        |        |        |        |        |        |        |        |        |      |        |        |        |        |        |        |        |        |        |       |        | 1,00   | 0,57   | 0,55   | 0,64   | 0,06   | 0,58   | 0,43  | 0,06  | 0,20  | 0,54   | 0,19   |      |
| Sb ppm |      |        |        |        |        |        |        |        |        |        |      |        |        |        |        |        |        |        |        |        |       |        |        | 1,00   | 0,64   | 0,50   | -0,01  | 0,47   | 0,47  | 0,50  | 0,30  | 0,49   | 0,31   |      |
| Sc ppm |      |        |        |        |        |        |        |        |        |        |      |        |        |        |        |        |        |        |        |        |       |        |        |        | 1,00   | 0,65   | 0,13   | 0,57   | 0,54  | 0,56  | 0,62  | 0,37   | 0,33   |      |
| Sn ppm |      |        |        |        |        |        |        |        |        |        |      |        |        |        |        |        |        |        |        |        |       |        |        |        |        | 1,00   | 0,08   | 0,63   | 0,46  | 0,39  | 0,32  | 0,20   | 0,42   |      |
| Sr ppm |      |        |        |        |        |        |        |        |        |        |      |        |        |        |        |        |        |        |        |        |       |        |        |        |        |        | 1,00   | -0,01  | 0,18  | -0,02 | 0,11  | 0,43   | -0,13  |      |
| Th ppm |      |        |        |        |        |        |        |        |        |        |      |        |        |        |        |        |        |        |        |        |       |        |        |        |        |        |        | 1,00   | 0,38  | 0,41  | 0,05  | 0,17   | 0,50   |      |
| U ppm  |      |        |        |        |        |        |        |        |        |        |      |        |        |        |        |        |        |        |        |        |       |        |        |        |        |        |        |        | 1,00  | 0,31  | 0,33  | 0,28   | 0,14   |      |
| V ppm  |      |        |        |        |        |        |        |        |        |        |      |        |        |        |        |        |        |        |        |        |       |        |        |        |        |        |        |        |       | 1,00  | 0,29  | 0,05   | 0,32   |      |
| Y ppm  |      |        |        |        |        |        |        |        |        |        |      |        |        |        |        |        |        |        |        |        |       |        |        |        |        |        |        |        |       |       | 1,00  | 0,38   | -0,09  |      |
| Zn ppm |      |        |        |        |        |        |        |        |        |        |      |        |        |        |        |        |        |        |        |        |       |        |        |        |        |        |        |        |       |       |       | 1,00   | -0,15  |      |
| Zr ppm |      |        |        |        |        |        |        |        |        |        |      |        |        |        |        |        |        |        |        |        |       |        |        |        |        |        |        |        |       |       |       |        |        | 1,00 |

**Matriz de correlação de alguns elementos analisados para as amostras do horizonte B da associação cambissolos háplicos/neossolos litólicos.**

|        | Ag ppm | Al % | As ppm | Ba ppm | Bi ppm | Cd ppm | Ce ppm | Co ppm | Cr ppm | Cu ppm | Fe % | Ga ppm | Hf ppm | In ppm | Li ppm | Mn ppm | Mo ppm | Nb ppm | Ni ppm | P ppm | Pb ppm | Rb ppm | Sb ppm | Sc ppm | Sn ppm | Sr ppm | Th ppm | U ppm | V ppm | W ppm | Y ppm | Zn ppm | Zr ppm |      |
|--------|--------|------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|------|
| Ag ppm | 1,00   | 0,95 | 0,41   | 0,97   | 0,87   | 0,12   | 0,41   | 0,35   | 0,87   | 0,61   | 0,91 | 0,86   | 0,80   | 0,83   | 0,98   | -0,81  | 0,93   | 0,52   | 0,71   | 0,45  | 0,80   | 0,99   | 0,94   | 0,50   | 0,84   | 0,82   | 0,84   | 0,87  | 0,36  | 0,34  | -0,26 | 0,83   | 0,78   |      |
| Al %   |        | 1,00 | 0,44   | 0,98   | 0,96   | 0,14   | 0,47   | 0,48   | 0,98   | 0,57   | 0,99 | 0,97   | 0,92   | 0,95   | 0,95   | -0,59  | 0,92   | 0,66   | 0,78   | 0,16  | 0,84   | 0,99   | 0,94   | 0,66   | 0,95   | 0,82   | 0,95   | 0,97  | 0,61  | 0,31  | -0,21 | 0,86   | 0,94   |      |
| As ppm |        |      | 1,00   | 0,56   | 0,66   | 0,95   | 0,99   | 0,95   | 0,53   | 0,95   | 0,42 | 0,60   | 0,70   | 0,56   | 0,58   | -0,23  | 0,71   | 0,91   | 0,90   | 0,22  | 0,86   | 0,48   | 0,68   | 0,86   | 0,64   | 0,86   | 0,62   | 0,31  | -0,04 | 0,98  | 0,77  | 0,84   | 0,46   |      |
| Ba ppm |        |      |        | 1,00   | 0,96   | 0,28   | 0,57   | 0,54   | 0,95   | 0,71   | 0,95 | 0,95   | 0,91   | 0,92   | 0,99   | -0,69  | 0,98   | 0,70   | 0,84   | 0,32  | 0,90   | 1,00   | 0,99   | 0,68   | 0,94   | 0,90   | 0,93   | 0,91  | 0,44  | 0,46  | -0,09 | 0,92   | 0,87   |      |
| Bi ppm |        |      |        |        | 1,00   | 0,40   | 0,69   | 0,71   | 0,99   | 0,72   | 0,96 | 1,00   | 0,99   | 0,99   | 0,92   | -0,46  | 0,95   | 0,85   | 0,92   | 0,07  | 0,94   | 0,94   | 0,96   | 0,85   | 1,00   | 0,92   | 1,00   | 0,92  | 0,58  | 0,53  | 0,07  | 0,94   | 0,95   |      |
| Cd ppm |        |      |        |        |        | 1,00   | 0,94   | 0,89   | 0,25   | 0,85   | 0,13 | 0,34   | 0,46   | 0,30   | 0,31   | -0,04  | 0,46   | 0,78   | 0,73   | 0,16  | 0,66   | 0,19   | 0,43   | 0,73   | 0,39   | 0,66   | 0,36   | 0,02  | -0,24 | 0,97  | 0,93  | 0,63   | 0,20   |      |
| Ce ppm |        |      |        |        |        |        | 1,00   | 0,98   | 0,58   | 0,93   | 0,46 | 0,64   | 0,75   | 0,61   | 0,58   | -0,17  | 0,71   | 0,94   | 0,92   | 0,11  | 0,87   | 0,49   | 0,69   | 0,91   | 0,69   | 0,86   | 0,67   | 0,37  | 0,06  | 0,95  | 0,76  | 0,85   | 0,53   |      |
| Co ppm |        |      |        |        |        |        |        | 1,00   | 0,61   | 0,84   | 0,50 | 0,67   | 0,78   | 0,66   | 0,52   | -0,01  | 0,66   | 0,97   | 0,91   | -0,09 | 0,84   | 0,46   | 0,65   | 0,96   | 0,72   | 0,81   | 0,70   | 0,42  | 0,23  | 0,88  | 0,74  | 0,81   | 0,60   |      |
| Cr ppm |        |      |        |        |        |        |        |        | 1,00   | 0,59   | 0,99 | 1,00   | 0,97   | 1,00   | 0,90   | -0,43  | 0,90   | 0,77   | 0,84   | 0,00  | 0,88   | 0,94   | 0,93   | 0,79   | 0,99   | 0,84   | 0,99   | 0,97  | 0,69  | 0,38  | -0,07 | 0,88   | 0,98   |      |
| Cu ppm |        |      |        |        |        |        |        |        |        | 1,00   | 0,52 | 0,66   | 0,72   | 0,60   | 0,75   | -0,51  | 0,83   | 0,83   | 0,91   | 0,46  | 0,91   | 0,64   | 0,80   | 0,77   | 0,69   | 0,93   | 0,66   | 0,41  | -0,10 | 0,95  | 0,60  | 0,90   | 0,49   |      |
| Fe %   |        |      |        |        |        |        |        |        |        |        | 1,00 | 0,98   | 0,93   | 0,97   | 0,91   | -0,49  | 0,89   | 0,68   | 0,77   | 0,04  | 0,82   | 0,96   | 0,92   | 0,69   | 0,96   | 0,79   | 0,97   | 0,99  | 0,70  | 0,28  | -0,21 | 0,83   | 0,97   |      |
| Ga ppm |        |      |        |        |        |        |        |        |        |        |      | 1,00   | 0,99   | 1,00   | 0,91   | -0,43  | 0,92   | 0,82   | 0,89   | 0,02  | 0,91   | 0,93   | 0,95   | 0,83   | 1,00   | 0,88   | 1,00   | 0,95  | 0,64  | 0,46  | 0,01  | 0,92   | 0,97   |      |
| Hf ppm |        |      |        |        |        |        |        |        |        |        |      |        | 1,00   | 0,98   | 0,87   | -0,35  | 0,91   | 0,90   | 0,94   | -0,02 | 0,94   | 0,88   | 0,93   | 0,91   | 1,00   | 0,91   | 0,99   | 0,89  | 0,61  | 0,56  | 0,16  | 0,94   | 0,96   |      |
| In ppm |        |      |        |        |        |        |        |        |        |        |      |        |        | 1,00   | 0,86   | -0,35  | 0,88   | 0,81   | 0,86   | -0,07 | 0,88   | 0,91   | 0,91   | 0,83   | 0,99   | 0,84   | 1,00   | 0,96  | 0,71  | 0,41  | -0,01 | 0,88   | 0,99   |      |
| Li ppm |        |      |        |        |        |        |        |        |        |        |      |        |        |        | 1,00   | -0,77  | 0,99   | 0,67   | 0,83   | 0,44  | 0,90   | 0,98   | 0,99   | 0,64   | 0,89   | 0,91   | 0,89   | 0,85  | 0,32  | 0,51  | -0,06 | 0,92   | 0,80   |      |
| Mn ppm |        |      |        |        |        |        |        |        |        |        |      |        |        |        |        | 1,00   | -0,69  | -0,11  | -0,37  | -0,87 | -0,49  | -0,71  | -0,66  | -0,05  | -0,40  | -0,57  | -0,39  | -0,43 | 0,21  | -0,27 | 0,28  | -0,54  | -0,27  |      |
| Mo ppm |        |      |        |        |        |        |        |        |        |        |      |        |        |        |        |        | 1,00   | 0,77   | 0,91   | 0,39  | 0,96   | 0,96   | 1,00   | 0,74   | 0,92   | 0,97   | 0,91   | 0,82  | 0,31  | 0,63  | 0,10  | 0,97   | 0,81   |      |
| Nb ppm |        |      |        |        |        |        |        |        |        |        |      |        |        |        |        |        |        | 1,00   | 0,97   | -0,09 | 0,92   | 0,63   | 0,78   | 0,99   | 0,85   | 0,88   | 0,84   | 0,61  | 0,39  | 0,81  | 0,58  | 0,89   | 0,76   |      |
| Ni ppm |        |      |        |        |        |        |        |        |        |        |      |        |        |        |        |        |        |        | 1,00   | 0,14  | 0,99   | 0,78   | 0,91   | 0,94   | 0,91   | 0,97   | 0,90   | 0,69  | 0,32  | 0,82  | 0,45  | 0,98   | 0,79   |      |
| P ppm  |        |      |        |        |        |        |        |        |        |        |      |        |        |        |        |        |        |        |        | 1,00  | 0,24   | 0,32   | 0,34   | -0,18  | 0,01   | 0,34   | -0,01  | -0,05 | -0,65 | 0,34  | -0,03 | 0,28   | -0,18  |      |
| Pb ppm |        |      |        |        |        |        |        |        |        |        |      |        |        |        |        |        |        |        |        |       | 1,00   | 0,86   | 0,96   | 0,89   | 0,93   | 0,99   | 0,92   | 0,74  | 0,31  | 0,78  | 0,35  | 1,00   | 0,81   |      |
| Rb ppm |        |      |        |        |        |        |        |        |        |        |      |        |        |        |        |        |        |        |        |       |        | 1,00   | 0,97   | 0,62   | 0,92   | 0,86   | 0,92   | 0,92  | 0,47  | 0,38  | -0,18 | 0,88   | 0,87   |      |
| Sb ppm |        |      |        |        |        |        |        |        |        |        |      |        |        |        |        |        |        |        |        |       |        |        | 1,00   | 0,76   | 0,94   | 0,96   | 0,94   | 0,86  | 0,37  | 0,59  | 0,07  | 0,97   | 0,85   |      |
| Sc ppm |        |      |        |        |        |        |        |        |        |        |      |        |        |        |        |        |        |        |        |       |        |        |        | 1,00   | 0,86   | 0,85   | 0,85   | 0,64  | 0,47  | 0,74  | 0,54  | 0,87   | 0,80   |      |
| Sn ppm |        |      |        |        |        |        |        |        |        |        |      |        |        |        |        |        |        |        |        |       |        |        |        |        | 1,00   | 0,90   | 1,00   | 0,93  | 0,63  | 0,50  | 0,07  | 0,93   | 0,97   |      |
| Sr ppm |        |      |        |        |        |        |        |        |        |        |      |        |        |        |        |        |        |        |        |       |        |        |        |        |        | 1,00   | 0,88   | 0,71  | 0,22  | 0,80  | 0,34  | 1,00   | 0,76   |      |
| Th ppm |        |      |        |        |        |        |        |        |        |        |      |        |        |        |        |        |        |        |        |       |        |        |        |        |        |        | 1,00   | 0,94  | 0,65  | 0,48  | 0,05  | 0,92   | 0,98   |      |
| U ppm  |        |      |        |        |        |        |        |        |        |        |      |        |        |        |        |        |        |        |        |       |        |        |        |        |        |        |        | 1,00  | 0,77  | 0,16  | -0,30 | 0,76   | 0,97   |      |
| V ppm  |        |      |        |        |        |        |        |        |        |        |      |        |        |        |        |        |        |        |        |       |        |        |        |        |        |        |        |       | 1,00  | -0,23 | -0,34 | 0,30   | 0,80   |      |
| W ppm  |        |      |        |        |        |        |        |        |        |        |      |        |        |        |        |        |        |        |        |       |        |        |        |        |        |        |        |       |       | 1,00  | 0,82  | 0,76   | 0,30   |      |
| Y ppm  |        |      |        |        |        |        |        |        |        |        |      |        |        |        |        |        |        |        |        |       |        |        |        |        |        |        |        |       |       |       | 1,00  | 0,31   | -0,08  |      |
| Zn ppm |        |      |        |        |        |        |        |        |        |        |      |        |        |        |        |        |        |        |        |       |        |        |        |        |        |        |        |       |       |       |       | 1,00   | 0,81   |      |
| Zr ppm |        |      |        |        |        |        |        |        |        |        |      |        |        |        |        |        |        |        |        |       |        |        |        |        |        |        |        |       |       |       |       |        |        | 1,00 |

**Matriz de correlação de alguns elementos analisados para as amostras do horizonte B dos latossolos amarelos.**

|        | Ag ppm | Al %  | As ppm | Bi ppm | Ce ppm | Co ppm | Cr ppm | Cs ppm | Cu ppm | Fe %  | Ga ppm | Hf ppm | Hg ppm | In ppm | La ppm | Mn ppm | Mo ppm | Nb ppm | Ni ppm | P ppm | Pb ppm | Rb ppm | Sb ppm | Sc ppm | Sn ppm | Th ppm | Ti %  | U ppm | V ppm | W ppm | Y ppm | Zn ppm | Zr ppm |
|--------|--------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|
| Ag ppm | 1,00   | -0,44 | -0,41  | -0,11  | 0,10   | -0,18  | -0,19  | 0,02   | -0,10  | -0,14 | -0,09  | 0,65   | -0,34  | 0,27   | -0,13  | -0,24  | 0,53   | 0,58   | -0,34  | -0,37 | -0,03  | -0,24  | 0,29   | 0,06   | -0,15  | 0,21   | 0,48  | -0,23 | 0,94  | 0,22  | -0,24 | -0,33  | 0,40   |
| Al %   |        | 1,00  | 0,73   | 0,84   | -0,35  | 0,64   | 0,59   | 0,86   | 0,69   | 0,83  | 0,85   | -0,29  | 0,78   | 0,32   | -0,05  | 0,91   | 0,08   | -0,96  | 0,91   | 0,43  | 0,55   | 0,94   | 0,69   | 0,74   | 0,88   | 0,72   | 0,26  | -0,28 | -0,24 | -0,54 | 0,77  | 0,81   | 0,09   |
| As ppm |        |       | 1,00   | 0,81   | -0,31  | 0,84   | 0,64   | 0,56   | 0,83   | 0,88  | 0,85   | -0,64  | 0,87   | 0,55   | 0,39   | 0,85   | -0,41  | -0,63  | 0,86   | 0,79  | 0,81   | 0,79   | 0,56   | 0,84   | 0,80   | 0,45   | 0,37  | 0,26  | -0,08 | -0,61 | 0,82  | 0,89   | -0,34  |
| Bi ppm |        |       |        | 1,00   | -0,12  | 0,83   | 0,39   | 0,82   | 0,89   | 0,95  | 0,99   | -0,36  | 0,91   | 0,42   | 0,26   | 0,96   | 0,01   | -0,70  | 0,94   | 0,63  | 0,86   | 0,97   | 0,86   | 0,93   | 0,99   | 0,84   | 0,46  | -0,07 | 0,17  | -0,57 | 0,93  | 0,92   | -0,04  |
| Ce ppm |        |       |        |        | 1,00   | 0,16   | -0,79  | -0,51  | 0,10   | -0,13 | -0,22  | -0,37  | 0,10   | -0,77  | 0,68   | -0,14  | -0,39  | 0,20   | -0,08  | 0,31  | 0,18   | -0,19  | -0,36  | -0,38  | -0,25  | -0,31  | -0,67 | 0,55  | 0,04  | 0,71  | 0,14  | 0,03   | -0,59  |
| Co ppm |        |       |        |        |        | 1,00   | 0,37   | 0,45   | 0,99   | 0,93  | 0,84   | -0,69  | 0,96   | 0,28   | 0,68   | 0,88   | -0,46  | -0,60  | 0,90   | 0,92  | 0,97   | 0,79   | 0,54   | 0,75   | 0,75   | 0,43   | 0,14  | 0,44  | 0,11  | -0,18 | 0,95  | 0,96   | -0,53  |
| Cr ppm |        |       |        |        |        |        | 1,00   | 0,58   | 0,39   | 0,56  | 0,51   | -0,02  | 0,34   | 0,81   | -0,23  | 0,51   | 0,02   | -0,50  | 0,47   | 0,19  | 0,27   | 0,47   | 0,46   | 0,61   | 0,46   | 0,33   | 0,53  | -0,19 | -0,01 | -0,48 | 0,28  | 0,40   | 0,16   |
| Cs ppm |        |       |        |        |        |        |        | 1,00   | 0,56   | 0,75  | 0,84   | 0,15   | 0,57   | 0,56   | -0,32  | 0,80   | 0,50   | -0,71  | 0,74   | 0,12  | 0,45   | 0,87   | 0,93   | 0,84   | 0,88   | 0,94   | 0,65  | -0,60 | 0,18  | -0,64 | 0,60  | 0,61   | 0,49   |
| Cu ppm |        |       |        |        |        |        |        |        | 1,00   | 0,96  | 0,90   | -0,58  | 0,96   | 0,34   | 0,59   | 0,92   | -0,32  | -0,61  | 0,92   | 0,85  | 0,98   | 0,85   | 0,67   | 0,83   | 0,83   | 0,57   | 0,25  | 0,31  | 0,20  | -0,25 | 0,97  | 0,96   | -0,40  |
| Fe %   |        |       |        |        |        |        |        |        |        | 1,00  | 0,97   | -0,45  | 0,94   | 0,48   | 0,37   | 0,98   | -0,15  | -0,73  | 0,97   | 0,73  | 0,90   | 0,94   | 0,78   | 0,91   | 0,92   | 0,70   | 0,39  | 0,09  | 0,15  | -0,42 | 0,94  | 0,96   | -0,20  |
| Ga ppm |        |       |        |        |        |        |        |        |        |       | 1,00   | -0,33  | 0,90   | 0,52   | 0,23   | 0,97   | 0,01   | -0,71  | 0,94   | 0,62  | 0,85   | 0,97   | 0,88   | 0,96   | 0,98   | 0,83   | 0,53  | -0,08 | 0,20  | -0,59 | 0,91  | 0,92   | -0,02  |
| Hf ppm |        |       |        |        |        |        |        |        |        |       |        | 1,00   | -0,69  | 0,20   | -0,83  | -0,44  | 0,90   | 0,37   | -0,53  | -0,91 | -0,62  | -0,34  | 0,14   | -0,20  | -0,29  | 0,19   | 0,41  | -0,80 | 0,44  | 0,02  | -0,63 | -0,66  | 0,90   |
| Hg ppm |        |       |        |        |        |        |        |        |        |       |        |        | 1,00   | 0,21   | 0,57   | 0,94   | -0,37  | -0,74  | 0,97   | 0,87  | 0,93   | 0,90   | 0,60   | 0,78   | 0,86   | 0,55   | 0,13  | 0,29  | -0,05 | -0,33 | 0,99  | 1,00   | -0,43  |
| In ppm |        |       |        |        |        |        |        |        |        |       |        |        |        | 1,00   | -0,23  | 0,39   | 0,21   | -0,09  | 0,30   | 0,08  | 0,33   | 0,36   | 0,64   | 0,72   | 0,46   | 0,47   | 0,89  | -0,23 | 0,47  | -0,63 | 0,20  | 0,27   | 0,33   |
| La ppm |        |       |        |        |        |        |        |        |        |       |        |        |        |        | 1,00   | 0,29   | -0,82  | -0,01  | 0,35   | 0,86  | 0,69   | 0,15   | -0,12  | 0,13   | 0,12   | -0,22  | -0,36 | 0,91  | 0,04  | 0,30  | 0,55  | 0,52   | -0,92  |
| Mn ppm |        |       |        |        |        |        |        |        |        |       |        |        |        |        |        | 1,00   | -0,09  | -0,83  | 0,99   | 0,68  | 0,85   | 0,98   | 0,79   | 0,89   | 0,95   | 0,75   | 0,34  | -0,01 | 0,04  | -0,46 | 0,95  | 0,96   | -0,13  |
| Mo ppm |        |       |        |        |        |        |        |        |        |       |        |        |        |        |        |        | 1,00   | 0,03   | -0,18  | -0,76 | -0,39  | 0,05   | 0,45   | 0,09   | 0,10   | 0,55   | 0,51  | -0,95 | 0,39  | -0,22 | -0,29 | -0,34  | 0,97   |
| Nb ppm |        |       |        |        |        |        |        |        |        |       |        |        |        |        |        |        |        | 1,00   | -0,85  | -0,43 | -0,46  | -0,85  | -0,49  | -0,55  | -0,75  | -0,55  | 0,01  | 0,20  | 0,43  | 0,33  | -0,72 | -0,76  | 0,03   |
| Ni ppm |        |       |        |        |        |        |        |        |        |       |        |        |        |        |        |        |        |        | 1,00   | 0,74  | 0,85   | 0,97   | 0,71   | 0,83   | 0,93   | 0,68   | 0,23  | 0,06  | -0,06 | -0,43 | 0,96  | 0,98   | -0,22  |
| P ppm  |        |       |        |        |        |        |        |        |        |       |        |        |        |        |        |        |        |        |        | 1,00  | 0,89   | 0,57   | 0,22   | 0,52   | 0,54   | 0,11   | -0,11 | 0,72  | -0,09 | -0,10 | 0,84  | 0,85   | -0,80  |
| Pb ppm |        |       |        |        |        |        |        |        |        |       |        |        |        |        |        |        |        |        |        |       | 1,00   | 0,77   | 0,62   | 0,80   | 0,77   | 0,51   | 0,27  | 0,41  | 0,28  | -0,26 | 0,94  | 0,92   | -0,47  |
| Rb ppm |        |       |        |        |        |        |        |        |        |       |        |        |        |        |        |        |        |        |        |       |        | 1,00   | 0,83   | 0,87   | 0,98   | 0,83   | 0,37  | -0,16 | 0,01  | -0,53 | 0,91  | 0,91   | 0,01   |
| Sb ppm |        |       |        |        |        |        |        |        |        |       |        |        |        |        |        |        |        |        |        |       |        |        | 1,00   | 0,92   | 0,88   | 0,97   | 0,77  | -0,44 | 0,50  | -0,60 | 0,65  | 0,63   | 0,40   |
| Sc ppm |        |       |        |        |        |        |        |        |        |       |        |        |        |        |        |        |        |        |        |       |        |        |        | 1,00   | 0,93   | 0,82   | 0,72  | -0,13 | 0,35  | -0,67 | 0,79  | 0,81   | 0,08   |
| Sn ppm |        |       |        |        |        |        |        |        |        |       |        |        |        |        |        |        |        |        |        |       |        |        |        |        | 1,00   | 0,88   | 0,51  | -0,19 | 0,12  | -0,66 | 0,88  | 0,88   | 0,07   |
| Th ppm |        |       |        |        |        |        |        |        |        |       |        |        |        |        |        |        |        |        |        |       |        |        |        |        |        | 1,00   | 0,68  | -0,57 | 0,37  | -0,60 | 0,61  | 0,58   | 0,49   |
| Ti %   |        |       |        |        |        |        |        |        |        |       |        |        |        |        |        |        |        |        |        |       |        |        |        |        |        |        | 1,00  | -0,46 | 0,63  | -0,71 | 0,16  | 0,18   | 0,57   |
| U ppm  |        |       |        |        |        |        |        |        |        |       |        |        |        |        |        |        |        |        |        |       |        |        |        |        |        |        |       | 1,00  | -0,12 | 0,37  | 0,24  | 0,25   | -0,97  |
| V ppm  |        |       |        |        |        |        |        |        |        |       |        |        |        |        |        |        |        |        |        |       |        |        |        |        |        |        |       |       | 1,00  | 0,03  | 0,04  | -0,04  | 0,28   |
| W ppm  |        |       |        |        |        |        |        |        |        |       |        |        |        |        |        |        |        |        |        |       |        |        |        |        |        |        |       |       |       | 1,00  | -0,31 | -0,37  | -0,36  |
| Y ppm  |        |       |        |        |        |        |        |        |        |       |        |        |        |        |        |        |        |        |        |       |        |        |        |        |        |        |       |       |       |       | 1,00  | 0,99   | -0,38  |
| Zn ppm |        |       |        |        |        |        |        |        |        |       |        |        |        |        |        |        |        |        |        |       |        |        |        |        |        |        |       |       |       |       |       | 1,00   | -0,39  |
| Zr ppm |        |       |        |        |        |        |        |        |        |       |        |        |        |        |        |        |        |        |        |       |        |        |        |        |        |        |       |       |       |       |       |        | 1,00   |

**Matriz de correlação de alguns elementos analisados para as amostras do horizonte B dos latossolos vermelho-amarelos.**

|        | Ag ppm | Al %  | As ppm | Ba ppm | Be ppm | Bi ppm | Cd ppm | Ce ppm | Co ppm | Cr ppm | Cs ppm | Cu ppm | Fe %  | Ga ppm | Hf ppm | Hg ppm | In ppm | La ppm | Li ppm | Mn ppm | Mo ppm | Nb ppm | Ni ppm | P ppm | Pb ppm | Rb ppm | Sb ppm | Se ppm | Sn ppm | Sr ppm | Th ppm | Ti %  | U ppm | V ppm | W ppm | Y ppm | Zn ppm | Zr ppm |       |       |
|--------|--------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|-------|-------|
| Ag ppm | 1,00   | -0,17 | -0,20  | -0,01  | -0,33  | -0,25  | 0,51   | 0,16   | -0,25  | -0,16  | 0,10   | 0,14   | -0,08 | 0,02   | 0,02   | 0,04   | -0,49  | 0,21   | -0,48  | -0,02  | 0,05   | 0,03   | -0,34  | 0,07  | -0,04  | 0,11   | 0,63   | -0,02  | 0,08   | -0,39  | -0,23  | 0,13  | 0,25  | -0,07 | -0,41 | 0,02  | -0,29  | -0,04  |       |       |
| Al %   |        | 1,00  | 0,61   | 0,24   | 0,68   | -0,16  | 0,16   | -0,79  | -0,54  | 0,60   | -0,65  | 0,21   | 0,35  | 0,23   | -0,72  | -0,66  | 0,67   | -0,09  | 0,82   | -0,35  | -0,05  | -0,63  | 0,70   | 0,02  | -0,36  | 0,60   | -0,38  | -0,55  | -0,23  | 0,69   | -0,26  | -0,89 | 0,04  | -0,16 | -0,31 | -0,05 | -0,01  | -0,55  |       |       |
| As ppm |        |       | 1,00   | 0,71   | 0,27   | -0,46  | 0,43   | -0,93  | 0,14   | 0,19   | -0,76  | 0,71   | -0,26 | -0,46  | -0,89  | 0,18   | 0,06   | -0,64  | 0,34   | 0,43   | 0,56   | -0,81  | 0,97   | 0,33  | 0,37   | 0,89   | 0,09   | -0,67  | -0,65  | 0,54   | -0,60  | -0,76 | 0,55  | -0,79 | -0,26 | 0,59  | 0,62   | -0,86  |       |       |
| Ba ppm |        |       |        | 1,00   | -0,07  | -0,92  | 0,23   | -0,73  | -0,05  | -0,43  | -0,46  | 0,57   | -0,77 | -0,88  | -0,81  | 0,43   | -0,26  | -0,90  | -0,22  | 0,51   | 0,94   | -0,88  | 0,56   | 0,08  | 0,81   | 0,80   | 0,18   | -0,34  | -0,87  | -0,10  | -0,52  | -0,42 | 0,95  | -0,87 | -0,70 | 0,95  | 0,24   | -0,56  |       |       |
| Be ppm |        |       |        |        | 1,00   | 0,07   | 0,31   | -0,49  | -0,20  | 0,84   | -0,74  | 0,33   | 0,66  | 0,30   | -0,37  | -0,63  | 0,41   | 0,34   | 0,84   | -0,08  | -0,40  | -0,35  | 0,40   | 0,51  | -0,49  | 0,34   | -0,13  | -0,73  | -0,29  | 0,30   | -0,45  | -0,78 | -0,34 | -0,05 | 0,21  | -0,32 | 0,20   | -0,51  |       |       |
| Bi ppm |        |       |        |        |        | 1,00   | -0,29  | 0,58   | 0,25   | 0,47   | 0,39   | -0,50  | 0,72  | 0,81   | 0,71   | -0,32  | 0,36   | 0,72   | 0,34   | -0,42  | -0,85  | 0,83   | -0,29  | -0,06 | -0,72  | -0,73  | -0,30  | 0,30   | 0,83   | 0,37   | 0,54   | 0,35  | -0,93 | 0,76  | 0,82  | -0,86 | 0,01   | 0,45   |       |       |
| Cd ppm |        |       |        |        |        |        | 1,00   | -0,42  | 0,27   | 0,38   | -0,71  | 0,87   | 0,10  | -0,22  | -0,44  | 0,16   | -0,55  | 0,09   | 0,02   | 0,57   | 0,10   | -0,39  | 0,36   | 0,84  | 0,05   | 0,63   | 0,84   | -0,82  | -0,48  | -0,08  | -0,90  | -0,50 | 0,24  | -0,61 | 0,00  | 0,19  | 0,56   | -0,79  |       |       |
| Ce ppm |        |       |        |        |        |        |        | 1,00   | 0,16   | -0,28  | 0,85   | -0,66  | 0,15  | 0,39   | 0,98   | 0,09   | -0,19  | 0,55   | -0,47  | -0,26  | -0,49  | 0,94   | -0,91  | -0,30 | -0,24  | -0,94  | 0,00   | 0,74   | 0,73   | -0,45  | 0,64   | 0,91  | -0,53 | 0,73  | 0,43  | -0,52 | -0,39  | 0,86   |       |       |
| Co ppm |        |       |        |        |        |        |        |        | 1,00   | -0,04  | -0,07  | 0,41   | -0,14 | -0,32  | 0,23   | 0,73   | -0,55  | -0,08  | -0,25  | 0,76   | 0,09   | 0,26   | 0,13   | 0,55  | 0,35   | -0,08  | -0,46  | -0,14  | -0,11  | -0,06  | -0,25  | 0,26  | -0,06 | -0,31 | 0,67  | 0,17  | 0,83   | -0,19  |       |       |
| Cr ppm |        |       |        |        |        |        |        |        |        | 1,00   | -0,57  | 0,22   | 0,89  | 0,63   | -0,13  | -0,65  | 0,43   | 0,60   | 0,86   | -0,21  | -0,68  | -0,01  | 0,35   | 0,50  | -0,76  | 0,14   | -0,06  | -0,62  | 0,12   | 0,54   | -0,29  | -0,62 | -0,62 | 0,17  | 0,48  | -0,62 | 0,28   | -0,42  |       |       |
| Cs ppm |        |       |        |        |        |        |        |        |        |        | 1,00   | -0,84  | -0,16 | 0,25   | 0,79   | 0,12   | 0,03   | 0,16   | -0,53  | -0,43  | -0,18  | 0,75   | -0,77  | -0,73 | -0,04  | -0,84  | -0,30  | 0,98   | 0,73   | -0,27  | 0,87   | 0,92  | -0,25 | 0,68  | 0,07  | -0,28 | -0,59  | 0,95   |       |       |
| Cu ppm |        |       |        |        |        |        |        |        |        |        |        | 1,00   | -0,18 | -0,56  | -0,66  | 0,38   | -0,52  | -0,31  | 0,04   | 0,80   | 0,43   | -0,65  | 0,62   | 0,84  | 0,39   | 0,81   | 0,70   | -0,87  | -0,80  | -0,03  | -0,97  | -0,61 | 0,48  | -0,89 | -0,05 | 0,53  | 0,77   | -0,93  |       |       |
| Fe %   |        |       |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        | 1,00  | 0,88   | 0,28   | -0,76  | 0,48   | 0,87   | 0,72   | -0,48  | -0,94  | 0,39   | -0,08  | 0,25  | -0,95  | -0,30  | -0,19  | -0,24  | 0,49   | 0,37   | 0,07   | -0,25 | -0,88 | 0,58  | 0,58  | -0,90 | -0,05  | 0,02   |       |       |
| Ga ppm |        |       |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |       | 1,00   | 0,48   | -0,77  | 0,60   | 0,83   | 0,54   | -0,78  | -0,93  | 0,59   | -0,29  | -0,20 | -0,97  | -0,55  | -0,40  | 0,18   | 0,81   | 0,40   | 0,48   | 0,05  | -0,88 | 0,84  | 0,43  | -0,97 | -0,08  | 0,38   |       |       |
| Hf ppm |        |       |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |       |        | 1,00   | 0,02   | -0,09  | 0,62   | -0,31  | -0,27  | -0,60  | 0,98   | -0,84  | -0,24 | -0,34  | -0,97  | -0,08  | 0,69   | 0,77   | -0,33  | 0,65   | 0,85  | -0,67 | 0,78  | 0,58  | -0,62 | -0,30  | 0,83   |       |       |
| Hg ppm |        |       |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |       |        |        | 1,00   | -0,77  | -0,56  | -0,74  | 0,81   | 0,66   | -0,03  | 0,04   | 0,20  | 0,85   | 0,11   | 0,52   | 0,10   | -0,36  | -0,38  | -0,22  | 0,41  | 0,55  | -0,56 | 0,03  | 0,69  | 0,52   | -0,10  |       |       |
| In ppm |        |       |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |       |        |        |        | 1,00   | 0,13   | 0,77   | -0,78  | -0,40  | -0,01  | 0,24   | -0,51 | -0,58  | -0,13  | -0,90  | 0,14   | 0,38   | 0,71   | 0,50   | -0,32 | -0,43 | 0,50  | 0,00  | -0,46 | -0,37  | 0,18   |       |       |
| La ppm |        |       |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |       |        |        |        |        | 1,00   | 0,29   | -0,42  | -0,95  | 0,66   | -0,53  | 0,20  | -0,86  | -0,57  | 0,06   | 0,02   | 0,62   | -0,06  | 0,17   | 0,16  | -0,86 | 0,70  | 0,57  | -0,92 | -0,23  | 0,31   |       |       |
| Li ppm |        |       |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |       |        |        |        |        |        | 1,00   | -0,38  | -0,49  | -0,20  | 0,53   | 0,16  | -0,65  | 0,20   | -0,49  | -0,48  | 0,05   | 0,74   | -0,08  | -0,71 | -0,48 | 0,17  | 0,26  | -0,46 | 0,13   | -0,35  |       |       |
| Mn ppm |        |       |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |       |        |        |        |        |        |        | 1,00   | 0,55   | -0,32  | 0,31   | 0,70  | 0,71   | 0,45   | 0,71   | -0,47  | -0,70  | -0,33  | -0,70  | -0,08 | 0,50  | -0,80 | 0,13  | 0,65  | 0,80   | -0,56  |       |       |
| Mo ppm |        |       |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |       |        |        |        |        |        |        |        | 1,00   | -0,67  | 0,38   | -0,06 | 0,93   | 0,61   | 0,22   | -0,08  | -0,71  | -0,20  | -0,33  | -0,10 | 0,97  | -0,79 | -0,65 | 0,99  | 0,21   | -0,34  |       |       |
| Nb ppm |        |       |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |       |        |        |        |        |        |        |        |        | 1,00   | -0,73  | -0,22 | -0,45  | -0,94  | -0,10  | 0,64   | 0,86   | -0,14  | 0,66   | 0,79  | -0,74 | 0,80  | 0,65  | -0,70 | -0,23  | 0,76   |       |       |
| Ni ppm |        |       |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |       |        |        |        |        |        |        |        |        |        | 1,00   | 0,32  | 0,19   | 0,81   | -0,06  | -0,68  | -0,54  | 0,68   | -0,51  | -0,80 | 0,36  | -0,66 | -0,13 | 0,42  | 0,62   | -0,83  |       |       |
| P ppm  |        |       |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |       |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        | 1,00  | 0,03   | 0,42   | 0,71   | -0,83  | -0,50  | -0,12  | -0,85  | -0,43 | -0,02 | -0,52 | 0,41  | 0,07  | 0,76   | -0,72  |       |       |
| Pb ppm |        |       |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |       |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |       | 1,00   | 0,39   | 0,31   | 0,03   | -0,66  | -0,39  | -0,28  | 0,14  | 0,85  | -0,73 | -0,41 | 0,94  | 0,31   | -0,20  |       |       |
| Rb ppm |        |       |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |       |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |       |        | 1,00   | 0,31   | -0,78  | -0,82  | 0,22   | -0,79  | -0,82 | 0,69  | -0,87 | -0,51 | 0,65  | 0,43   | -0,91  |       |       |
| Sb ppm |        |       |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |       |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |       |        |        | 1,00   | -0,44  | -0,38  | -0,51  | -0,71  | 0,01  | 0,32  | -0,53 | 0,03  | 0,30  | 0,45   | -0,44  |       |       |
| Se ppm |        |       |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |       |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |       |        |        |        | 1,00   | 0,66   | -0,21  | 0,91   | 0,86  | -0,17 | 0,64  | -0,03 | -0,18 | -0,62  | 0,94   |       |       |
| Sn ppm |        |       |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |       |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |       |        |        |        |        | 1,00   | 0,23   | 0,80   | 0,57  | -0,74 | 0,90  | 0,41  | -0,79 | -0,45  | 0,73   |       |       |
| Sr ppm |        |       |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |       |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |       |        |        |        |        |        | 1,00   | 0,14   | -0,48 | -0,25 | 0,07  | 0,17  | -0,22 | 0,24   | -0,29  |       |       |
| Th ppm |        |       |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |       |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |       |        |        |        |        |        |        | 1,00   | 0,65  | -0,43 | 0,81  | 0,12  | -0,44 | -0,62  | 0,90   |       |       |
| Ti %   |        |       |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |       |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |       |        |        |        |        |        |        |        | 1,00  | -0,19 | 0,50  | 0,23  | -0,16 | -0,32  | 0,84   |       |       |
| U ppm  |        |       |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |       |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |       |        |        |        |        |        |        |        |       |       | 1,00  | -0,81 | -0,77 | 0,96   | 0,12   | -0,41 |       |
| V ppm  |        |       |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |       |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |       |        |        |        |        |        |        |        |       |       |       |       | 1,00  | 0,37   | -0,86  | -0,63 | 0,81  |
| W ppm  |        |       |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |       |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |       |        |        |        |        |        |        |        |       |       |       |       |       | 1,00   | -0,58  | 0,47  | 0,13  |
| Y ppm  |        |       |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |       |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |       |        |        |        |        |        |        |        |       |       |       |       |       |        | 1,00   | 0,32  | -0,43 |
| Zn ppm |        |       |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |       |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |       |        |        |        |        |        |        |        |       |       |       |       |       |        |        | 1,00  | -0,69 |
| Zr ppm |        |       |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |       |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |       |        |        |        |        |        |        |        |       |       |       |       |       |        |        |       | 1,00  |