



COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS

PROSPECTO

SEDIMENTOS GONDWÂNICOS

I-96

CPRM — SEDOTE
ARQUIVO TÉCNICO

Relatório n.º 1509

N.º de Volumes: 1 V: - S

CONFIDENCIAL

SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL DE SÃO PAULO

1980

ph) 009563

ÍNDICE DAS ILUSTRAÇÕES

Figuras	Pg.
1 - Mapa de localização	2
2 - Mapa de localização dos perfis geológicos	6
3 - Coluna estratigráfica das formações em estudo	9
4 - Área selecionada	76
Tabelas	
I - Dados estatísticos na população Área Total	19
II - Matriz de correlação - população Área Total	20
III - Dados estatísticos dos elementos na população Serra Alta	23
IV - Matriz de correlação - população Serra Alta	25
V - Localização estratigráfica de amostragem	27
VI - Distribuição estratigráfica dos teores de cobre	28
VII - Distribuição estratigráfica dos teores de chumbo	29
VIII - Distribuição estratigráfica dos teores de zinco	30
IX - Distribuição estratigráfica dos teores de ferro	31
X - Distribuição estratigráfica dos teores de magnésio	32
XI - Distribuição estratigráfica dos teores de cálcio	33
XII - Distribuição estratigráfica dos teores de titânio	34
XIII - Distribuição estratigráfica dos teores de manganês	35
XIV - Distribuição estratigráfica dos teores de boro	36
XV - Distribuição estratigráfica dos teores de lantânio	37
XVI - Distribuição estratigráfica dos teores de ítrio	38
XVII - Distribuição estratigráfica dos teores de bário	39
XVIII - Distribuição estratigráfica dos teores de cobalto	40
XIX - Distribuição estratigráfica dos teores de cromo	41
XX - Distribuição estratigráfica dos teores de níquel	42
XXI - Distribuição estratigráfica dos teores de estrôncio	43
XXII - Distribuição estratigráfica dos teores de vanádio	44
XXIII - Relação das anomalias da população Serra Alta	46
XXIV - Dados estatísticos dos elementos na população Teresina	49
XXV - Matriz de correlação - população Teresina	51

XXVI - Relação das anomalias da população Teresina	53
XXVII - Dados estatísticos dos elementos na população Rio Rasto .	57
XXVIII - Matriz de correlação - população Rio do Rasto	58
XXIX - Relação das anomalias da população Rio do Rasto	61
XXX - Dados estatísticos dos elementos na população Pirambóia ...	64
XXXI - Matriz de correlação - população Pirambóia	66
XXXII - Relação das anomalias da população Pirambóia	67
XXXIII - Parâmetros de "background" dos elementos nas populações alvos	69

SUMÁRIO

1 - INTRODUÇÃO	1
1.1 - Histórico	1
1.2 - Objetivos do trabalho	1
1.3 - Situação da área	1
2 - METODOLOGIA DE TRABALHO	4
3 - ASPECTOS GEOLÓGICOS	8
3.1 - Formação Serra Alta	8
3.2 - Formação Teresina	10
3.3 - Formação Rio do Rasto	12
3.3.1 - Membro Serrinha	13
3.3.2 - Membro Morro Pelado	14
3.4 - Formação Pirambôia	15
4 - INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS	17
4.1 - Considerações iniciais	17
4.2 - Área Total	18
4.3 - Serra Alta	22
4.3.1 - Dados estatísticos	22
4.3.2 - Associação entre os elementos	24
4.3.3 - Distribuição dos elementos	26
4.3.4 - Anomalias	46
4.4 - Teresina	47
4.4.1 - Dados estatísticos	48
4.4.2 - Associação entre os elementos	50
4.4.3 - Distribuição dos elementos	50
4.4.4 - Anomalias	53

4.5 - Rio do Rasto	55
4.5.1 - Dados estatísticos	55
4.5.2 - Associação entre os elementos	56
4.5.3 - Distribuição dos elementos	59
4.5.4 - Anomalias	60
4.6 - Pirambóia	62
4.6.1 - Dados estatísticos	63
4.6.2 - Associação entre os elementos	65
4.6.3 - Distribuição dos elementos	65
4.6.4 - Anomalias	66
4.7 - Análise comparativa entre as populações al- vos	68
5 - CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	73
6 - BIBLIOGRAFIA	78

RESUMO

A partir de um levantamento litogeoquímico, o Prospecto Sedimentos Gondwânicos objetivou a seleção de áreas para pesquisa de cobre, chumbo e zinco nos sedimentos das Formações Serra Alta, Teresina, Rio do Rasto e Pirambóia, da Bacia do Paraná, em uma área de cerca de 30.000 km² nos estados de São Paulo e Paraná.

Ao longo de nove perfis geológicos foram estudados 109 afloramentos e coletados 288 amostras de rocha, resultando em uma densidade de amostragem da ordem de uma amostra por 100 km². As amostras foram analisadas por espectrografia de emissão semi quantitativa para trinta elementos.

Os dados analíticos obtidos, após distribuídos segundo populações alvos, foram submetidos a tratamento estatístico. A partir daí, para cada população realizou-se uma apreciação dos dados estatísticos, da associação entre os elementos, da distribuição de teores e das anomalias registradas.

Os resultados mais significativos em termos prospectivos foram constatados nos sedimentos da Formação Rio do Rasto, em cujo domínio, basicamente ao longo de um trecho da rodovia São Mateus do Sul (Pr) - União da Vitória (SC), foi selecionada uma área de 800 km² para trabalhos de detalhe.

1 - INTRODUÇÃO

1.1 - Histórico

O prospecto sobre cobre, chumbo e zinco em Sedimentos Gondwânicos faz parte do programa de seleção de áreas elaborado pela Diretoria da Área de Pesquisa - DAP.

Desenvolvida no período de oito meses, de outubro de 1979 a maio de 1980, sua execução esteve a cargo da Superintendência Regional de São Paulo, através do geólogo Kenichi Yamamoto, sob supervisão técnica do geólogo geoquímico Winston Addas (chefe da Secção de Geoquímica) e sob coordenação geral do geólogo Antonio Morgental (chefe da Secção de Pesquisas Próprias).

1.2 - Objetivo do trabalho

O estudo objetiva, a partir de um reconhecimento litogeoquímico, a pesquisa de cobre, chumbo e zinco nos sedimentos das formações Serra Alta, Teresina, Rio do Rasto e Pirambóia, da Bacia do Paraná, visando a seleção de áreas potencialmente favoráveis à ocorrência de mineralizações para subseqüentes trabalhos sistemáticos e de maior detalhe.

1.3 - Situação da área

Limitada aos estados de São Paulo e Paraná, a pesquisa abarca o domínio das formações Serra Alta, Teresina, Rio do Rasto e Pirambóia, da Bacia do Paraná, conforme localização apresentada na figura 1.

Essas formações afloram em uma superfície da ordem



de 30.000 km², correspondendo a uma faixa grosseiramente balizada pelas cidades paulistas de Pedregulho, Franca, Altinópolis, Cajuru, São Simão, Santa Rita do Passa Quatro, Descalvado, Corumbataí, São Pedro, Anhembi, Conchas, Bofete, Porangá, Guareí, Angatuba, Paranapanema, Itaí e Fartura e pelas cidades paranaenses de Ribeirão Claro, Santo Antonio da Platina, Guapirama, Jundiaí do Sul, Eusébio Oliveira, Sapopema, Irati, Candido Abreu, Reserva, Prudentópolis, Imbituva, Rebouças, Rio Azul, Mallet, São Mateus do Sul e União da Vitória.

2 - METODOLOGIA DE TRABALHO

Em termos amplos, a execução do presente Prospecto foi desenvolvida através de três etapas: compilação bibliográfica, atividade de campo, relatório final.

A pesquisa bibliográfica esteve dirigida no sentido de se colher informações a respeito das formações Serra Alta, Teresina, Rio do Rasto e Pirambóia, da Bacia do Paraná, alvos da pesquisa, bem como sobre mineralizações de cobre, chumbo e zinco conectadas às rochas sedimentares ocorrentes em outros países.

Esse segundo tipo de consulta foi elaborado na tentativa de se encontrar um modelo metalogenético adaptável às nossas condições, com propósito de melhor orientar o estudo.

Ainda no escritório, concomitantemente com a atividade bibliográfica, elaborou-se o planejamento de campo com a seleção de vários perfis geológicos, ao longo dos quais foi programada a amostragem litogeoquímica.

Os perfis foram selecionados ao longo das principais estradas que seccionam transversalmente a faixa de afloramento dos sedimentos em investigação, com ênfase aos trechos admitidos como de maior possibilidade de ocorrência de mineralizações. Mas, ficaram sujeitos a uma nova triagem, bem como a escolha de outros, através de reconhecimento de campo, considerando-se como motivo de descarte a ausência de bons afloramentos.

A atividade de campo constou da realização de nove perfis geológicos, num percurso da ordem de 800 quilômetros, onde foram estudados 109 afloramentos e coletadas 288 amo-

tras para análises geoquímicas e 6 exemplares para análise petrográfica, resultando em uma densidade de uma amostra por 27 quilômetros. De outro lado, considerando a distribuição das amostras pela área do prospecto, em torno de 30.000 km², a densidade de amostragem é da ordem de uma amostra por 100 km².

Conforme localização expressa na figura 2, foram realizados os seguintes perfis geológicos:

- 1) União da Vitória - Paulo de Frontin - Dorizon-Mallet - Rio Azul - Rebouças - Riozinho - Irati
- 2) São Mateus do Sul - Fluviópolis - Rio Claro do Sul - Vera Guarani - Paula Freitas - União da Vitória
- 3) Guarapuava - Prudentópolis - Guamiranga - Imbituva
- 4) Carlópolis - Ribeirão Claro
- 5) Santo Antonio da Platina - Guapirama - Joaquim Távora
- 6) Itapetininga - Angatuba - Aterrado - Parana-panema - Itaí
- 7) Itatinga - Pardinho - Bofete - Porangaba - Tatuí
- 8) Botucatu - Pirambóia - Conchas - Pereiras - Maristela - Laranjal Paulista
- 9) São Manuel - Santa Maria da Serra - São Pedro - Águas de São Pedro - Artemis - Piracicaba

LEGENDA

- 1 : Irati- União da Vitória
- 2 : São Mateus do Sul- União da Vitória
- 3 : Guarapuava - Imbituva
- 4 : Joaquim Távora - Santo Antonio da Platina
- 5 : Ribeirão Claro - Carlópolis
- 6 : Itaí - Itapetininga
- 7 : Itatinga - Tatuí
- 8 : Botucatu- Laranjal Paulista
- 9 : São Manuel - Piracicaba

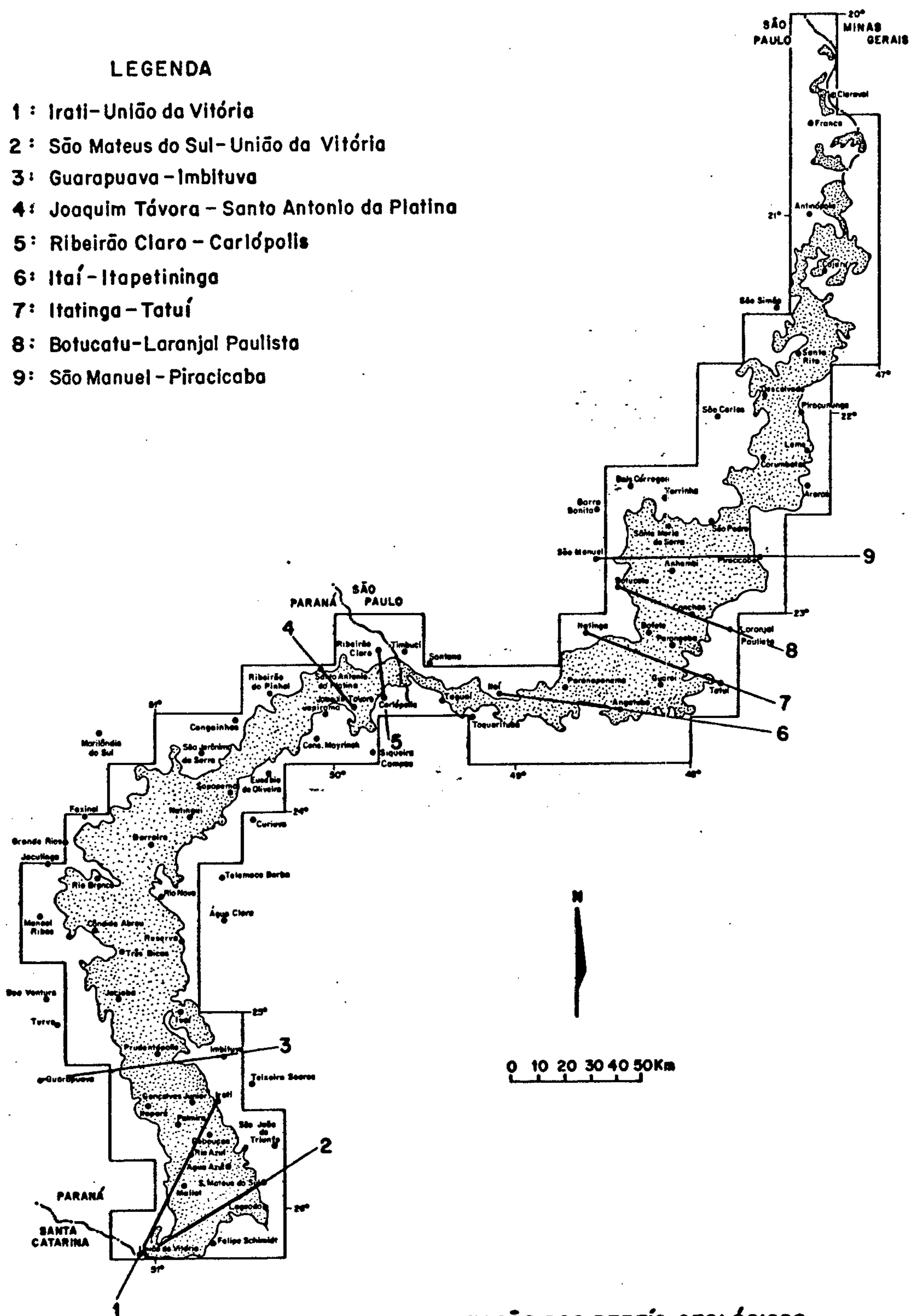


FIGURA 2 - MAPA DE LOCALIZAÇÃO DOS PERFÍS GEOLÓGICOS

Dentre estes perfis, os de número 1 a 5 estão situados no Estado do Paraná e envolvem o domínio geológico das formações Serra Alta, Teresina e Rio do Rasto. Os demais foram realizados em terrenos paulistas, ocupados por sedimentos das formações Serra Alta, Teresina e Pirambóia.

No tocante a amostragem litogeoquímica, a mesma foi executada de maneira composta, visando uma melhor representatividade do meio amostrado. Assim sendo, cada exemplar constitui-se de fragmentos de um mesmo tipo litológico coletados em diversos pontos do afloramento. Entretanto, esta sistemática nem sempre foi obedecida, limitada pela ausência de boas exposições. Em cada estação de amostragem, dependendo das variedades petrográficas e da dimensão do afloramento, foram coletadas de 1 a 7 amostras.

Para cada coleta foi preenchida a ficha de campo para amostragem geoquímica, obedecendo a sistemática estabelecida pela CPRM, com posterior processamento eletrônico, juntamente com os dados analíticos, criando um arquivo específico do prospecto.

As tarefas de preparação de amostras, bem como as análises geoquímicas, foram executadas no Laboratório de Análises Minerais - LAMIN. Na preparação, as amostras foram fraturadas, britadas, quarteadas e pulverizadas a menos 150 mesh. As análises foram efetuadas por espectrofotometria de absorção atômica para zinco, após digestão da amostra com ácido nítrico concentrado a quente, e por espectrografia semi quantitativa para 30 elementos (padrão).

3 - ASPECTOS GEOLÓGICOS

Geograficamente limitada aos estados de São Paulo e do Paraná, a área do prospecto é geologicamente constituída pelo pacote sedimentar da Bacia do Paraná, envolvendo as formações Serra Alta, Teresina, Rio do Rasto e Pirambóia.

Estas unidades, situada entre as formações Irati, sotoposta, e Botucatu, sobreposta, estão estratigraficamente dispostas conforme mostradas na figura 3.

A montagem da estratigrafia, bem como os demais dados geológicos aqui relatados, foram basicamente fundamentados nos trabalhos de H. Muhlmann et alii (inédito), R.L. Schneider et alii (1974), A.A. Northfleet et alii (1969) e P.C. Soares (1975).

3.1 - Formação Serra Alta

Gordon Jr. (1947) propos a denominação Serra Alta para designar, como membro da Formação Estrada Nova, o pacote de folhelhos cinza escuros posicionado entre as atuais formações Irati e Teresina. Posteriormente, Sanford e Lange (1960) elevaram esta unidade à categoria de Formação.

A Formação Serra Alta consiste de uma sequência bastante uniforme de argilitos, folhelhos e siltitos cinza escuros a pretos e cinza esverdeados, com fratura conchoidal, contendo intercalação de lentes e concreções calcíferas. Embora localmente e aparentemente como única estrutura sedimentar, apresenta laminação paralela mal desenvolvida.

Em superfície, sua espessura média é em torno de 80 a 90 metros, no Estado do Paraná, e de 40 a 45 metros, no

Figura 3 - Coluna estratigráfica das formações em estudo

Formação	idade	espessura máxima	características litológicas	estruturas sedimentares	ambiente provável
PIRAMBÓIA	triássica	350 m	arenitos esbranquiçados, a marelados, avermelhados, mui- to finos a médios. Arenitos muito finos siltosos até mui- to argilosos.	estratificação cruza- da de pequeno a mé- dio porte.	continental lacustre e fluvial
RIO DO RASTO	permiana superior	600 m	siltitos e argilitos verme- lhos, arroxeados e esverdea- dos. Lentes de arenito mui- to fino e bancos carbonáti- cos, às vezes oolíticos.	microestratificação cruzada, laminações ondeada e lenticu- lar, gretas de con- tração.	transição entre continental flu- vial e planície- de marés.
TERESINA	permiana superior	700 m	argilitos, folhelhos, silti- tos, arenitos muito finos - cinza claros, calcários por vezes oolíticos e leitos de coquina.	laminações ondeada e lenticular, gretas - de contração, lamina- ção paralela.	transição entre planície de ma- rés e marinho.
SERRA ALTA	permiana superior	110 m	argilitos, folhelhos e sil- titos cinza, lentes e con- creções calcíferas.	laminação paralela	marinho relativa- mente profundo.

Estado de São Paulo. Em subsuperfície são observadas espessuras de até 110 metros.

Nos limites da área trabalhada, suas rochas afloram em uma faixa contínua que vai desde Cajuru, no nordeste do Estado de São Paulo, até a divisa do Paraná com Santa Catarina, na altura de São Mateus do Sul. As melhores exposições destes sedimentos descortinam-se nos cortes da rodovia Castelo Branco (SP-280), da rodovia Santo Antonio da Platina a Joaquim Távora e da estrada de terra Carlópolis a Ribeirão Claro.

No tocante às relações estratigráficas, a Formação Serra Alta apresenta contatos concordantes tanto com a Formação Irati, subjacente, como com a Formação Teresina, sobrejacente.

O seu conteúdo fossilífero compõe-se de restos de peixe, pelecípodos, conchotracos e palinomorfos.

A partir dos dados palinológicos, Daemon e Quadros (1969) posicionaram os sedimentos da formação no permiano superior.

No que tange ao ambiente de deposição, os caracteres litológicos e sedimentares da formação caracterizam um ambiente marinho de águas calmas, relativamente profundo, passando, já na fase final da sedimentação, para ambiente de águas mais rasas e agitadas.

3.2 - Formação Teresina

A denominação Teresina foi introduzida primeiramente na literatura da bacia por Moraes Rego (1930), que a

empregou na categoria de grupo, indicando como secção tipo as exposições ocorrentes na margem direita do rio Ivaí, próxima a localidade de Teresa Cristina, antiga Teresina, no Paraná.

Litologicamente, a Formação Teresina é constituída basicamente por alternância de argilitos e folhelhos cinza escuros com siltitos e arenitos muito finos cinza claros. Geralmente, na parte basal, apresenta intercalações de camadas de folhelhos cinzas, enquanto nas partes superiores ocorrem lentes de calcários, por vezes oolíticos, e leitos de coquina. As suas estruturas sedimentares mais comuns referem-se a laminação "flaser", que lhe é característica, laminação ondeada, microlaminação cruzada, gretas de ressecamento, marcas ondulares e diques de arenito.

A espessura máxima da formação atinge acima de 300 metros. Em superfície, nos trechos em que foram realizados os perfis geológicos, as espessuras variam de 30 a 300 metros, sendo normalmente mais espessas quando em terrenos paranaenses do que em terras paulistas.

Geograficamente, nos limites da área do prospecto, suas rochas afloram desde Cajuru, nordeste do Estado de São Paulo, até União da Vitória, divisa Sul do Paraná. As melhores exposições podem ser vistas nos seguintes locais: nos cortes da rodovia entre Artemis e Piracicaba, na rodovia Marechal Rondon (SP-300) entre Conchas e Pereiras, na rodovia Raposo Tavares (SP-270) nas proximidades de Angatuba, na rodovia Castelo Branco (SP-280) no trecho entre Porangaba e Cesário Lange, na BR-153 entre Santo Antonio da Platina e Guapirama, na estrada entre Carlópolis e Ribeirão Claro.

A Formação Teresina apresenta com a Formação Serra Alta, sotoposta, relações estratigráficas de natureza concordante a gradicional, havendo recorrências frequentes das unidades litológicas desta última, em sua parte basal. O seu contato superior, com a Formação Rio do Rasto, também é de caráter concordante.

A composição fossilífera da formação está representada por lamelibrânquios, restos de plantas e palinóforos.

Segundo Daemon e Quadros (1969), com base em dados palinológicos, a deposição dos sedimentos da formação ocorreu no permiano superior.

Quanto ao ambiente de sedimentação, as características litológicas e as estruturas sedimentares da formação atestam uma transição de um ambiente marinho relativamente profundo para um ambiente mais raso e agitado, de planície de marés.

3.3 - Formação Rio do Rasto

O termo Rio do Rasto é devido a White (1908) que o usou para denominar a sequência sedimentar que ocorre nas cabeceiras do rio homônimo ao longo da estrada Lauro Muller-São Joaquim (antiga Estrada Nova), Santa Catarina.

A Formação Rio do Rasto é constituída de sedimentos essencialmente clásticos, com a parte basal representada por um pacote de siltitos e arenitos muito finos esverdeados e arroxeados e, a parte superior, por uma sequência de argilitos e siltitos vermelhos com intercalações de arenitos muito finos.

Nos limites da área do prospecto, sua faixa de afloramento estende-se desde arredores de Ribeirão Claro, Sul do Estado de São Paulo, até União da Vitória, na divisa do Paraná com Santa Catarina. Nesta faixa, sua espessura média é por volta de 200 metros.

As melhores exposições de suas rochas podem ser observadas nos taludes das rodovias São Mateus do Sul a União da Vitória, Santo Antonio da Platina a Joaquim Távora, e da estrada de terra Carlópolis a Ribeirão Claro.

Conforme proposição de Gordon Jr. (1947), a Formação Rio do Rasto é subdividida nos membros Serrinha (inferior) e Morro Pelado (superior).

3.3.1 - Membro Serrinha

O termo Serrinha foi empregado por Moraes Rego (1930) para nomear os sedimentos da parte inferior da atual Formação Rio do Rasto que afloram na Serrinha dos Machados, Município de Mallet, Paraná.

O Membro Serrinha compreende os siltitos esverdeados e arroxeados com intercalações de argilitos, arenitos muito finos e bancos carbonáticos, por vezes oolíticos. As camadas arenosas e siltico-arenosas costumam apresentar microestratificação cruzada e laminação ondeada. Nas camadas de fração mais fina são comuns as laminações paralela, ondeada e "flaser". Nos bancos calcíferos são presenciados oolitos e estruturas estromatolíticas, provavelmente produzidos por algas.

Os contatos, tanto inferiormente com a Formação

Teresina quanto superiormente com o Membro Morro Pelado, são transicionais.

As litologias da formação são resultado de avanços progradacionais de clásticos de planícies costeiras sobre depósitos de planícies de marés, caracterizando ambiente de transição entre os depósitos de águas rasas e os depósitos continentais fluviais. As cores arroxeadas, dominantes na parte superior, refletem condições gradativamente mais oxidantes da base para o topo da unidade.

Pelecípodos, conchostracos, restos de plantas e palinomorfos constituem o conteúdo fossilífero do Membro Serrinha, cuja deposição deu-se no Permiano Superior.

3.3.2 - Membro Morro Pelado

O Membro Morro Pelado constitui-se de siltitos e argilitos avermelhados e arroxeados com intercalações de corpos lenticulares de arenitos muito finos avermelhados, arroxeados, amarelados e esbranquiçados, situados na parte superior da Formação Rio do Rasto. A sua denominação é devida a Gordon Jr. (1947) que indicou como secção tipo as exposições do km 19 da estrada Lauro Muller-São Joaquim, Santa Catarina.

As estruturas sedimentares mais comuns na unidade são estratificação cruzada acanalada, laminações cruzada e plano-paralela. Acunhamento de camadas e lenticularidade dos corpos arenosos são características identificadoras desta unidade litoestratigráfica.

O contato inferior do Membro Morro Pelado com o

Membro Serrinha é de natureza gradacional, enquanto o contato superior com a Formação Pirambóia é marcado por discordância erosiva.

Com base no seu conteúdo fossilífero, ao Membro Morro Pelado é atribuída idade Permiano Superior. Os restos fósseis mais comuns são conchostracos e fragmentos de planta.

Para o seu ambiente de deposição, as características litológicas e sedimentares são testemunhas de um ambiente continental fluvial em condições de energia relativamente baixa e climáticas altamente oxidantes.

3.4 - Formação Pirambóia

O termo Pirambóia deve-se a Pacheco (1930), que o empregou para designar o pacote de arenitos de origem fluvial situado na porção basal da Formação Botucatu, indicando como área tipo as exposições ocorrentes nas imediações da cidade do mesmo nome, no Estado de São Paulo.

A Formação Pirambóia compreende uma sequência sedimentar formada de arenitos médios a muito finos, siltico-argilosos, de coloração em tons de branco, amarelo, vermelho, rosa e verde, contendo intercalações de finas camadas de argilitos e siltitos. Suas estruturas sedimentares mais comuns são estratificação cruzada, planar e acanalada, de pequeno a médio porte, e estratificação plano-paralela nas porções de facies mais argilosa.

Em superfície, a espessura máxima da formação é em torno de 300 metros, na região de Anhembi e São Pedro.

Por outro lado, através de sondagem, a maior espessura constatada foi de 350 metros.

Os sedimentos da formação distribuem-se desde nordeste do Estado de São Paulo até o nordeste do Paraná. Suas melhores exposições podem ser vistas ao longo da rodovia Castello Branco (BR-280), entre Pardinho e Porangaba, e da rodovia Marechal Rondon (SP-300), nas proximidades de Pirambóia.

O contato basal da Formação Pirambóia com a Formação Rio do Rasto é de caráter discordante. Por sua vez, o contato superior com a Formação Botucatu é considerado pela maioria dos autores como concordante.

Até o momento, conchostracos, ostracodas e restos vegetais compõem o registro fossilífero da formação.

De acordo com o seu posicionamento estratigráfico, entre as formações Botucatu (Juro-Cretáceo) e Rio do Rasto (Permiano superior), à Formação Pirambóia é atribuída idade triássica.

Quanto ao ambiente de deposição, as características litológicas e sedimentares atestam uma origem continental fluvial com depósitos de rios meandrantés e pequenas lagos associadas, em condições climáticas oxidantes.

4 - INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS

4.1 - Considerações iniciais

O presente levantamento geoquímico constou da coleta de 288 amostras de rocha, as quais foram analisadas por espectrografia semi-quantitativa para 30 elementos (padrão) e por espectrofotometria de absorção atômica para zinco.

Na interpretação foram considerados, além dos elementos alvos, aqueles comumente associados a eles, bem como aqueles a atestarem sobre ambientes de sedimentação. Naturalmente, descartou-se os elementos que apresentaram a maior parte dos valores não detectados e/ou abaixo do limite inferior de detecção. Segundo tais critérios houve a seleção dos seguintes elementos: cobre, chumbo, zinco, ferro, magnésio, cálcio, titânio, manganês, boro, bário, cobalto, cromo, níquel, lantânio, estrôncio, vanádio e ítrio.

Face a heterogeneidade das amostras ao comportamento geoquímico houve a necessidade de sua divisão em agrupamento menores e mais homogêneos, que foi feita em função das unidades estratigráficas trabalhadas. Através deste condicionante, estabeleceu-se, além da Área Total, as seguintes populações alvos: Serra Alta, Teresina, Rio do Rasto e Pirambóia.

A partir da discriminação das populações alvos, bem como da definição dos elementos propostos para estudo, os resultados analíticos foram tratados estatisticamente, aplicando-se os programas de sumário das estatísticas, teste de distribuição e matriz de correlação.

A avaliação e interpretação dos dados analíticos

foram realizadas com base nos parâmetros estatísticos obtidos, integrados aos aspectos geológicos e geoquímicos da área. Desta forma, para cada população é apresentada uma apreciação dos resultados estatísticos, da associação entre elementos, distribuição dos teores e das anomalias registradas.

4.1 - Área total

Esta unidade populacional engloba todas as coletas litogeoquímicas, num total de 288 exemplares, realizadas no domínio das unidades estratigráficas alvos do presente trabalho.

Os dados estatísticos e a matriz de correlação obtidos do tratamento dessas amostras, para os elementos propostos ao estudo, estão expostos respectivamente nas tabelas I e II.

Evidenciando um comportamento geoquímico heterogêneo da população, a maior parte dos elementos rejeitaram o teste de assimetria e curtose. Somente cinco deles constituem as excessões, sendo aceito completamente pelo chumbo e cobalto, enquanto parcialmente pelo manganês, níquel e vanádio.

Já a hipótese de distribuição lognormal do teste de Kolmogorov-Smirnov teve uma melhor aceitação, sendo admitido nos dois níveis de significância pelo magnésio, titânio, boro, bário, cobre e vanádio.

No tocante ao sumário das estatísticas, em particular aos elementos alvos, o cobre expõe valores variando

TABELA I - DADOS ESTATÍSTICOS DOS ELEMENTOS NA POPULAÇÃO ÁREA TOTAL

Ele- mento	Nº amos- tras	Valor mínimo	Valor máximo	MG	DG	Coefi- ciente variação	MGxDG	MGxDG ²	MGxDG ³	Assime- tria	Curtose	Kolmogorov- Smirnov	
												5%	1%
Fe %	288	0,15	10,00	2,01	1,879	0,199	3,79	7,12	13,38	-1,052*	5,505*	-	+
Mg %	288	0,02	2,00	0,88	1,981	0,242	1,76	3,48	6,91	-1,209*	6,416*	+	+
Ca %	288	0,05	20,00	0,53	5,164	0,628	2,74	14,15	73,09	0,327*	2,284	-	-
Ti %	288	0,05	1,00	0,40	2,051	0,288	0,82	1,69	3,48	-1,238*	4,746*	+	+
Mn	288	50	500	311	2,398	0,364	745	1788	4288	0,713*	3,253	-	-
B	288	10	150	65	1,782	0,331	115	206	367	-0,941*	3,645*	+	+
Ba	288	50	5000	630	2,118	0,278	1334	2826	5985	-0,650*	4,609*	+	+
Co	288	5	20	9	1,541	0,465	13	21	32	-0,136	1,729*	-	+
Cr	288	10	100	34	1,766	0,384	60	106	187	-0,437*	2,516*	-	-
Cu	288	5	100	18	1,606	0,391	28	46	74	-0,614*	4,108*	+	+
La	288	20	150	36	1,651	0,333	59	98	162	0,567*	2,489*	-	-
Ni	288	5	100	14	1,958	0,597	27	53	105	-0,339*	2,055*	-	-
Pb	288	10	500	24	1,678	0,388	40	67	113	0,230	2,409*	-	-
Sr	288	100	1500	147	1,811	0,285	266	482	873	1,735*	5,546*	-	-
V	288	15	1500	61	2,018	0,410	123	248	500	0,053	5,637*	+	+
Y	288	10	200	23	1,706	0,403	39	66	114	0,525*	3,479*	-	-
Zn	288	3	160	30	2,238	0,564	67	149	333	-0,687*	2,472*	-	+
MG= Média geométrica DG= Desvio geométrico + Aceita hipótese lognormal - Rejeita hipótese lognormal * Dentro da zona de rejeição													

TABELA II - MATRIZ DE CORRELAÇÃO - POPULAÇÃO ÁREA TOTAL

	V	Sr	Ni	Cr	Co	Ba	Zn	Y	Pb	La	Cu	B	Mn	Ti	Ca	Mg	Fe
Fe	0,62	-0,10	0,77	0,74	0,67	0,28	0,82	0,38	0,31	0,24	0,60	0,43	-0,11	0,51	0,06	0,70	
Mg	0,42	0,05	0,53	0,56	0,45	0,50	0,67	0,27	0,26	0,06	0,45	0,23	0,01	0,45	0,33		
Ca	-0,01	0,61	-0,20	-0,02	-0,10	0,37	0,05	-0,01	-0,09	-0,14	-0,01	-0,19	0,64	-0,16			
Ti	0,48	-0,14	0,56	0,51	0,41	0,19	0,45	0,16	0,23	0,15	0,41	0,43	-0,23				
Mn	-0,12	0,46	-0,24	-0,14	-0,04	0,25	-0,07	0,05	0,06	-0,10	-0,03	-0,23					
B	0,39	-0,15	0,47	0,37	0,34	-0,01	0,60	0,12	0,15	0,25	0,41						
Cu	0,55	-0,14	0,61	0,57	0,48	0,18	0,69	0,30	0,30	0,27							
La	0,31	0,04	0,33	0,29	0,35	-0,03	0,27	0,64	0,24								
Pb	0,09	-0,05	0,26	0,30	0,35	0,24	0,23	0,26									
Y	0,28	0,01	0,39	0,41	0,44	0,12	0,31										
Zn	0,72	-0,06	0,85	0,66	0,64	0,11											
Ba	0,01	0,22	0,10	0,22	0,18												
Co	0,51	-0,10	0,75	0,59													
Cr	0,64	-0,10	0,70														
Ni	0,69	-0,26															
Sr	-0,04																
V																	

Coeficiente de correlação

	> 0,7	. excelente
	0,6-0,7	. boa
	0,4-0,6	. regular
	< 0,4	. baixa
	-	. negativa

entre um mínimo de 5 ppm e um máximo de 70 ppm, com "background" por volta de 18 ppm e um desvio geométrico igual a 1,606. Seu limiar de 46 ppm denota a existência de unidades estatisticamente anômalas.

Assim como o cobre, o chumbo mostra valores acima do seu limiar de 67 ppm. Com teores extremos entre 10 e 100 ppm, possui uma média geométrica de 24 ppm e um desvio de 1,678.

Não obstante ao seu elevado limiar causado por um desvio geométrico de 2,238, o zinco também exhibe unidades de realce. Seu "background" é em torno de 30 ppm, com valores extremos de 3 e 100 ppm.

Em relação aos demais elementos, observa-se a existência de teores anômalos para o ferro, cálcio, níquel, bário, lantânio, ítrio, estrôncio e vanádio.

No que se refere aos dados de coeficientes de variação, verifica-se que os mesmos variam entre 0,199 do ferro e 0,628 do cálcio, mostrando uma dispersão relativa extremamente baixa.

Dos resultados sobre associação entre as variáveis, ressalta-se de imediato a correlação excelente entre ferro, zinco e níquel. O zinco apresenta ainda uma boa afinidade com o magnésio, boro, cobalto, cromo, cobre e vanádio. De maneira semelhante, o cobre relaciona-se ao níquel, zinco, cromo e ferro. Já o chumbo, com índices de correlação excessivamente discretos, sempre menor ou igual a 0,30, praticamente não tem vínculo com nenhum elemento.

Embora com certas ressalvas, as correlações apresentadas pelo cobre e pelo zinco sugerem perspectivas favo-

ráveis em termos de mineralizações.

4.3 - Serra Alta

Esta unidade populacional é constituída quase exclusivamente, de argilito cinza médio a escuro, levemente esverdeado, geralmente laminado e com fraturas conchoidais, e subordinadamente por dois exemplares de calcário cinza, perfazendo um total de 54 amostras de rocha.

4.3.1 - Dados estatísticos

Na tabela III é apresentado o sumário dos dados estatísticos, bem como os resultados dos testes de distribuição dos diversos elementos propostos para estudo.

A maior parte dos elementos rejeitou os testes de assimetria e curtose. Aquele foi aceito pelo ferro, magnésio, cobre, chumbo e ítrio, enquanto este pelo bário, cobalto, cobre, lantânio, chumbo e ítrio. Já ao teste de Kolmogorov-Smirnov, quase todos os elementos admitiram totalmente a lognormalidade, constituindo exceção apenas o cobalto, cromo, estrôncio e vanádio.

Quanto ao sumário das estatísticas, em particular aos elementos alvos, o cobre exhibe uma média geométrica de 26 ppm, desvio de 1,422, com valores analíticos oscilando entre 10 e 100 ppm. Esta mesma variação é verificada para o chumbo, cujo "background" e desvio são respectivamente de 27 ppm e 1,698. Por fim, o zinco apresenta teores extremos de 11 e 160 ppm, com valor médio em torno de 60 ppm e desvio de 1,640.

TABELA III - DADOS ESTATÍSTICOS DOS ELEMENTOS NA POPULAÇÃO SERRA ALTA

Ele- mento	Nº amos- tras	Valor mínimo	Valor máximo	MG	DG	Coeficiente de variação	MGxDG	MGxDG ²	MGxDG ³	Assime- tria	Curtose	Kolmogorov- Smirnov	
												5%	1%
Fe %	54	1,00	5,00	2,92	1,559	0,103	4,55	7,09	11,06	-0,209	1,977*	+	+
Mg %	54	0,50	2,00	1,180	1,606	0,122	1,89	3,04	4,88	-0,349	2,108*	+	+
Ca %	54	0,05	1,50	0,23	3,531	0,388	0,81	2,86	10,12	1,073*	5,306*	+	+
Ti %	54	0,05	1,00	0,59	1,678	0,144	0,99	1,66	2,78	-2,433*	11,533*	+	+
Mn	54	70	5000	213	2317	0,376	493	1143	2649	2,012*	8,481*	+	+
B	54	10	150	77	1,667	0,283	128	213	356	-1,768*	7,480*	+	+
Ba	54	50	2000	462	2,152	0,300	994	2139	4604	-0,648*	3,406*	+	+
Co	54	5	20	10	1,468	0,393	14	21	31	-0,508*	2,629	-	-
Cr	54	10	100	50	1,503	0,294	75	112	169	-1,529*	6,244*	-	+
Cu	54	10	100	26	1,422	0,256	36	52	74	0,109	3,734	+	+
La	54	20	100	36	1,563	0,297	56	87	137	0,523*	2,469	+	+
Ni	54	5	100	25	1,640	0,367	41	67	110	-1,338*	5,666*	+	+
Pb	54	10	100	27	1,698	0,384	45	77	132	0,414	2,375	+	+
Sr	54	100	300	116	1,297	0,129	150	195	253	1,578*	4,969*	-	-
V	54	20	200	100	1,415	0,182	141	200	283	-1,919*	10,091*	-	-
Y	54	10	70	26	1,485	0,292	38	57	85	0,298	2,820	+	+
Zn	54	11	160	60	1,640	0,290	98	161	264	-1,937*	5,870*	+	+
MG= Média geométrica DG= Desvio geométrico + Aceita hipótese lognormal - Rejeita hipótese lognormal * Dentro da zona de rejeição													



Dos dados referentes aos coeficientes de variação depreende-se que seus valores variam de um mínimo de 0,103 do ferro a um máximo de 0,393 do cobalto, mostrando uma dispersão relativa extremamente baixa para todos os elementos.

4.3.2 - Associação entre os elementos

Da tabela IV, onde estão lançados os valores de coeficiente de correlação entre os elementos, percebe-se de imediato que a melhor associação é expressa pelo ferro. O mesmo tem uma boa afinidade com níquel, cromo, cobalto, zinco e magnésio, regular com vanádio e bário, e baixa com demais elementos.

Em relação aos elementos alvos, em geral a sua associação com outros elementos é fraca. O cobre mantém uma correlação regular com vanádio, níquel, bário, zinco, boro e titânio, e baixa com o restante dos elementos.

Um comportamento associativo interessante é apresentado pelo zinco que se relaciona excelentemente com níquel e magnésio e de maneira regular com vanádio, ferro, cromo, bário, cobre e titânio; embora seja baixa a correlação com o chumbo que é tradicionalmente o seu mais frequente associado, ao lado de cádmio, em depósitos sedimentares zincíferos.

Por sua vez, o chumbo expõe coeficientes de correlação extremamente baixos, denotando uma total independência em relação a todos os elementos.

TABELA IV - MATRIZ DE CORRELAÇÃO - POPULAÇÃO SERRA ALTA

	V	Sr	Ni	Cr	Co	Ba	Zn	Y	Pb	La	Cu	B	Mn	Ti	Ca	Mg	Fe
Fe	0,47	0,00	0,69	0,63	0,61	0,54	0,65	0,11	0,01	0,00	0,33	0,00	0,11	0,39	0,32	0,73	
Mg	0,41	0,00	0,65	0,55	0,35	0,62	0,74	0,16	0,00	0,00	0,37	0,03	0,00	0,45	0,24		
Ca	0,00	0,48	0,00	0,00	0,19	0,42	0,09	0,09	0,00	0,00	0,00	0,00	0,79	0,00			
Ti	0,69	0,00	0,50	0,70	0,24	0,39	0,49	0,13	0,13	0,24	0,55	0,55	0,00				
Mn	0,00	0,56	0,00	0,00	0,24	0,29	0,00	0,15	0,09	0,00	0,00	0,00					
B	0,52	0,00	0,24	0,25	0,00	0,00	0,32	0,12	0,08	0,56	0,50						
Cu	0,47	0,00	0,41	0,36	0,11	0,46	0,56	0,10	0,21	0,27							
La	0,19	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,35	0,40								
Pb	0,14	0,06	0,00	0,06	0,16	0,00	0,00	0,09									
Y	0,00	0,27	0,16	0,22	0,27	0,19	0,00										
Zn	0,42	0,00	0,82	0,41	0,38	0,56											
Ba	0,20	0,28	0,40	0,51	0,42												
Co	0,08	0,23	0,56	0,36													
Cr	0,63	0,00	0,48														
Ni	0,41	0,00															
Sr	0,00																
V																	

Coeficiente de correlação

	> 0,7	excelente
	0,6-0,7	boa
	0,4-0,6	regular
	< 0,4	baixa
-		negativa

4.3.3 - Distribuição dos elementos

Neste tópico é fornecida uma visualização espacial da distribuição dos elementos e sua relação com os aspectos faciológicos de cada unidade estratigráfica.

A distribuição geográfica é apresentada por meio dos perfis geológicos realizados, cuja localização está expressa na figura 2, citada no capítulo 2.

Já a distribuição estratigráfica está exposta nas tabelas VI a XXII onde os teores dos elementos estão apresentados por intervalos, estabelecidos com base nos parâmetros estatísticos obtidos do tratamento de todas as coletas e identificados por cores diferentes, conforme abaixo discriminados:

verde - valores abaixo ou igual ao "background";

azul - teores compreendidos entre o "background" e o alto "background";

amarela - intervalo entre o alto "background" e o limiar;

vermelha - unidades anômalas.

A distribuição estratigráfica das amostras, amarradas aos respectivos perfis geológicos, pode ser vista na tabela V.

Da análise da tabela VI, onde estão plotados os teores de cobre, a Formação Serra Alta aparece destacada como a mais rica neste elemento. A maioria dos seus teores situam-se na faixa acima do alto "background", havendo uma certa preferência dos mais elevados no seu contato superior

TABELA V - LOCALIZAÇÃO ESTRATIGRÁFICA DE AMOSTRAGEM

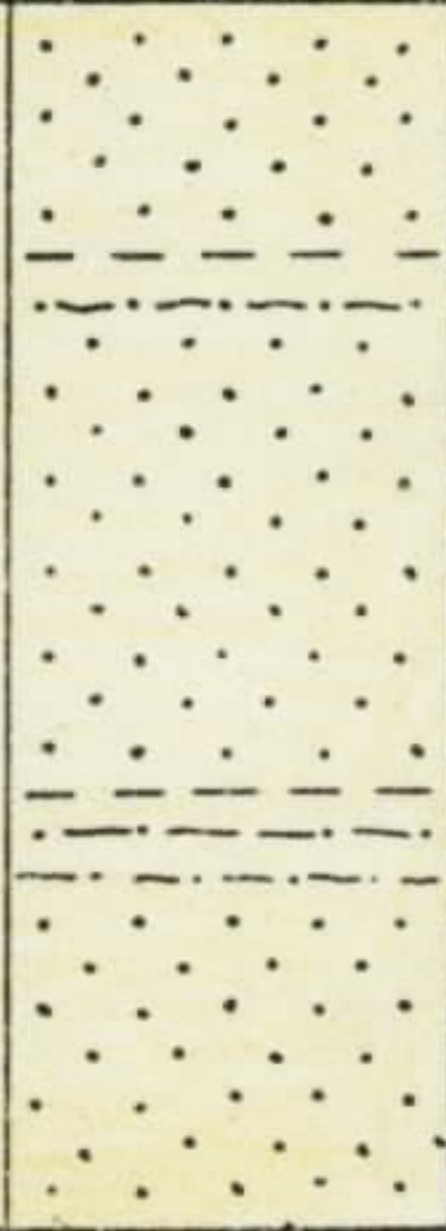
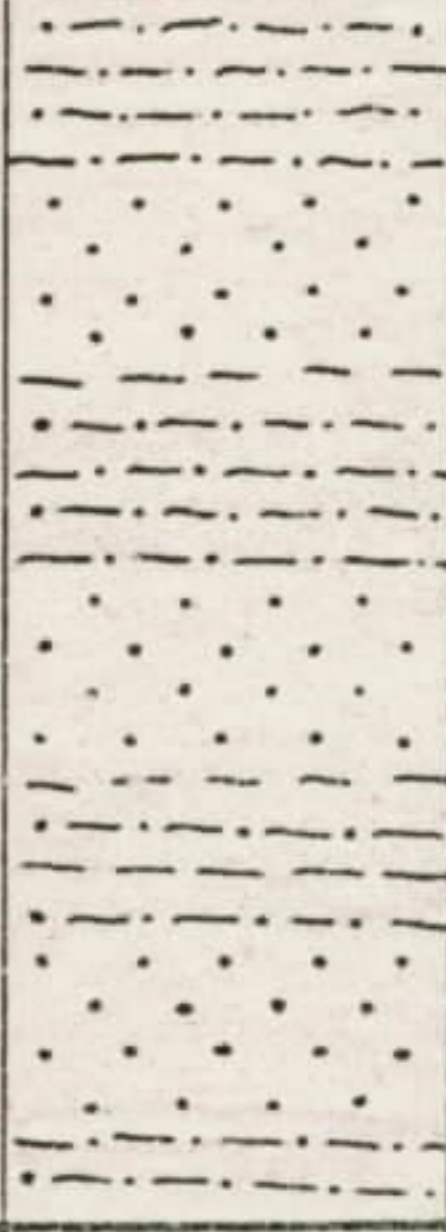
ESTRATIGRAFIA		AMBIENTE DEPOSICIONAL	AMOSTRAS (KY) COLETADAS NOS PERFIS GEOLÓGICOS (DE 1 A 9)								
			1	2	3	4	5	6	7	8	9
PIRAMBÓIA		CONTINENTAL						101 a	50		
			106 a	122 a		65 a	79 a	101 b	51		
			106 b	122 b		65 b	79 b	92 a	52 a		
			106 c	122 c		65 c	79 c	92 b	52 b		
			106 d	121 a		65 d	79 d	91 a	55 a	37	26
			106 e	121 b		66 a	79 e	91 b	55 b	38	27
			103 a	121 c		66 b	80 a	91 c	55 c	39 a	28 a
			103 b	121 d		66 c	80 b	91 d	55 d	39 b	28 b
			103 c	120 a		67 a	81 a	95 a	55 e	40 a	28 c
			103 d	120 b		67 b	81 b	95 b	53 a	40 b	28 d
RIO DO RASTO		PLANÍCIE DE MARÉS - CONTINENTAL	103 e	120 c		68 a	82 a	94 a	53 b	44 a	29 a
			105 a	119 a		68 b	82 b	94 b	53 c	44 b	29 b
			105 b	119 b		68 c	83 a	94 c	54	43 a	30
			105 c	118 a	14	69 a	83 b	94 d	56 a	43 b	31 a
			105 d	118 b	13	69 b	84 a	94 e	56 b	42 a	31 b
			104 a	118 c	12	69 c	84 b	100 a	56 c	42 b	32 a
			104 b	117 a	11 a	70 a	85 a	100 b	56 d	45 a	32 b
			104 c	117 b	11 b	70 b	85 b	100 c	53 d	45 b	33 a
			108 a	117 c	11 c	71 a	86 a	93 a	53 e	41 a	33 b
			108 b	117 d	10	71 b	86 b	93 b	57 a	41 b	34 a
TERESINA		MARINHO-PLANÍCIE DE MARÉS	108 c	117 e	9	72 a	86 c	96 a	57 b	41 c	34 b
			108 d	114 a	8	72 b	86 d	96 b	57 c	41 d	34 c
			108 e	114 b	6 b	73 a	87 a	96 c	58 a	45 c	35 a
			108 f	116 a	6 a	73 b	87 b	96 d	58 b	45 d	35 b
			108 g	116 b	6 c	74 a	87 c	96 e	59 a	45 e	35 c
			108 h	115 a	4	74 b	87 d	96 f	59 b	45 f	35 d
			109 a	115 b	5	74 c	87 e	96 g	60 a	46 a	36 a
			109 b	115 c	3 a	75 a	87 f	99 a	60 b	46 b	36 b
			107 a	115 d	3 b	75 b	88 a	99 b	61 a	46 c	49 a
			107 b	113 a	1	76 a	88 b	98 a	61 b	47 a	49 b
SERRA ALTA		MARINHO	110 a	113 b	2	76 b	88 c	98 b	62 a	47 b	48 a
			110 b	113 c		76 c	89 a	98 c	62 b	46	48 b
			110 c	113 d		77 a	89 b	98 d	62 c		
			112 a			77 b	89 c	97 a	63 a		
			112 b			77 c	89 d	97 b	63 b		
			111 a			78 a	89 e	97 c	64		
			111 b			78 b	89 f				
	111 c			90							

TABELA VI - DISTRIBUIÇÃO ESTRATIGRÁFICA DOS TEORES DE COBRE

AMBIENTE DEPOSICIONAL		VALORES DE COBRE (S)								
ESTRATIGRAFIA		1	2	3	4	5	6	7	8	9
PIRAMBÓIA	CONTINENTAL	...	...		...	...	...	...		
		...	...		...	...	...	...		
		...	...		...	...	...	...		
		...	...		...	...	...	...		
		...	...		...	...	...	...		
		...	...		...	...	...	...		
		...	...		...	...	...	...		
		...	...		...	...	...	...		
		...	...		...	...	...	...		
		...	...		...	...	...	...		
RIO DO RASTO	PLANÍCIE DE MARÉS - CONTINENTAL	...	...		...	...	...	...		
		...	...		...	...	...	...		
		...	...		...	...	...	...		
		...	...		...	...	...	...		
		...	...		...	...	...	...		
		...	...		...	...	...	...		
		...	...		...	...	...	...		
		...	...		...	...	...	...		
		...	...		...	...	...	...		
		...	...		...	...	...	...		
TERESINA	MARINHO-PLANÍCIE DE MARÉS	...	...		...	...	...	...		
		...	...		...	...	...	...		
		...	...		...	...	...	...		
		...	...		...	...	...	...		
		...	...		...	...	...	...		
		...	...		...	...	...	...		
		...	...		...	...	...	...		
		...	...		...	...	...	...		
		...	...		...	...	...	...		
		...	...		...	...	...	...		
SERRA ALTA	MARINHO	...	...		...	...	...	...		
		...	...		...	...	...	...		
		...	...		...	...	...	...		
		...	...		...	...	...	...		
		...	...		...	...	...	...		
		...	...		...	...	...	...		
		...	...		...	...	...	...		
		...	...		...	...	...	...		
		...	...		...	...	...	...		
		...	...		...	...	...	...		

Intervalos de teores em ppm:

< 18	28 a 46
18 a 28	> 46

Litologias:

--- argilito	-. siltito
++ calcário	... arenito

TABELA VII - DISTRIBUIÇÃO ESTRATIGRÁFICA DOS TEORES DE CHUMBO

AMBIENTE DEPOSICIONAL		VALORES DE CHUMBO (S)								
ESTRATIGRAFIA		1	2	3	4	5	6	7	8	9
PIRAMBÓIA	CONTINENTAL	...	---		---	---	---	---		
		---	---		---	---	---	---		
		---	---		---	---	---	---		
		---	---		---	---	---	---		
		---	---		---	---	---	---		
		---	---		---	---	---	---		
		---	---		---	---	---	---		
		---	---		---	---	---	---		
		---	---		---	---	---	---		
		---	---		---	---	---	---		
RIO DO RASTO	PLANÍCIE DE MARÉS - CONTINENTAL	---	---		---	---	---	---		
		---	---		---	---	---	---		
		---	---		---	---	---	---		
		---	---		---	---	---	---		
		---	---		---	---	---	---		
		---	---		---	---	---	---		
		---	---		---	---	---	---		
		---	---		---	---	---	---		
		---	---		---	---	---	---		
		---	---		---	---	---	---		
TERESINA	MARINHO-PLANÍCIE DE MARÉS	---	---		---	---	---	---		
		---	---		---	---	---	---		
		---	---		---	---	---	---		
		---	---		---	---	---	---		
		---	---		---	---	---	---		
		---	---		---	---	---	---		
		---	---		---	---	---	---		
		---	---		---	---	---	---		
		---	---		---	---	---	---		
		---	---		---	---	---	---		
SERRA ALTA	MARINHO	---	---		---	---	---	---		
		---	---		---	---	---	---		
		---	---		---	---	---	---		
		---	---		---	---	---	---		
		---	---		---	---	---	---		
		---	---		---	---	---	---		
		---	---		---	---	---	---		
		---	---		---	---	---	---		
		---	---		---	---	---	---		
		---	---		---	---	---	---		

Intervalos de teores em ppm:

< 24	40 a 67
24 a 40	> 67

Litologias

--- argilito	-. siltito
+++ calcário	... arenito

TABELA VIII - DISTRIBUIÇÃO ESTRATIGRÁFICA DOS TEORES DE ZINCO

AMBIENTE DEPOSICIONAL		VALORES DE ZINCO (AA)								
ESTRATIGRAFIA		1	2	3	4	5	6	7	8	9
PIRAMBÓIA	CONTINENTAL	...	...		...	...	...	...		
		...	...		...	...	...	...		
		...	...		...	...	...	...		
		...	...		...	...	...	...		
		...	...		...	...	...	...		
		...	...		...	...	...	...		
		...	...		...	...	...	...		
		...	...		...	...	...	...		
		...	...		...	...	...	...		
		...	...		...	...	...	...		
RIO DO RASTO	PLANÍCIE DE MARÉS - CONTINENTAL	...	...		...	...	...	...		
		...	...		...	...	...	...		
		...	...		...	...	...	...		
		...	...		...	...	...	...		
		...	...		...	...	...	...		
		...	...		...	...	...	...		
		...	...		...	...	...	...		
		...	...		...	...	...	...		
		...	...		...	...	...	...		
		...	...		...	...	...	...		
TERESINA	MARINHO-PLANÍCIE DE MARÉS	...	...		...	...	...	...		
		...	...		...	...	...	...		
		...	...		...	...	...	...		
		...	...		...	...	...	...		
		...	...		...	...	...	...		
		...	...		...	...	...	...		
		...	...		...	...	...	...		
		...	...		...	...	...	...		
		...	...		...	...	...	...		
		...	...		...	...	...	...		
SERRA ALTA	MARINHO	...	...		...	...	...	...		
		...	...		...	...	...	...		
		...	...		...	...	...	...		
		...	...		...	...	...	...		
		...	...		...	...	...	...		
		...	...		...	...	...	...		
		...	...		...	...	...	...		
		...	...		...	...	...	...		
		...	...		...	...	...	...		
		...	...		...	...	...	...		

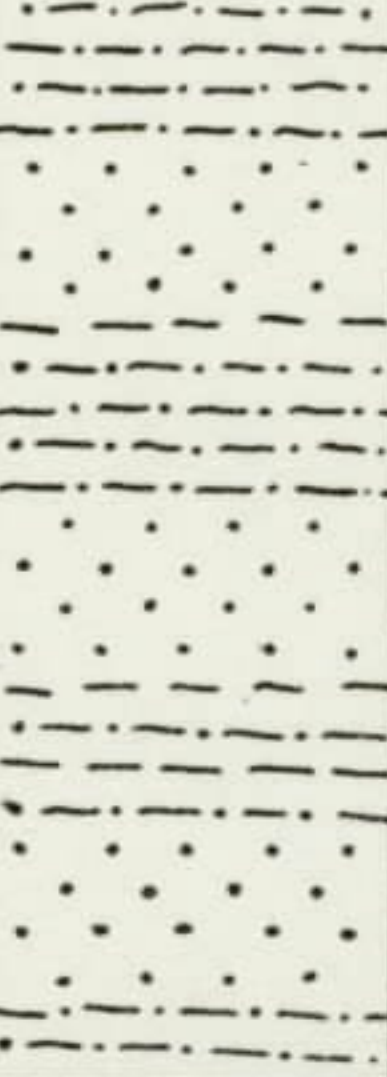
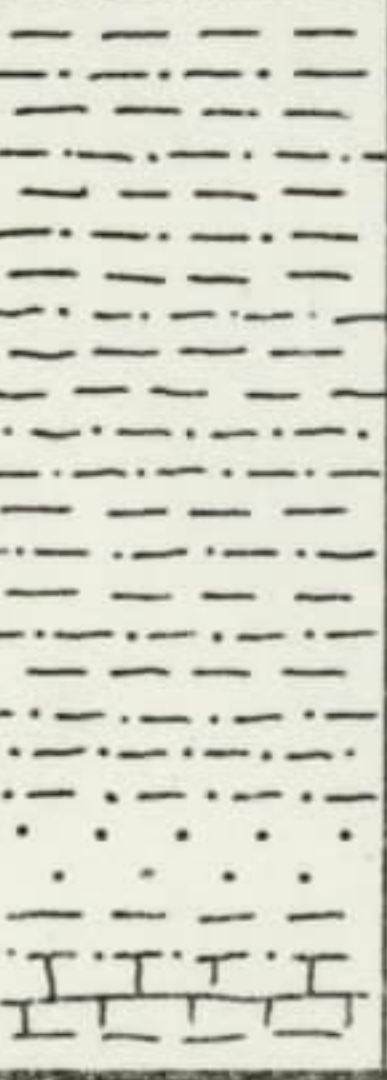
Intervalos de teores em ppm:

< 30	67 a 149
30 a 67	> 149

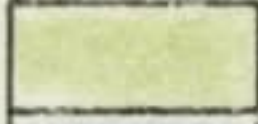
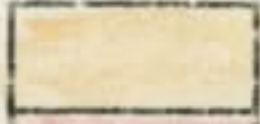
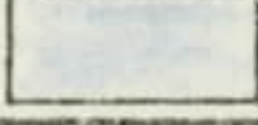
Litologias:

--- argilito	-. siltito
+++ calcário	... arenito

TABELA IX - DISTRIBUIÇÃO ESTRATIGRÁFICA DOS TEORES DE FERRO

AMBIENTE DEPOSICIONAL		VALORES DE FERRO (S)								
ESTRATIGRAFIA		1	2	3	4	5	6	7	8	9
PIRAMBÓIA		CONTINENTAL	...	---		...	...	...		
			...	---		...	...	...		
			...	---		...	...	...		
			...	---		...	...	...		
			---	---		...	...	...	...	...
			---	---		...	...	...	...	...
			---	---		...	...	...	...	...
			---	---		...	...	...	...	...
			---	---		...	...	...	...	...
			---	---		...	...	...	...	...
RIO DO RASTO		PLANÍCIE DE MARÉS - CONTINENTAL	---	---		...	---	---	...	...
			---	---		...	---	---	...	...
			---	---		...	---	---	...	...
			---	---		...	---	---	...	...
			---	---		...	---	---	...	...
			---	---		...	---	---	...	...
			---	---		...	---	---	...	...
			---	---		...	---	---	...	...
			---	---		...	---	---	...	...
			---	---		...	---	---	...	...
TERESINA		MARINHO-PLANÍCIE DE MARÉS	---	---		...	---	---	...	...
			---	---		...	---	---	...	...
			---	---		...	---	---	...	...
			---	---		...	---	---	...	...
			---	---		...	---	---	...	...
			---	---		...	---	---	...	...
			---	---		...	---	---	...	...
			---	---		...	---	---	...	...
			---	---		...	---	---	...	...
			---	---		...	---	---	...	...
SERRA ALTA		MARINHO	---	---		...	---	---	...	...
			---	---		...	---	---	...	...
			---	---		...	---	---	...	...
			---	---		...	---	---	...	...
			---	---		...	---	---	...	...
			---	---		...	---	---	...	...
			---	---		...	---	---	...	...
			---	---		...	---	---	...	...
			---	---		...	---	---	...	...
			---	---		...	---	---	...	...

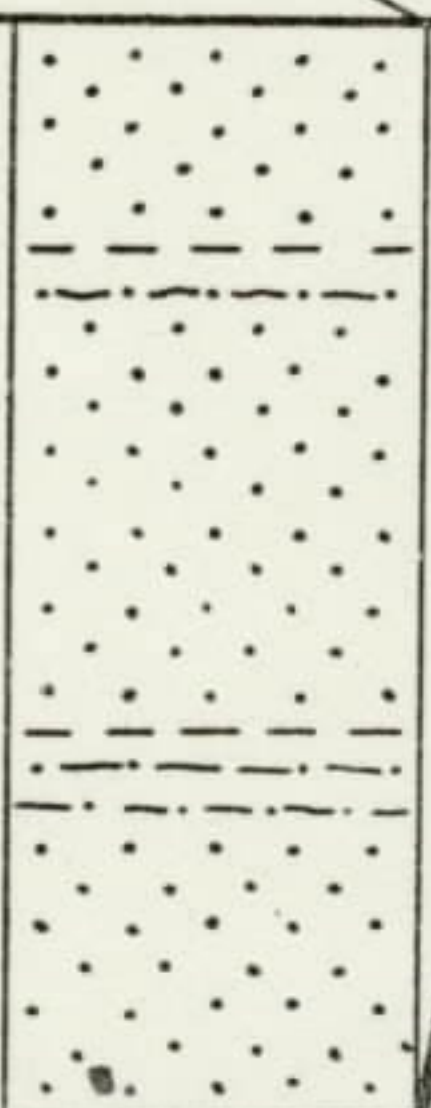
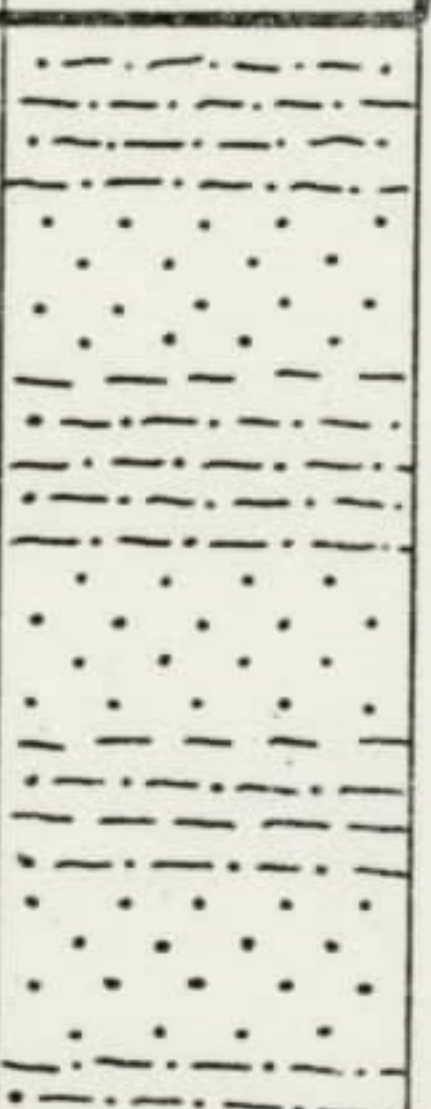
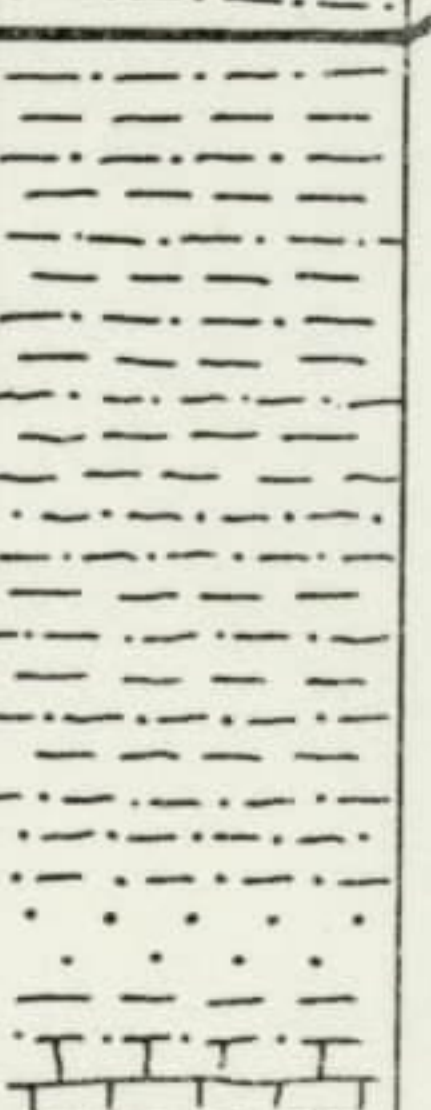
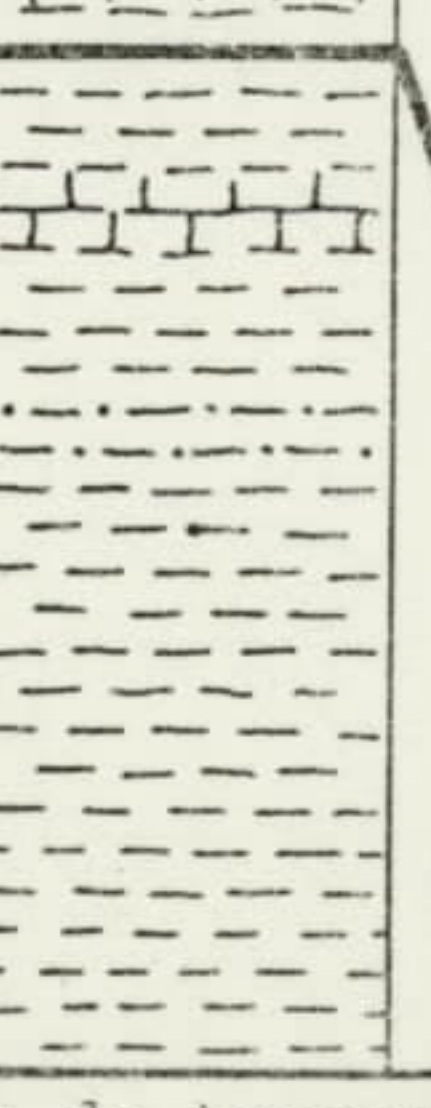
Intervalos de teores em %

	< 2,01		3,79 a 7,12
	2,01 a 3,79		> 7,12

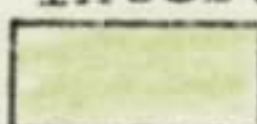
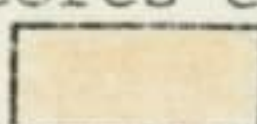
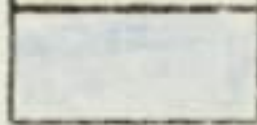
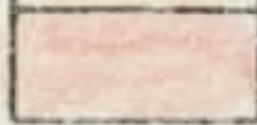
Litologias:

---	argilito	.-.	siltito
++	calcário	...	arenito

TABELA X - DISTRIBUIÇÃO ESTRATIGRÁFICA DOS TEORES DE MAGNÉSIO

AMBIENTE DEPOSICIONAL		VALORES DE MAGNÉSIO (S)								
ESTRATIGRAFIA		1	2	3	4	5	6	7	8	9
PIRAMBOIA		CONTINENTAL	...	---		...	...	...		
			...	---		...	...	...		
			...	---		...	...	...		
			---	---		---	---	---	...	...
			---	---		---	---	---	...	...
			---	---		---	---	---	...	...
			---	---		---	---	---	...	...
			---	---		---	---	---	...	...
			---	---		---	---	---	...	...
			---	---		---	---	---	...	...
RIO DO RASTO		PLANÍCIE DE MARÉS - CONTINENTAL	---	---		---	---	---	...	...
			---	---		---	---	---	...	...
			---	---		---	---	---	...	...
			---	---		---	---	---	...	...
			---	---		---	---	---	...	...
			---	---		---	---	---	...	...
			---	---		---	---	---	...	...
			---	---		---	---	---	...	...
			---	---		---	---	---	...	...
			---	---		---	---	---	...	...
TERESINA		MARINHO-PLANÍCIE DE MARÉS	---	---		---	---	---	...	...
			---	---		---	---	---	...	...
			---	---		---	---	---	...	...
			---	---		---	---	---	...	...
			---	---		---	---	---	...	...
			---	---		---	---	---	...	...
			---	---		---	---	---	...	...
			---	---		---	---	---	...	...
			---	---		---	---	---	...	...
			---	---		---	---	---	...	...
SERRA ALTA		MARINHO	---	---		---	---	---	...	...
			---	---		---	---	---	...	...
			---	---		---	---	---	...	...
			---	---		---	---	---	...	...
			---	---		---	---	---	...	...
			---	---		---	---	---	...	...
			---	---		---	---	---	...	...
			---	---		---	---	---	...	...
			---	---		---	---	---	...	...
			---	---		---	---	---	...	...

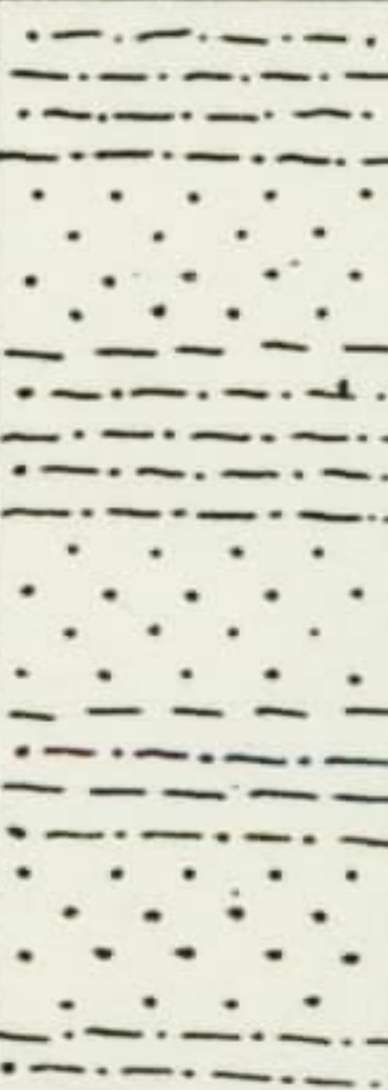
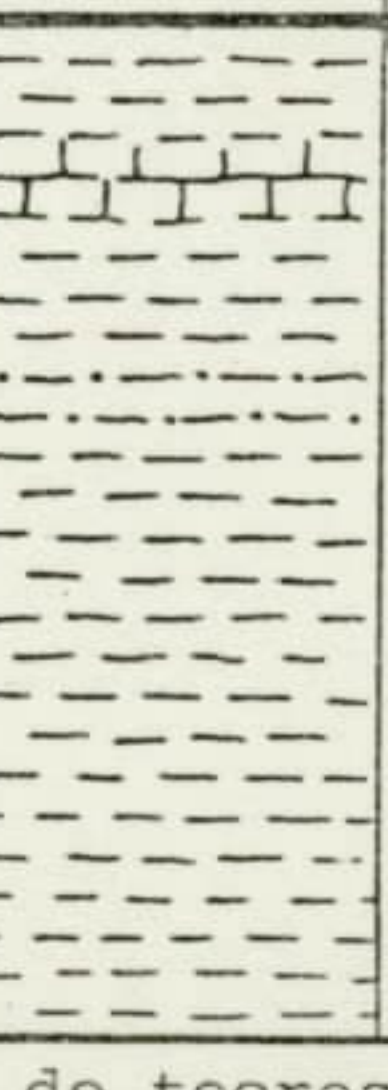
Intervalos de teores em %

	< 0,88		1,76 a 3,48
	0,88 a 1,76		> 3,48

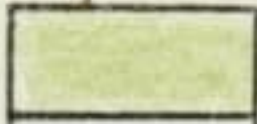
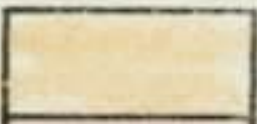
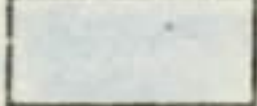
Litologias:

---	argilito	---	siltito
++	calcário	...	arenito

TABELA XI - DISTRIBUIÇÃO ESTRATIGRÁFICA DOS TEORES DE CÁLCIO

AMBIENTE DEPOSICIONAL		VALORES DE CÁLCIO (S)								
ESTRATIGRAFIA		1	2	3	4	5	6	7	8	9
PIRAMBÓIA		CONTINENTAL	...	...	...	...	...	...	...	...
			...	...	...	...	...	...	...	...
			...	...	...	...	...	...	...	...
			...	...	...	...	...	...	...	...
			...	...	...	...	...	...	...	...
			...	...	...	...	...	...	...	...
			...	...	...	...	...	...	...	...
			...	...	...	...	...	...	...	...
			...	...	...	...	...	...	...	...
			...	...	...	...	...	...	...	...
RIO DO RASTO		PLANÍCIE DE MARÉS - CONTINENTAL	...	...	...	...	...	...	...	...
			...	...	...	...	...	...	...	...
			...	...	...	...	...	...	...	...
			...	...	...	...	...	...	...	...
			...	...	...	...	...	...	...	...
			...	...	...	...	...	...	...	...
			...	...	...	...	...	...	...	...
			...	...	...	...	...	...	...	...
			...	...	...	...	...	...	...	...
			...	...	...	...	...	...	...	...
TERESINA		MARINHO-PLANÍCIE DE MARÉS	...	...	...	...	...	...	...	...
			...	...	...	...	...	...	...	...
			...	...	...	...	...	...	...	...
			...	...	...	...	...	...	...	...
			...	...	...	...	...	...	...	...
			...	...	...	...	...	...	...	...
			...	...	...	...	...	...	...	...
			...	...	...	...	...	...	...	...
			...	...	...	...	...	...	...	...
			...	...	...	...	...	...	...	...
SERRA ALTA		MARINHO	...	...	...	...	...	...	...	...
			...	...	...	...	...	...	...	...
			...	...	...	...	...	...	...	...
			...	...	...	...	...	...	...	...
			...	...	...	...	...	...	...	...
			...	...	...	...	...	...	...	...
			...	...	...	...	...	...	...	...
			...	...	...	...	...	...	...	...
			...	...	...	...	...	...	...	...
			...	...	...	...	...	...	...	...

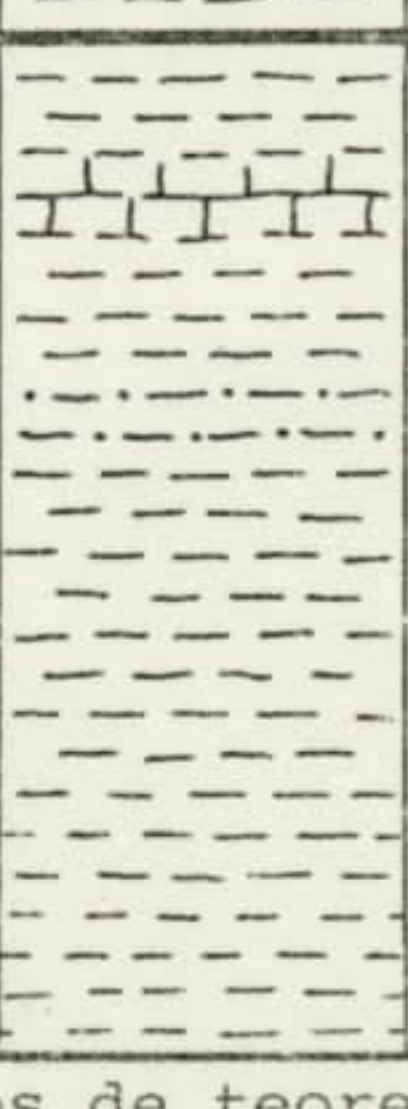
Intervalo de teores em %

	< 0,53		2,74 a 14,15
	0,53 a 2,74		> 14,15

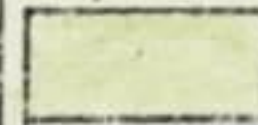
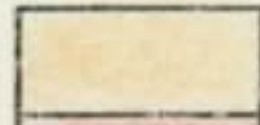
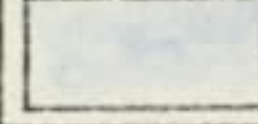
Litologias:

---	argilito	-.-	siltito
++	calcário	...	arenito

TABELA XII - DISTRIBUIÇÃO ESTRATIGRÁFICA DOS TEORES DE TITÂNIO

AMBIENTE DEPOSICIONAL		TEORES DE TITÂNIO (S)								
ESTRATIGRAFIA		1	2	3	4	5	6	7	8	9
PIRAMBÓIA		CONTINENTAL								
			...	...			...	...		
			...	...			...	...		
			...	...			...	...		
			...	...			...	...		
			...	...			...	...		
			...	...			...	...		
			...	...			...	...		
			...	...			...	...		
			...	...			...	...		
RIO DO RASTO		PLANÍCIE DE MARÉS - CONTINENTAL	...	...			...	...		
			...	...			...	...		
			...	...			...	...		
			...	...			...	...		
			...	...			...	...		
			...	...			...	...		
			...	...			...	...		
			...	...			...	...		
			...	...			...	...		
			...	...			...	...		
TERESINA		MARINHO-PLANÍCIE DE MARÉS	...	...			...	...		
			...	...			...	...		
			...	...			...	...		
			...	...			...	...		
			...	...			...	...		
			...	...			...	...		
			...	...			...	...		
			...	...			...	...		
			...	...			...	...		
			...	...			...	...		
SERRA ALTA		MARINHO	...	...			...	...		
			...	...			...	...		
			...	...			...	...		
			...	...			...	...		
			...	...			...	...		
			...	...			...	...		
			...	...			...	...		
			...	...			...	...		
			...	...			...	...		
			...	...			...	...		

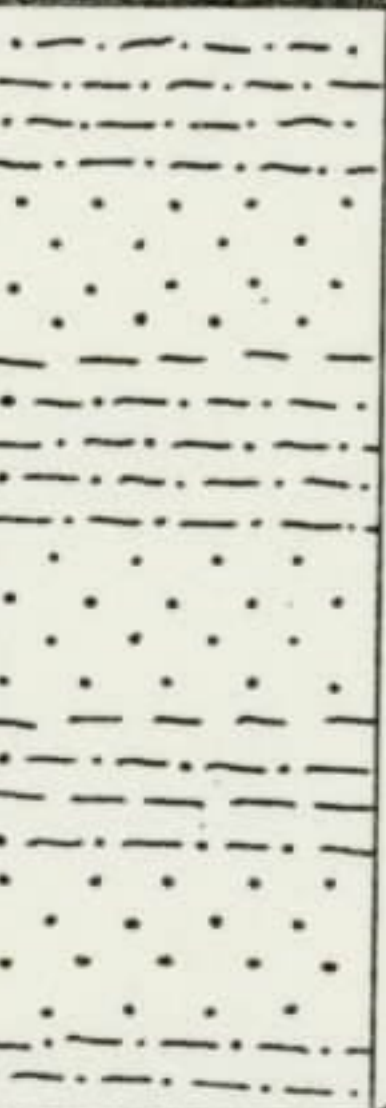
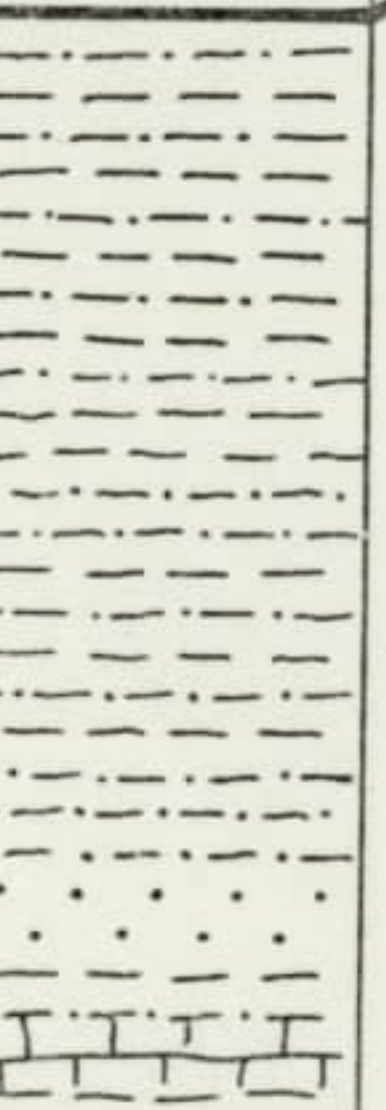
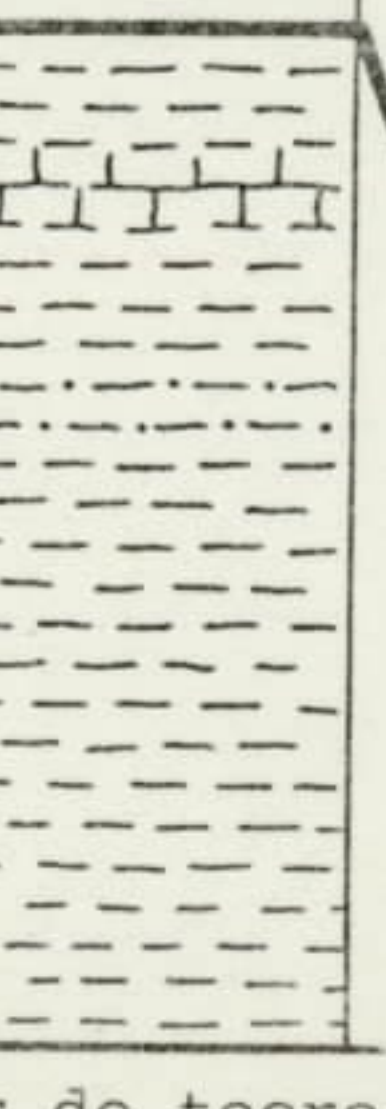
Intervalos de teores em %

	< 0,40		0,82 a 1,69
	0,40 a 0,82		> 1,69

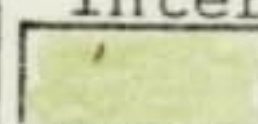
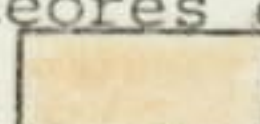
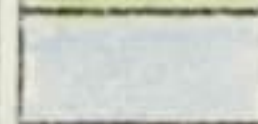
Litologias:

---	argilito	.-.	siltito
++	calcário	...	arenito

TABELA XIII - DISTRIBUIÇÃO ESTRATIGRÁFICA DOS TEORES DE MANGANÊS

ESTRATIGRAFIA		AMBIENTE DEPOSICIONAL	VALORES DE MANGANÊS (S)								
			1	2	3	4	5	6	7	8	9
PIRAMBÓIA		CONTINENTAL	---	---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---	---
RIO DO RASTO		PLANÍCIE DE MARÊS - CONTINENTAL	---	---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---	---
TERESINA		MARINHO-PLANÍCIE DE MARÊS	---	---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---	---
SERRA ALTA		MARINHO	---	---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---	---

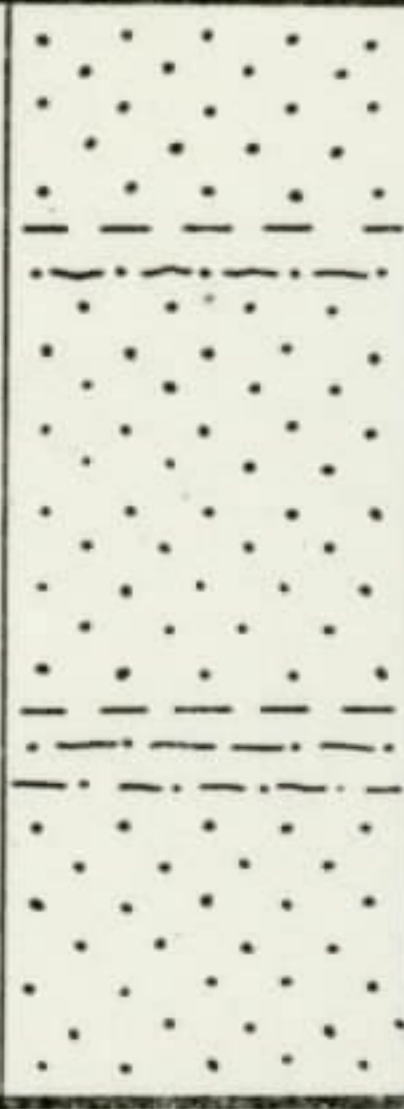
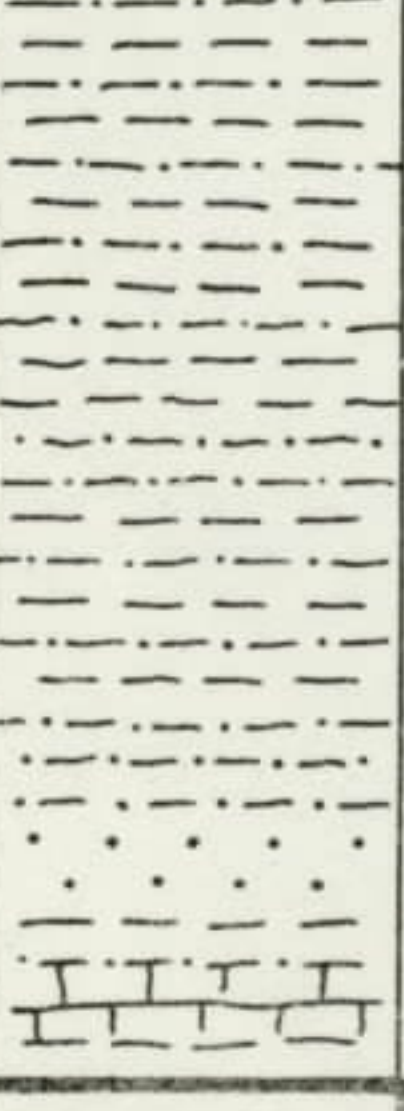
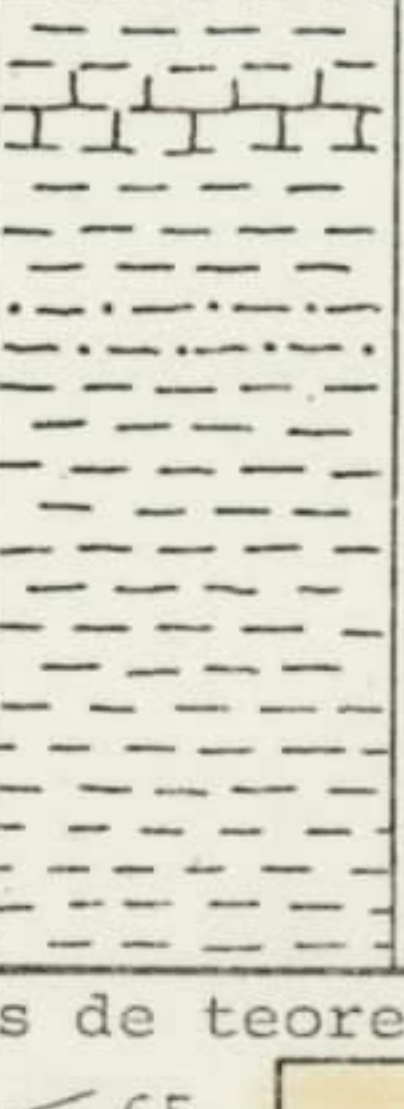
Intervalos de teores em ppm:

	< 311		745 a 1788
	311 a 745		> 1788

Litologias:

---	argilito	.-	siltito
++	calcário	...	arenito

TABELA XIV - DISTRIBUIÇÃO ESTRATIGRÁFICA DOS TEORES DE BORO

AMBIENTE DEPOSICIONAL		VALORES DE BORO								
ESTRATIGRAFIA		1	2	3	4	5	6	7	8	9
PIRAMBÓIA		CONTINENTAL	---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---
RIO DO RASTO		PLANÍCIE DE MARÉS - CONTINENTAL	---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---
TERESINA		MARINHO-PLANÍCIE DE MARÉS	---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---
SERRA ALTA		MARINHO	---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---

Intervalos de teores em ppm:

< 65

65 a 115

115 a 206

> 206

Litologias:

--- argilito

--- siltito

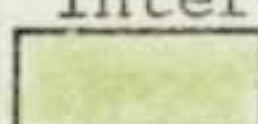
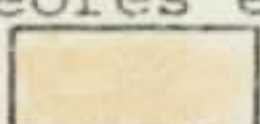
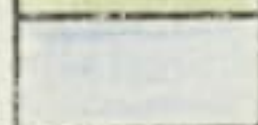
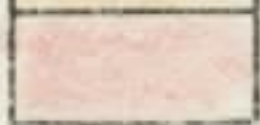
+++ calcário

... arenito

TABELA XV - DISTRIBUIÇÃO ESTRATIGRÁFICA DOS TEORES DE LANTÂNIO

AMBIENTE DEPOSICIONAL		VALORES DE LANTÂNIO								
ESTRATIGRAFIA		1	2	3	4	5	6	7	8	9
PIRAMBÓIA		CONTINENTAL	---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---
RIO DO RASTO		PLANÍCIE DE MARÉS - CONTINENTAL	---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---
TERESINA		MARINHO - PLANÍCIE DE MARÉS	---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---
SERRA ALTA		MARINHO	---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---

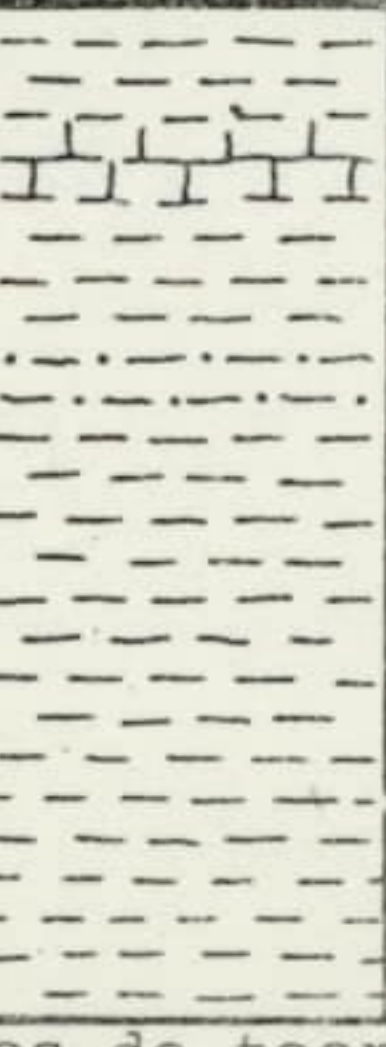
Intervalos de teores em ppm:

	< 36		59 a 98
	36 a 59		> 98

Litologias:

---	argilito	.-	siltito
++	calcário	...	arenito

TABELA XVI - DISTRIBUIÇÃO ESTRATIGRÁFICA DOS TEORES DE ÍTRIO

AMBIENTE DEPOSICIONAL		VALORES DE ÍTRIO								
ESTRATIGRAFIA		1	2	3	4	5	6	7	8	9
PIRAMBOIA		CONTINENTAL	---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---
RIO DO RASTO		PLANÍCIE DE MARÉS - CONTINENTAL	---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---
TERESINA		MARINHO-PLANÍCIE DE MARÉS	---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---
SERRA ALTA		MARINHO	---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---

Intervalos de teores em ppm:

< 23

23 a 39

39 a 66

> 66

Litologias:

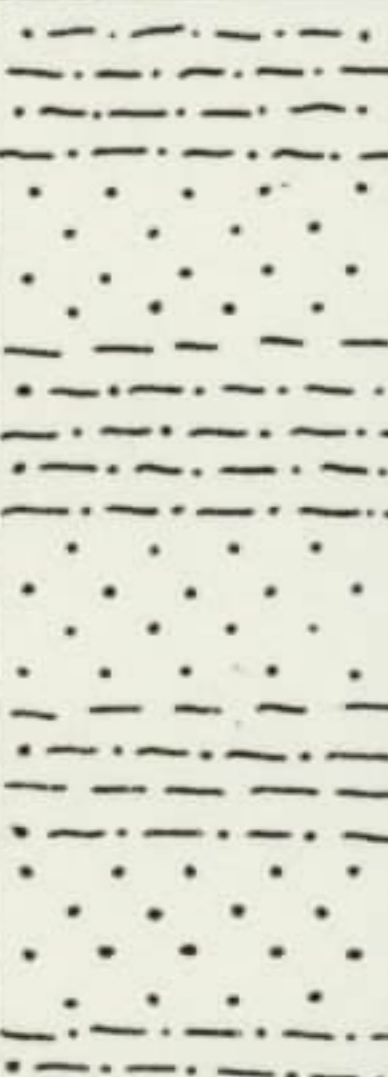
--- argilito

+-+ calcário

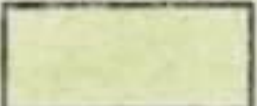
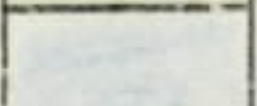
-. siltito

... arenito

TABELA XVII - DISTRIBUIÇÃO ESTRATIGRÁFICA DOS TEORES DE BÁRIO

ESTRATIGRAFIA		AMBIENTE DEPOSICIONAL	VALORES DE BÁRIO								
			1	2	3	4	5	6	7	8	9
PIRAMBÓIA		CONTINENTAL	---	---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---	---
RIO DO RASTO		PLANÍCIE DE MARÉS - CONTINENTAL	---	---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---	---
TERESINA		MARINHO-PLANÍCIE DE MARÉS	---	---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---	---
SERRA ALTA		MARINHO	---	---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---	---

Intervalos de teores em ppm:

	< 630		2826 a 5985
	630 a 2826		> 5985

Litologias:

---	argilito	---	siltito
++	calcário	...	arenito

TABELA XVIII - DISTRIBUIÇÃO ESTRATIGRÁFICA DOS TEORES DE COBALTO

AMBIENTE DEPOSICIONAL		VALORES DE COBALTO (S)								
ESTRATIGRAFIA		1	2	3	4	5	6	7	8	9
PIRAMBÓIA	CONTINENTAL	...	---		---	---	...	...		
		---	---		---	---	...	...		
		---	---		---	---	...	...		
		---	---		---	---	...	...		
		---	---		---	---	...	...		
		---	---		---	---	...	...		
		---	---		---	---	...	...		
		---	---		---	---	...	...		
		---	---		---	---	...	...		
		---	---		---	---	...	...		
RIO DO RASTO	PLANÍCIE DE MARÉS - CONTINENTAL	---	---		---	---	---	---	...	...
		---	---		---	---	---	---	...	...
		---	---		---	---	---	---	...	...
		---	---		---	---	---	---	...	...
		---	---		---	---	---	---	...	...
		---	---		---	---	---	---	...	...
		---	---		---	---	---	---	...	...
		---	---		---	---	---	---	...	...
		---	---		---	---	---	---	...	...
		---	---		---	---	---	---	...	...
TERESINA	MARINHO-PLANÍCIE DE MARÉS	---	---	---	---	---	---	---	---	---
		---	---	---	---	---	---	---	---	---
		---	---	---	---	---	---	---	---	---
		---	---	---	---	---	---	---	---	---
		---	---	---	---	---	---	---	---	---
		---	---	---	---	---	---	---	---	---
		---	---	---	---	---	---	---	---	---
		---	---	---	---	---	---	---	---	---
		---	---	---	---	---	---	---	---	---
		---	---	---	---	---	---	---	---	---
SERRA ALTA	MARINHO	---	---	---	---	---	---	---	---	---
		---	---	---	---	---	---	---	---	---
		---	---	---	---	---	---	---	---	---
		---	---	---	---	---	---	---	---	---
		---	---	---	---	---	---	---	---	---
		---	---	---	---	---	---	---	---	---
		---	---	---	---	---	---	---	---	---
		---	---	---	---	---	---	---	---	---
		---	---	---	---	---	---	---	---	---
		---	---	---	---	---	---	---	---	---

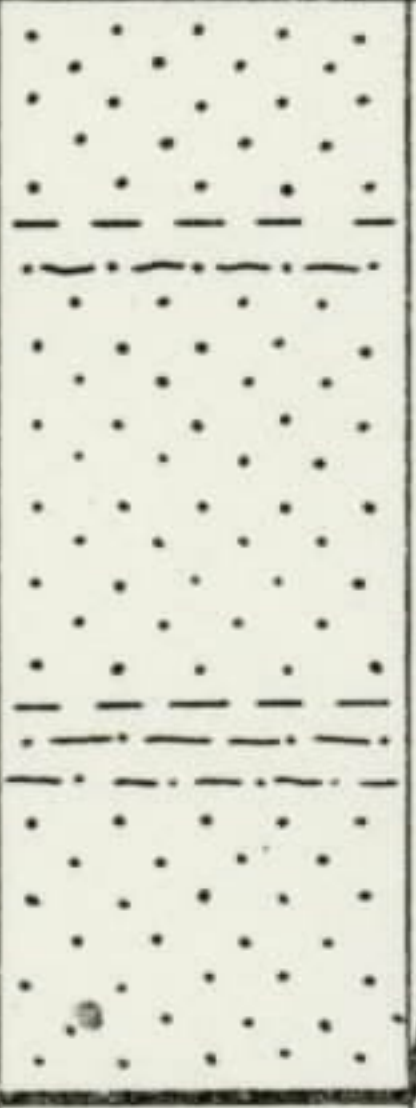
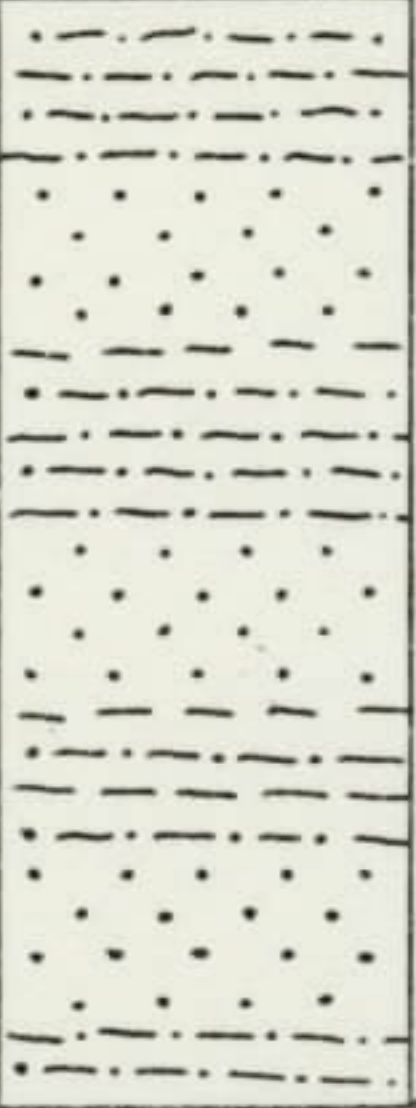
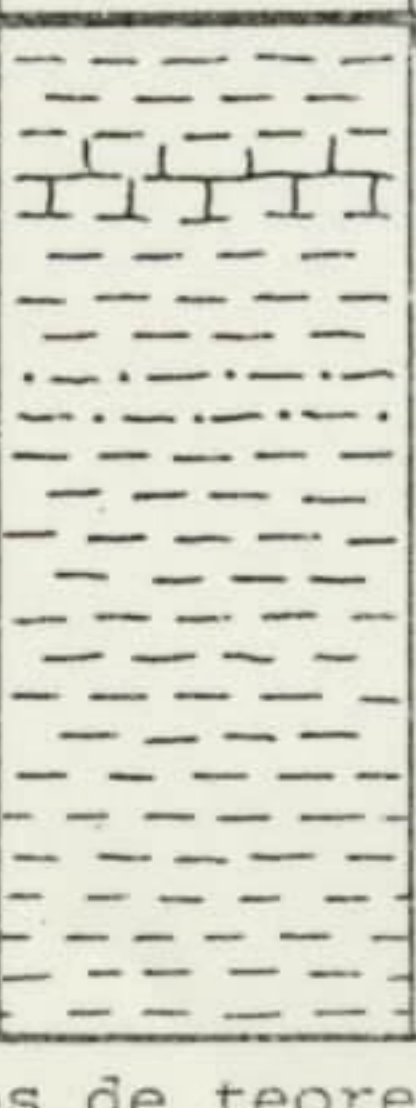
Intervalos de teores em ppm:

< 9	13 a 21
9 a 13	> 21

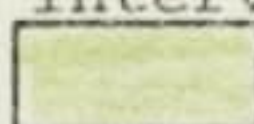
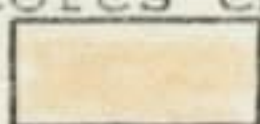
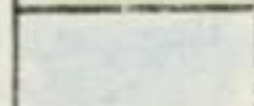
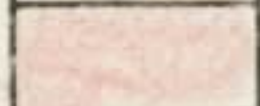
Litologias:

--- argilito	.- siltito
++ calcário	... arenito

TABELA XIX - DISTRIBUIÇÃO ESTRATIGRÁFICA DOS TEORES DE CROMO

AMBIENTE DEPOSICIONAL		VALORES DE CROMO								
ESTRATIGRAFIA		1	2	3	4	5	6	7	8	9
PIRAMBÓIA		CONTINENTAL	---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---
RIO DO RASTO		PLATÍCIE DE MARÉS - CONTINENTAL	---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---
TERESINA		MARINHO-PLATÍCIE DE MARÉS	---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---
SERRA ALTA		MARINHO	---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---

Intervalos de teores em ppm:

	<34		60 a 106
	34 a 60		> 106

Litologias:

---	argilito	.-	siltito
++	calcário		arenito

TABELA XX - DISTRIBUIÇÃO ESTRATIGRÁFICA DOS TEORES DE NÍQUEL

AMBIENTE DEPOSICIONAL		VALORES DE NÍQUEL								
ESTRATIGRAFIA		1	2	3	4	5	6	7	8	9
PIRAMBÓIA	CONTINENTAL	...	---		...	---	...	---		
		...	---		...	---	...	---		
		...	---		...	---	...	---		
		---	---		---	---	---	---	...	...
		---	---		---	---	---	---	...	...
		---	---		---	---	---	---	...	...
		---	---		---	---	---	---	...	...
		---	---		---	---	---	---	...	...
		---	---		---	---	---	---	...	...
		---	---		---	---	---	---	...	...
RIO DO RASTO	PLANÍCIE DE MARÉS - CONTINENTAL	---	---		---	---	---	---	...	...
		---	---		---	---	---	---	...	...
		---	---		---	---	---	---	...	...
		---	---		---	---	---	---	...	...
		---	---		---	---	---	---	...	...
		---	---		---	---	---	---	...	...
		---	---		---	---	---	---	...	...
		---	---		---	---	---	---	...	...
		---	---		---	---	---	---	...	...
		---	---		---	---	---	---	...	...
TERESINA	MARINHO-PLANÍCIE DE MARÉS	---	---	---	---	---	---	---	---	---
		---	---	---	---	---	---	---	---	---
		---	---	---	---	---	---	---	---	---
		---	---	---	---	---	---	---	---	---
		---	---	---	---	---	---	---	---	---
		---	---	---	---	---	---	---	---	---
		---	---	---	---	---	---	---	---	---
		---	---	---	---	---	---	---	---	---
		---	---	---	---	---	---	---	---	---
		---	---	---	---	---	---	---	---	---
SERRA ALTA	MARINHO	---	---	---	---	---	---	---	---	---
		---	---	---	---	---	---	---	---	---
		---	---	---	---	---	---	---	---	---
		---	---	---	---	---	---	---	---	---
		---	---	---	---	---	---	---	---	---
		---	---	---	---	---	---	---	---	---
		---	---	---	---	---	---	---	---	---
		---	---	---	---	---	---	---	---	---
		---	---	---	---	---	---	---	---	---
		---	---	---	---	---	---	---	---	---

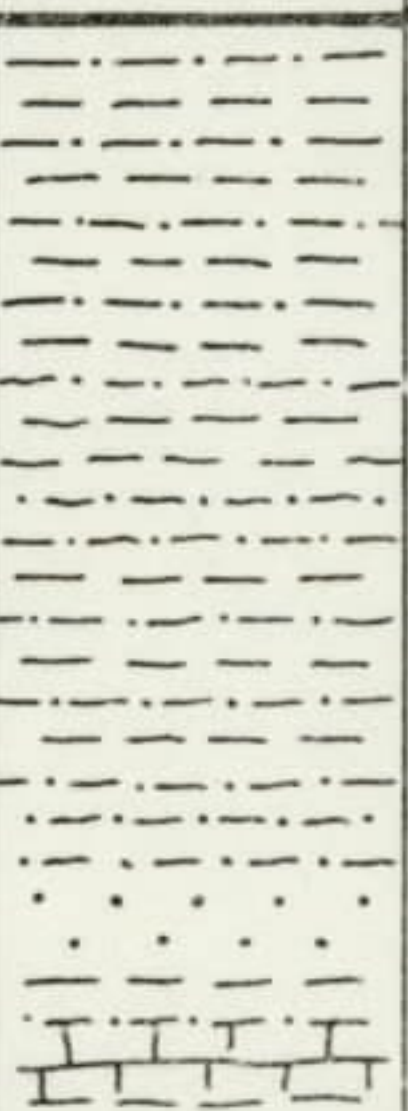
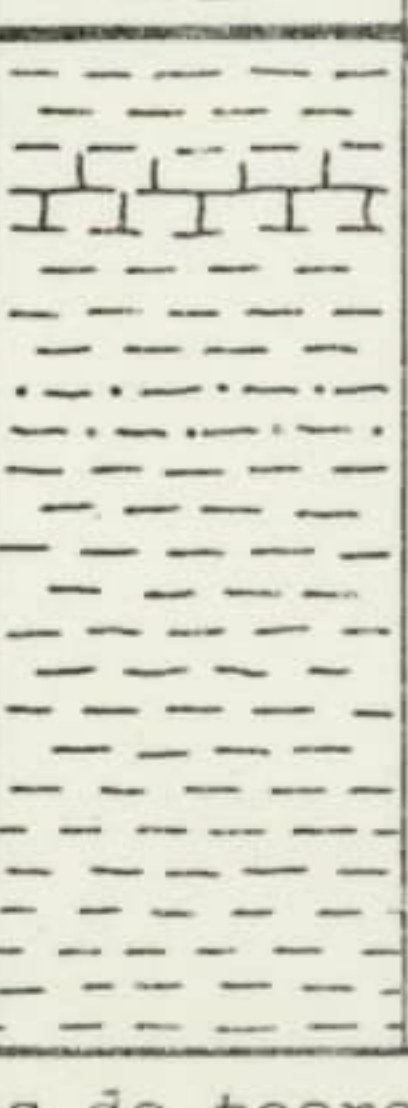
Intervalos de teores em ppm:

14 a 27	27 a 53	> 53
---------	---------	------

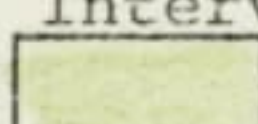
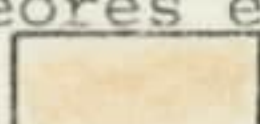
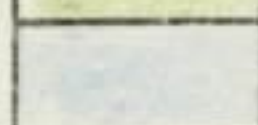
Litologias:

--- argilito	--- siltito
+++ calcário	... arenito

TABELA XXI - DISTRIBUIÇÃO ESTRATIGRÁFICA DOS TEORES DE ESTRÔNCIO

AMBIENTE DEPOSICIONAL		VALORES DE ESTRÔNCIO (S)								
ESTRATIGRAFIA		1	2	3	4	5	6	7	8	9
PIRAMBOIA		CONTINENTAL	---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---
RIO DO RASTO		PLANÍCIE DE MARÉS - CONTINENTAL	---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---
TERESINA		MARINHO-PLANÍCIE DE MARÉS	---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---
SERRA ALTA		MARINHO	---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---

Intervalos de teores em ppm:

	<147		266 a 482
	147 a 266		>482

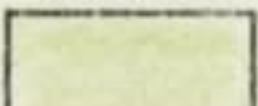
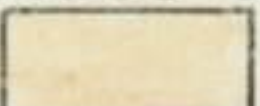
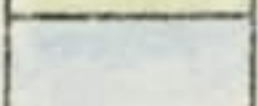
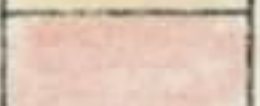
Litologias:

---	argilito	---	siltito
++	calcário	...	arenito

TABELA XXII - DISTRIBUIÇÃO ESTRATIGRÁFICA DOS TEORES DE VANÁDIO

AMBIENTE DEPOSICIONAL		VALORES DE VANÁDIO (S)								
ESTRATIGRAFIA		1	2	3	4	5	6	7	8	9
PIRAMBÓIA		CONTINENTAL	---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---
RIO DO RASTO		PLANÍCIE DE MARÉS - CONTINENTAL	---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---
TERESINA		MARINHO-PLANÍCIE DE MARÉS	---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---
SERRA ALTA		MARINHO	---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---

Intervalos de teores em ppm:

	<61		123 a 248
	61 a 123		> 248

Litologias:

---	argilito	---	siltito
++	calcário		arenito

com a Formação Teresina.

Entre os nove perfis geológicos realizados, aquele que liga São Mateus do Sul a União da Vitória (perfil 2) apresenta disparadamente os melhores dados analíticos, com todos os valores acima do "threshold".

Todos esses elevados teores foram acusados em análise de argilitos, que comumente apresentam-se muito mais enriquecidos do que os calcários. Estes, confirmando sua baixa potencialidade para o cobre, registraram teores inferiores ao "background".

Em relação aos dados analíticos do chumbo, lançados na tabela VII, verifica-se que o mesmo mostra um comportamento geoquímico similar em todas as unidades estratigráficas.

Na Formação Serra Alta são poucos os valores de realce e mesmo os na faixa acima do alto "background". Geograficamente, embora de modo não acentuado, destacam-se os perfis Irati-União da Vitória (nº 1), Guarapuava - Imbituva (nº 3) e Itatinga - Tatuí (nº 7), onde acontecem anomalias ao lado de valores de alto "background".

Para esse elemento, como não era de se esperar, parece não haver uma seletividade de litologia na sua concentração, expondo um comportamento geoquímico similar tanto em calcários como em argilitos.

Já os dados sobre o zinco acham-se expostos na tabela VIII, da qual depreende-se que o mesmo encontra-se destacadamente concentrado na Formação Serra Alta, à semelhança do cobre.

Não obstante a raridade dos teores acima do limiar, existe uma predominância de valores elevados, acima do alto "background", concentrados principalmente nos perfis São Mateus do Sul-União da Vitória (nº 2), Joaquim Távora-Santo Antônio da Platina (4), Ribeirão Claro-Carlópolis (5), Itaí-Itapetinga (6) e Itatinga-Tatuí (7).

Finalmente, em relação ao restante dos elementos (tabelas IX a XXII), verifica-se que a Formação Serra Alta é ainda a mais enriquecida em cromo, níquel, cobalto, vanádio, magnésio, ferro e titânio, os quais estão preferencialmente concentrados em sedimentos de natureza argilosa.

4.3.4 - Anomalias

A partir do limiar estatístico calculado aos diversos elementos, definiu-se uma total de nove exemplares anômalos, dos quais apenas dois em função do elemento alvo, que estão relacionados na tabela XXIII.

TABELA XXIII - Relação das anomalias da população Serra Alta.

nº amostra	tipo litológico elemento anômalo	folha topográfica/escala coord.UTM:longitude/latitude
KY- 5	argilito Pb, La	Prudentópolis/ 1:50.000 511800/7213200
KY- 112b	argilito Cu	Irati/ 1:50.000 535450/7180100

Entre as duas amostras, destaca-se a KY-112b, situada na localidade de Irati Velho, entre as cidades paranaenses de Irati e Rebouças (perfil 1). Trata-se de um ar-

gilito cinza escuro que acusou a única anomalia de cobre (70 ppm) vinculada a valores de alto "background" de titânio (10.000 ppm), boro (150 ppm), lantânio (70 ppm) e chumbo (70 ppm). Ratificando tais resultados, a amostra KY-112a, representando o pacote de argilito sobreposto ao relativa à KY-112b, também registrou uma associação de valores altos em boro (150 ppm), lantânio (100 ppm) e chumbo (50 ppm).

Por sua vez, a amostra KY-5 refere-se a um argilito coletado no talude da rodovia Guarapuava-Imbituva (perfil 3), cuja análise revelou anomalias em chumbo (100 ppm) e lantânio (100 ppm), além de um valor de alto "background" de ítrio (50 ppm).

4.4 - Teresina

Sob esta denominação estão englobados 110 exemplares de rochas da Formação que lhe empresta o nome, das quais 16 são de argilitos, 35 de siltitos e 14 de arenitos muito finos.

Via de regra, os argilitos ocorrem intercalados com siltitos e/ou arenitos muito finos, em interlaminações sub-paralela, ondulada e lenticular, compondo uma sequência bastante uniforme. Apresentam-se nas cores cinza, verde, rosa, creme.

Já os siltitos e os arenitos muito finos, geralmente calcíferos, ostentam uma coloração esverdeada, rosada

ou esbranquiçada. Formam camadas ou lentes intercalados subordinadamente nos termos anteriores.

4.4.1 - Dados estatísticos

Os resultados obtidos do tratamento estatístico de 110 amostras coletadas na Formação Teresina estão plotados na tabela XXIV.

No que tange aos testes de distribuição aplicados, nota-se que apenas quatro elementos (ferro, magnésio, bário, zinco) aceitaram a assimetria e curtose, enquanto o teste de Kolmogorov-Smirnov nos dois níveis de significância foi aceito por sete elementos (ferro, cálcio, bário, cobre, lantânio, níquel, ítrio, zinco). De um modo geral, a maior parte dos elementos apresentam uma distribuição geoquímica um tanto irregular, certamente em consequência da composição litológica heterogênea da população.

No tocante ao sumário das estatísticas, especificamente relativo aos elementos alvos, verifica-se que os dados analíticos do cobre estão compreendidos entre 10 e 50 ppm, com o "background" em torno de 19 ppm e o desvio geométrico igual a 1,396.

Já o chumbo exhibe uma amplitude maior, com os teores extremos de 10 e 100 ppm. Seu teor médio está por volta de 23 ppm e o desvio é igual a 1,655.

O zinco possui uma gama de variação de teor um tanto anormal, entre 15 e 1200 ppm, considerando que o seu "background" é de apenas 37 ppm.

Com respeito aos dados relativos aos coeficientes

TABELA XXIV - DADOS ESTATÍSTICOS DOS ELEMENTOS NA POPULAÇÃO TERESINA

Ele- mento	Nº amos- tras	Valor mínimo	Valor máximo	MG	DG	Coefi- ciente variação	MG×DG	MG×DG ²	MG×DG ³	Assime- tria	Curtose	Kolmogorov- Smirnov	
												5%	1%
Fe %	110	0,70	5,00	2,30	1,573	0,108	3,61	5,69	8,95	-0,200	2,638	+	+
Mg %	110	0,20	3,00	1,01	1,690	0,136	1,70	2,88	4,87	-0,183	2,661	-	-
Ca %	110	0,05	7,00	1,05	4,897	0,412	5,14	25,17	123,30	-0,040	2,159*	+	+
Ti %	110	0,02	1,00	0,38	2,280	0,240	0,86	1,97	4,50	-1,381*	4,573*	-	+
Mn	110	70	5000	377	2,500	0,272	942	2356	5890	0,417*	2,712	+	+
B	110	15	150	68	1,636	0,280	111	182	297	-1,313*	5,381*	-	-
Ba	110	150	5000	677	1,986	0,252	1344	2670	5303	0,166	2,747	+	+
Co	110	5	20	10	1,482	0,410	14	121	32	-0,195	1,815*	-	-
Cr	110	15	100	35	1,545	0,295	54	83	129	0,233	1,988*	-	-
Cu	110	10	50	19	1,396	0,272	26	37	51	0,518*	3,673	+	+
La	110	20	150	38	1,618	0,316	61	99	160	0,609*	2,771	+	+
Ni	110	5	50	15	1,725	0,472	25	44	76	-0,631*	2,532	+	+
Pb	110	10	100	23	1,655	0,384	38	62	104	0,283	2,231*	-	-
Sr	110	100	1500	172	2,004	0,324	344	690	1384	1,276*	3,972	-	-
V	110	20	1500	74	1,823	0,336	134	245	448	2,209*	13,577*	-	-
Y	110	10	100	24	1,570	0,340	37	59	92	0,615*	3,345	+	+
Zn	110	15	1200	37	1,573	0,300	58	91	144	-0,179	2,210	+	+
MG= Média geométrica DG= Desvio geométrico + Aceita hipótese lognormal - Rejeita hipótese lognormal * Dentro da zona de rejeição													

de variação, observa-se que os mesmos oscilam de 0,108 do ferro para 0,472 do níquel, revelando uma variabilidade relativa de teores dos elementos extremamente baixa.

4.4.2 - Associação entre os elementos

A correlação entre todos os elementos propostos ao estudo é mostrada na tabela XXV.

Destacadamente os melhores coeficientes de correlação são relativos ao níquel com uma afinidade excelente com o ferro, zinco e cobalto, e boa com cromo.

Em seguida aparece o ferro que, além da afinidade com o níquel, apresenta uma boa associação com cromo, cobalto e zinco.

Em particular aos elementos alvos, o cobre mantém um relacionamento bom com o cromo e regular com o ferro, magnésio, cobalto e níquel.

Um comportamento similar ao cobre é exibido pelo zinco que, embora o relacionamento entre eles seja baixo, mostra uma correlação boa com o ferro, boro e níquel, e regular com o cromo, cobalto, magnésio.

Ao contrário dos elementos anteriores, o chumbo caracteriza-se por uma baixa associação com todos os elementos.

4.4.3 - Distribuição dos elementos

O comportamento distributivo do cobre pode ser visto na tabela VI. Relativamente às outras unidades estu-

TABELA XXV - MATRIZ DE CORRELAÇÃO - POPULAÇÃO TERESINA

	V	Sr	Ni	Cr	Co	Ba	Zn	Y	Pb	La	Cu	B	Mn	Ti	Ca	Mg	Fe
Fe	0,31	0,00	0,71	0,62	0,65	0,27	0,66	0,31	0,35	0,09	0,54	0,40	0,00	0,28	0,00	0,51	
Mg	0,18	0,00	0,35	0,47	0,31	0,39	0,44	0,22	0,23	0,00	0,43	0,32	0,00	0,26	0,09		
Ca	0,00	0,56	0,00	0,00	0,00	0,27	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,68	0,00			
Ti	0,31	0,00	0,46	0,31	0,34	0,04	0,25	0,00	0,15	0,00	0,16	0,30	0,00				
Mn	0,00	0,50	0,00	0,00	0,00	0,18	0,00	0,03	0,08	0,00	0,00	0,00					
B	0,04	0,00	0,41	0,20	0,33	0,00	0,65	0,00	0,19	0,07	0,24						
Cu	0,28	0,00	0,50	0,63	0,50	0,39	0,38	0,30	0,30	0,14							
La	0,24	0,00	0,22	0,13	0,25	0,02	0,24	0,57	0,10								
Pb	0,05	0,00	0,30	0,36	0,39	0,39	0,32	0,19									
Y	0,29	0,00	0,19	0,32	0,30	0,21	0,14										
Zn	0,36	0,00	0,76	0,40	0,45	0,11											
Ba	0,05	0,16	0,09	0,36	0,21												
Co	0,48	0,00	0,74	0,61													
Cr	0,32	0,00	0,60														
Ni	0,50	0,00															
Sr	0,00																
V																	

Coeficiente de correlação

	> 0,7	excelente
	0,6-0,7	boa
	0,4-0,6	regular
	< 0,4	baixa
	-	negativa

dadas, a Formação Teresina mostra-se menos enriquecida neste elemento apenas em relação à Formação Serra Alta. A distribuição de seus teores é de modo irregular, tanto ao longo como entre os perfis, exibindo valores desde inferiores ao "background" (18 ppm) até superiores ao limiar (46 ppm). Esta gama de variação é reflexo da constituição litológica variada da Formação, visto que os teores mais elevados são ligados aos argilitos ou siltitos argilosos, enquanto os discretos normalmente aos arenitos; um comportamento que era de se esperar.

Uma situação similar ao cobre, acontece também com o zinco, cujos dados estão na tabela VII, onde os teores elevados, acima de alto "background" (67 ppm) conectam-se aos argilitos e os inferiores ao "background" (30 ppm) geralmente aos termos arenosos. Para este elemento traço, os valores mais frequentes estão situados no intervalo entre 30 e 67 ppm. Em confronto com as outras unidades estratigráficas, a sua concentração na Formação Teresina é maior do que nas Rio do Rasto e Pirambóia.

No que diz respeito ao chumbo (tabela VIII), seus teores mais comuns estão compreendidos na faixa abaixo do "background" (24 ppm). Os valores de realce, acima do limiar (67 ppm), são raros e sempre estão vinculados aos argilititos. Já os teores abaixo deste parâmetro aparecem indiscriminadamente em todas as litologias. Diferentemente do que ocorre com o cobre e zinco, esse elemento traço distribui-se de uma forma um tanto homogênea ao longo de toda secção estratigráfica trabalhada.

Com relação aos demais elementos (tabelas IX a XXII), nota-se que apenas o manganês e cálcio estão prefe-

rencialmente concentrados na Formação Teresina, com seus valores mais elevados geralmente filiados aos siltitos e arenitos muito finos de natureza calcífera.

4.4.4 - Anomalias

Estatisticamente diversos exemplares de rocha acusaram teores acima do "threshold", entre os quais oito são referentes aos elementos alvos, conforme relacionados na tabela XXVI.

TABELA XXVI - Amostras anômalas da população Teresina		
nº amostra	tipo litológico elemento anômalo	folha topográfica/escala coord.UIM: longitude/latitude
KY - 9	argilito Pb	Guarapuava/1:100.000 496200/7209000
KY - 35a	argilito Cu, Mg	São Pedro/1:50.000 216400/7489800
KY - 41a	argilito Pb, Ba	Conchas/1:50.000 794550/7451150
KY - 46a	argilito Cu	Laranjal Paulista/1:50.000 196000/7448400
KY - 87c	argilito Cu	Joaquim Távora/1:50.000 623800/7414200
KY -100b	siltito Zn	Jurumirim/1:50.000 717900/7407400
KY -114b	argilito Cu,Pb,Zn,Ni,La,Y	São Mateus do Sul/1:100.000 553000/7131900
KY -116b	argilito Zn	Rebouças/1:100.000 532600/7129600

Dentre as anomalias acima tabeladas, destaca-se acentuadamente a KY-114b não só pelo seus valores analíticos, mas principalmente pela excelente associação paragenética com perspectiva da presença de bens minerais não ferrosos. Esta coleta foi efetuada numa exposição da rodovia São Mateus do Sul-União da Vitória (perfil 2), na altura da localidade de Anta Ruiva. Trata-se de uma rocha argilosa cinza que se salienta em camadas de mais ou menos 10 cm num conjunto constituído por interlaminções de siltitos com argilitos (KY-114a) de mesma coloração, estratigraficamente posicionado no topo da Formação. Sua análise detectou os mais elevados teores anômalos em cobre (50 ppm), chumbo (100 ppm), zinco (160), níquel (50 ppm), ítrio (100 ppm) e lantânio (100 ppm), além de valor de alto "background" em cromo (70 ppm).

Corroborando os resultados da KY-114b, a rocha KY-114a que lhe serve de encaixante acusou também uma boa associação de cobre, chumbo, zinco, níquel e bário, embora na faixa de valores de alto "background".

Não menos importante são as amostras KY-35a e KY-41a, não tanto pelo seus teores absolutos, mas pela suíte de elementos indicativos de depósitos de sulfetos.

A primeira, localizada na localidade de Artemis, entre São Manuel-Piracicaba (perfil 9), refere-se a um argilito verde e rosado, geralmente interlaminado com frações siltosas, em espessos pacotes alternados a estratos de siltitos e/ou arenitos. Sua análise revelou anomalias de cobre (50 ppm) e magnésio (3,00 %), acompanhadas de teores de alto "background" em ferro (5,00 %), titânio (1,00 %), boro (100 ppm), chumbo (50 ppm), zinco (65 ppm), bário (2000 ppm),

cobalto (15 ppm), cromo (70 ppm), níquel (30 ppm) e vanádio (150 ppm).

A segunda, cuja coleta foi feita na rodovia unindo Botucatu-Laranjal Paulista (perfil 8), no local conhecido por São José, é uma rocha argilosa com interlaminações silticas e/ou arenosas, de cor verde esbranquiçada, posicionada na parte superior da Formação. A análise registrou anomalias de chumbo (70 ppm) e bário (5000 ppm) e valores de alto "background" de cobre (30 ppm), níquel (30 ppm), vanádio (200 ppm), cobalto (20 ppm), ítrio (50 ppm), ferro (5,00 %) e manganês (1000 ppm).

As demais amostras devem ser encaradas como de segunda prioridade, pois tratam-se de anomalias pouco expressivas, quer em teores, quer parageneticamente.

4.5 - Rio do Rasto

Refere-se ao grupamento de 76 amostras de rocha coletadas na unidade estratigráfica que lhe empresta o nome, sendo 25 de argilitos, 26 de siltitos e 25 de arenitos muito finos.

Em geral, os argilitos ostentam coloração vermelha e aparecem em lâminas intercaladas a níveis síltico-arenosas, onde são comuns as estruturas ondeada, lenticular e sub-paralela. Já os siltitos e os arenitos muito finos, comumente de coloração rosada, ocorrem em destacadas camadas ou lentes compondo uma sequência bem estratificada.

4.5.1 - Dados estatísticos

Os dados estatísticos dos elementos obtidos para a população Rio do Rasto estão lançados na tabela XXVII.

De um modo geral, houve uma melhor aceitação aos testes de Kolmogorov-Smirnov do que aos de assimetria e curtose. Estes foram aceitos completamente pelo bário, níquel, chumbo, ítrio e zinco. Aqueles por sua vez foram admitidos nos dois níveis de significância por quase todos os elementos, a exceção apenas do titânio e cobalto.

No tocante ao sumário das estatísticas, em particular aos elementos alvos, o cobre expõe uma média geométrica de 19 ppm e um desvio igual a 1,432, com uma variação de teores entre 5 e 50 ppm.

Por sua vez, o chumbo e o zinco apresentam uma amplitude relativamente alta. O primeiro possui uma variação de teor entre 10 e 500 ppm para uma média de apenas 26 ppm. Seu desvio é igual a 1,584. O segundo, com teores extremos de 14 e 110 ppm, tem um "background" de 42 ppm e um desvio igual a 1,510.

No que tange aos dados de coeficientes de variação, os mesmos revelam-se extremamente baixos. Seus índices oscilam entre um mínimo de 0,117 do ferro a um máximo de 0,487 do cálcio, com predominância em torno de 0,100.

4.5.2 - Associação entre os elementos

Na tabela XXVIII estão plotados os índices de correlação entre os elementos, obtidos na população Rio do Rasto.

A exemplo do que acontece na Formação Serra Alta,

TABELA XXVII - DADOS ESTATÍSTICOS DOS ELEMENTOS NA POPULAÇÃO RIO DO RASTO

Ele- mento	Nº amos- tras	Valor mínimo	Valor máximo	MG	DG	Coefi- ciente variação	MGxDG	MGxDG ²	MGxDG ³	Assime- tria	Curtose	Kolmogorov- Smirnov	
												5%	1%
Fe %	76	0,70	10,00	2,23	1,629	0,117	3,63	5,91	9,63	-0,744*	3,007	+	+
Mg %	76	0,15	2,00	0,87	1,995	0,182	1,73	3,46	6,90	-0,646*	2,714	+	+
Ca %	76	0,05	7,00	0,60	5,874	0,487	3,52	20,70	121,60	0,180	1,746*	+	+
Ti %	76	0,10	1,00	0,46	1,588	0,132	0,73	1,16	1,84	-0,632*	3,504	-	-
Mn	76	100	2000	372	2,426	0,360	902	2189	5311	0,237	1,788*	+	+
B	76	50	150	89	1,513	0,220	134	203	308	-0,793*	4,355*	+	+
Ba	76	200	1500	743	1,949	0,242	1448	2822	5500	-0,355	3,883	+	+
Co	76	5	20	10	1,455	0,384	14	21	30	-0,521*	2,255*	-	-
Cr	76	10	100	37	1,659	0,333	61	101	168	-0,578*	3,117	+	+
Cu	76	5	50	19	1,432	0,290	27	38	55	-1,012*	5,040*	+	+
La	76	20	150	43	1,621	0,307	69	112	183	0,205	2,277*	+	+
Ni	76	5	70	16	1,710	0,463	27	46	80	0,193	2,796	+	+
Pb	76	10	500	26	1,584	0,338	41	65	103	0,131	2,608	+	+
Sr	76	100	700	173	1,949	0,309	337	657	1280	0,965*	2,521	+	+
V	76	20	300	58	1,527	0,249	88	135	206	-0,800*	3,247	+	+
Y	76	10	100	27	1,584	0,333	42	67	107	0,437	2,482	+	+
Zn	76	14	110	42	1,510	0,264	63	95	144	-0,386	2,766	+	+
MG= Média geométrica DG= Desvio geométrico + Aceita hipótese lognormal - Rejeita hipótese lognormal * Dentro da zona de rejeição													

TABELA XXVIII - MATRIZ DE CORRELAÇÃO - POPULAÇÃO RIO DO RASTO

	V	Sr	Ni	Cr	Co	Ba	Zn	Y	Pb	La	Cu	B	Mn	Ti	Ca	Mg	Fe
Fe	0,47	0,00	0,75	0,68	0,73	0,12	0,72	0,25	0,25	0,29	0,00	0,44	0,00	0,50	0,00	0,62	
Mg	0,34	0,26	0,45	0,61	0,40	0,49	0,52	0,19	0,09	0,09	0,00	0,15	0,00	0,51	0,47		
Ca	0,01	0,66	0,00	0,07	0,00	0,24	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,48	0,00			
Ti	0,37	0,00	0,57	0,45	0,39	0,41	0,41	0,33	0,22	0,28	0,00	0,39	0,00				
Mn	0,00	0,28	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00					
B	0,00	0,00	0,37	0,21	0,43	0,06	0,50	0,08	0,38	0,04	0,05						
Cu	0,00	0,00	0,04	0,00	0,04	0,00	0,08	0,00	0,03	0,00							
La	0,26	0,02	0,28	0,25	0,24	0,00	0,00	0,74	0,08								
Pb	0,00	0,00	0,23	0,22	0,21	0,04	0,64	0,06									
Y	0,12	0,03	0,30	0,24	0,27	0,00	0,00										
Zn	0,30	0,00	0,69	0,55	0,59	0,27											
Ba	0,18	0,21	0,21	0,24	0,03												
Co	0,28	0,00	0,69	0,52													
Cr	0,43	0,00	0,68														
Ni	0,64	0,00															
Sr	0,00																
V																	

.Coeficiente de correlação

	> 0,7	. excelente
	0,6-0,7	. boa
	0,4-0,6	. regular
	< 0,4	. baixa
	-	. negativa

também aqui, os melhores índices são expressos pelo elemento ferro, com uma boa associação com níquel, cromo, cobalto, zinco e magnésio.

Entre os elementos alvos, a melhor performance é apresentada pelo zinco, com uma boa combinação com o níquel, chumbo e ferro, além de regular com cromo, cobalto, boro, titânio e magnésio.

Já o mesmo não ocorre com relação ao chumbo e ao cobre, praticamente sem nenhuma afinidade com outros elementos.

4.5.3 - Distribuição dos elementos

A distribuição dos teores de cobre está expressa na tabela VI, na qual nota-se que a Formação Rio do Rasto mostra-se mais enriquecida apenas com relação à Formação Pirambóia.

Na unidade Rio do Rasto, observa-se para o cobre uma distribuição bastante heterogênea e sem discriminação por litologia, com teores oscilando desde abaixo de "background" (18 ppm) até superiores ao limiar (46 ppm). Tais valores estão dispostos geograficamente de uma maneira relativamente uniforme, à exceção talvez no perfil 2 (São Mateus do Sul - União da Vitória), onde acontecem os dois únicos teores acima do limiar.

Comportamento geoquímico semelhante ao cobre é apresentado pelo zinco no tocante a sua concentração na Formação Rio do Rasto, onde ela é maior apenas em relação à Formação Pirambóia, conforme tabela VII. No terreno a sua

distribuição é um tanto uniforme, com um sutil destaque no perfil 2, onde existe uma frequência de teores na faixa entre alto "background" (67 ppm) e limiar (149 ppm). Sem nenhum valor de realce, esse elemento traço concentra-se preferencialmente em argilitos e siltitos argilosos, sendo baixo o seu conteúdo em arenitos.

Para o chumbo verifica-se uma amplitude de teor variável desde inferior ao "background" (24 ppm) até superior ao limiar (67 ppm), estes últimos concentrados novamente no perfil 2 (tabela VIII). Salvo este destaque, da mesma forma que o cobre, seus teores estão distribuídos com uma certa homogeneidade, indiferentemente da litologia do terreno.

Por fim, a Formação Rio do Rasto salienta-se sobre as demais no que concerne a sua concentração em estrôncio, bário, boro, lantânio e ítrio. Nos seus domínios, esses elementos distribuem-se de forma aleatória, à exceção apenas do estrôncio, cujos teores mais elevados estão em estreita ligação com siltitos e arenitos calcíferos muito finos.

4.5.4 - Anomalias

Na tabela XXIX estão relacionadas todas as amostras que registraram valores iguais ou superiores ao limiar estatístico do cobre, chumbo e zinco.

TABELA XXIX - Relação das amostras anômalas da população Rio do Rasto		
nº amostra	tipo litológico elemento anômalo	base topográfica/escala coord. UTM: long./lat.
KY - 11c	arenito Pb	Guarapuava/1:100.000 491600/7206200
KY - 12	siltito Pb	Guarapuava/1:100.000 489500/7204700
KY - 68b	argilito Zn, Ni	S. Antonio Platina/1:50.000 595850/7416900
KY - 117a	arenito Pb, Y	União da Vitória/1:100.000 490300/7100700
KY - 118a	siltito Cu, Zn, Ni, V	União da Vitória/1:100.000 496900/7102700
KY - 118b	argilito Cu, Zn, Ni, V	União da Vitória/1:100.000 496900/7102700
KY - 118c	siltito Pb, V	União da Vitória/1:100.000 496900/7102700
KY - 119b	argilito Pb	Irineópolis/1:100.000 512700/7108100
KY - 120b	argilito Pb	Irineópolis /1:100.000 517300/7111300
KY - 120c	argilito Pb, V	Irineópolis/1:100.000 517300/7111300
KY - 121b	siltito Pb, Zn, Y	Irineópolis/1:100.000 525900/7116300

Entre essas anomalias salientam-se a KY-118a e a KY-121b, pela significativa associação paragenética de teores elevados.

A primeira, coletada no talude da rodovia que liga São Mateus do Sul a União da Vitória, na proximidade de Colônia Rio Vermelho, refere-se a um siltito vermelho que

ocorre em camadas centimétricas intercaladas a estratos de siltitos (KY-118b) e de arenitos (KY-118c), ambos de cor verde.

Os siltitos vermelhos acusaram anomalias de cobre (50 ppm), zinco (110 ppm), níquel (50 ppm) e vanádio (150 ppm), acompanhadas de teores elevados de chumbo (50 ppm), cobalto (20 ppm), lantânio (70 ppm) e ítrio (50 ppm).

Já os siltitos e arenitos esverdeados, embora parageneticamente menos expressivas, apresentaram anomalias de cobre, zinco, níquel e vanádio, o primeiro, e de chumbo e vanádio, o segundo.

Por sua vez, a amostra KY-121b refere-se a uma rocha coletada na parte intermediária de um espesso afloramento, constituído homogeneamente por um siltito cinza claro e situado também entre São Mateus do Sul e União da Vitória, mas na localidade de São Roque. Sua análise detectou teores expressivos de chumbo (500 ppm), o mais elevado da área do prospecto, de zinco (110 ppm), ítrio (100 ppm), além de valores de alto "background" de cobre (30 ppm), boro (150 ppm), lantânio (100 ppm) e vanádio (100 ppm).

As demais anomalias são de valores pouco expressivos e isolados; de importância secundária, razão pela qual não serão comentadas.

4.6 - Pirambóia

Esta população abrange 48 exemplares de arenito. Trata-se de um arenito fino a médio, na maioria das vezes síltico-argiloso, de coloração marrom, branca, amarela ou

vermelha. Dispõe-se em bancos com estratificação cruzada, de pequeno a médio porte, alternados a bancos com estratificação plano-paralela.

4.6.1 - Dados estatísticos

O comportamento estatístico das amostras da população Pirambóia, para os elementos propostos ao estudo, está sumarizado na tabela XXX.

A maior parte dos elementos aceitou o teste de Kolmogorov-Smirnov nos dois níveis de significância, constituindo exceção apenas o cobalto, níquel, chumbo e estrôncio. Já o teste de assimetria e curtose foi admitido completamente apenas pelos elementos titânio, manganês, boro e zinco.

No que se refere aos parâmetros estatísticos, em particular dos elementos alvos, o cobre exibe uma média geométrica de 10 ppm e um desvio igual a 1,603, com teores extremos de 5 e 20 ppm. O chumbo expõe valores compreendidos na faixa de 10 a 70 ppm, com média e desvio geométricos respectivamente de 21 ppm e 1,770.

Da mesma forma que o cobre e chumbo, o zinco mostra valores bastante discretos, relativamente aos mesmos parâmetros obtidos em outras populações. Seus teores variam de 3 a 45 ppm, com "background" de 9 ppm e desvio igual a 1,573.

No que tange aos coeficientes de variação, os mesmos apresentam-se extremamente baixos, denotando uma aglomeração de valores em volta da média. Seus índices oscilam

TABELA XXX - DADOS ESTATÍSTICOS DOS ELEMENTOS DA POPULAÇÃO PIRAMBÓIA

Ele- mento	Nº amos- tras	Valor mínimo	Valor máximo	MG	DG	Coefi- ciente variação	MGxDG	MGxDG ²	MGxDG ³	Assime- tria	Curtose	Kolmogorov- Smirnov	
												5%	1%
Fe %	48	0,10	3,00	0,92	1,892	0,168	1,74	3,29	6,23	-1,413*	5,857*	+	+
Mg %	48	0,02	2,00	0,50	2,306	0,235	1,15	2,65	6,13	-1,400*	5,825*	+	+
Ca %	48	0,05	3,00	0,24	3,404	0,376	0,81	2,78	9,46	-0,054	1,723*	+	+
Ti %	48	0,05	1,00	0,24	1,845	0,187	0,44	0,81	1,50	-0,214	3,981	+	+
Mn	48	70	1000	250	1,836	0,264	459	842	1547	0,139	2,408	+	+
B	48	10	100	35	1,713	0,362	59	102	175	0,097	2,289	+	+
Ba	48	20	2000	615	2,387	0,324	1468	3504	8364	-1,491*	6,037*	+	+
Co	48	5	20	6	1,472	0,511	8	13	19	1,616*	4,286*	-	-
Cr	48	10	100	20	1,927	0,520	38	74	143	0,678*	2,554	+	+
Cu	48	5	20	10	1,603	0,484	16	25	41	-0,524	1,745*	+	+
La	48	20	100	26	1,644	0,362	42	70	115	1,594*	4,364*	+	+
Ni	48	5	30	6	1,717	0,674	10	17	30	1,317*	3,155	-	-
Pb	48	10	70	21	1,770	0,444	37	65	116	0,224	2,041*	-	-
Sr	48	100	200	109	1,230	0,105	134	164	202	1,880*	5,114*	-	-
V	48	10	150	25	1,896	0,477	47	89	170	0,893*	2,860	+	+
Y	48	10	200	18	2,172	0,636	39	84	184	1,169*	3,462	+	+
Zn	48	3	45	9	1,573	0,484	14	22	35	0,101	2,988	+	+

MG= Média geométrica DG= Desvio geométrico + Aceita hipótese lognormal - Rejeita hipótese lognormal * Dentro da zona de rejeição

entre 0,105 do estrôncio e 0,674 do níquel.

4.6.2 - Associação entre os elementos

A matriz de correlação entre os elementos na população Pirambóia encontra-se exposta na tabela XXXI.

De um modo geral os índices de correlação são extremamente baixos e neste contexto salientam-se as excelentes associações de bário-magnésio, lantânio-cobalto- ítrio, níquel-zinco-cobalto e cromo-vanádio.

Entre os elementos alvos, o melhor comportamento é mostrado pelo zinco, com uma excelente associação com o níquel, boa com o ferro e regular com o cromo, cobalto, ítrio, cobre e lantânio.

Já o chumbo relaciona-se apenas regularmente com o cobalto, bário, ítrio, cobre, lantânio, ferro e magnésio, enquanto o cobre, também de modo regular, com o níquel, cromo, cobalto, bário, zinco, chumbo, ferro e titânio.

4.6.3 - Distribuição dos elementos

Da análise da distribuição dos teores exposta nas tabelas VI e VIII, verifica-se que a Formação Pirambóia é notadamente empobrecida em cobre e zinco, quando confrontada com as outras unidades estratigráficas trabalhadas. O mesmo não ocorre com o chumbo, conforme tabela VII, que mantém um comportamento geoquímico similar em todas as populações alvos.

A distribuição dos teores de cobre na Formação Pi-

TABELA XXXI - MATRIZ DE CORRELAÇÃO - POPULAÇÃO PIRAMBÓIA

	V	Sr	Ni	Cr	Co	Ba	Zn	Y	Pb	La	Cu	B	Mn	Ti	Ca	Mg	Fe
Fe	0,42	0,18	0,42	0,66	0,29	0,63	0,61	0,44	0,44	0,23	0,45	0,00	0,29	0,61	0,32	0,69	
Mg	0,11	0,29	0,31	0,30	0,31	0,88	0,37	0,22	0,55	0,13	0,36	0,00	0,45	0,52	0,59		
Ca	0,01	0,46	0,00	0,00	0,00	0,60	0,09	0,00	0,22	0,00	0,19	0,07	0,35	0,30			
Ti	0,39	0,34	0,32	0,43	0,24	0,55	0,37	0,13	0,30	0,09	0,40	0,13	0,28				
Mn	0,06	0,10	0,22	0,00	0,32	0,53	0,22	0,12	0,36	0,00	0,35	0,00					
B	0,33	0,00	0,00	0,11	0,00	0,00	0,09	0,00	0,00	0,00	0,00						
Cu	0,35	0,19	0,45	0,45	0,42	0,43	0,43	0,39	0,48	0,36							
La	0,17	0,00	0,64	0,41	0,70	0,04	0,45	0,78	0,40								
Pb	0,00	0,19	0,33	0,31	0,48	0,56	0,21	0,47									
Y	0,24	0,00	0,67	0,51	0,69	0,15	0,63										
Zn	0,31	0,00	0,73	0,46	0,55	0,23											
Ba	0,00	0,35	0,19	0,19	0,15												
Co	0,31	0,00	0,76	0,44													
Cr	0,74	0,00	0,56														
Ni	0,44	0,00															
Sr	0,00																
V																	

Coeficiente de correlação

	> 0,7	. excelente
	0,6-0,7	. boa
	0,4-0,6	. regular
	< 0,4	. baixa
	-	. negativa

rambóia é extremamente uniforme, quer no terreno, quer ao longo de sua secção estratigráfica, com domínio quase absoluto de teores abaixo do "background", de 18 ppm.

De modo semelhante se apresenta o zinco, com acentuada frequência de valores abaixo do "background" (30ppm).

Essa homogeneidade de teores de cobre e zinco reflete bem a uniformidade litológica da população, constituida quase exclusivamente de arenitos.

Entretanto para o chumbo houve uma variação de teor até acima do limiar (67 ppm), embora com predomínio de valores também no intervalo abaixo do "background" (24 ppm).

Para esse elemento traço, observa-se uma concentração maior no perfil 8 (Botucatu-Laranjal Paulista), onde aparece o único valor de realce, num domínio de teores elevados, na faixa entre alto "background" (40 ppm) e limiar (67 ppm).

Para os demais elementos, em linhas gerais, a Formação Pirambóia apresenta um comportamento geoquímico homogêneo, com frequência de valores acentuadamente baixos.

4.6.4 - Anomalias

Na tabela XXXII consta a relação das anomalias obtidas a partir do limiar estatístico do cobre, chumbo e zinco.

TABELA XXXII - Relação das amostras anômalas da população Pirambóia

nº amostra	tipo litológico elemento anômalo	folha topográfica/escala coord. UTM: long./lat.
KY -32b	arenito Zn, Y, Ni	São Pedro/1:50.000 210450/7493500
KY -33b	arenito Zn, Cr, Ni, V	São Pedro/1:50.000 211550/7492700
KY -39a	arenito Pb, La, Y, Co	Anhembi/1:50.000 788000/7457700

Embora constituam destaque no âmbito da população, tratam-se de anomalias excessivamente exíguas se comparada aos teores marginais de explorabilidade econômica.

A amostra KY -- 32b refere-se a um arenito fino síltico-argiloso marrom coletado no talude da rodovia Águas de São Pedro - Piracicaba, nos arredores da fazenda São Francisco. Sua análise acusou anomalias de zinco (24 ppm), níquel (20 ppm) e ítrio (100 ppm) e valores de alto "background" em boro (100 ppm), lantânio (50 ppm), cobalto (10 ppm), cromo (50 ppm) e vanádio (50 ppm).

As amostras KY - 33b e KY - 39a são também um arenito fino síltico-argiloso. A primeira, situada no corte da rodovia São Pedro - Piracicaba, na localidade de Limoeiro, registrou anomalias de zinco (24 ppm), cromo (100 ppm), níquel (20 ppm), vanádio (100 ppm) e valores de alto "background" em ferro (2,00%), cobre (20 ppm), lantânio (50 ppm) e cobalto (10 ppm).

Já a amostra KY - 39a localiza-se no perfil Botucatu - Laranjal Paulista, na região de Capuava. Sua análise

lise detectou anomalias de chumbo (70 ppm), ítrio (200ppm) lantânio (100 ppm) e cobalto (20 ppm), e teores de alto "background" em cobre (20 ppm), zinco (18 ppm), níquel (15 ppm), manganês (500 ppm) e titânio (0,50 %).

4.7 - Análise comparativa entre as populações alvos.

Neste tópico é feita uma análise comparativa entre as unidades estratigráficas investigadas do ponto de vista da distribuição e associação dos seus elementos traços, numa tentativa de caracterizar geoquimicamente seus ambientes de sedimentação e ao mesmo tempo identificar aquele de maior potencial econômico.

Examinando-se os parâmetros de "background" dos elementos em cada população alvo (tabela XXXIII), verifica-se que a Formação Serra Alta é claramente a mais enriquecida em cobre e zinco, e de maneira menos expressiva em chumbo. Numa sequência de carência nestes metais calcófilos, seguem-se as populações Rio do Rasto, Teresina e Pirambóia. Esta ordem era prevista, com apoio nas características ambientais de cada formação, levando-se em conta que os sedimentos marinhos depositados distantes da costa contém uma abundância maior em certos elementos, entre os quais o cobre, chumbo e zinco, se comparada com termos equivalentes de sedimentação litorânea. Enquadra-se nesta situação a Formação Serra Alta com sedimentos marinhos relativamente profundos, que se transicionam para sedimentos de ambientes mais rasos de planícies de marés das formações Teresina e Rio do Rasto. Já a Formação Pirambóia é de natureza continental.

TABELA XXXIII - Parâmetros de "background" dos elementos nas populações alvos

Elemento População	Fe%	Mg%	Ca%	Ti%	Mn	B	Cu	La	Pb	Y	Zn	Ba	Co	Cr	Ni	Sr	V
Serra Alta	2,92	1,18	0,23	0,59	213	77	26	36	27	26	60	462	10	50	25	116	100
Teresina	2,30	1,01	1,05	0,38	377	68	19	38	23	24	37	677	10	35	15	172	74
Rio do Rasto	2,23	0,87	0,60	0,46	372	89	19	43	26	27	42	743	10	37	16	173	58
Pirambóia	0,92	0,50	0,24	0,24	250	35	10	26	21	18	9	615	6	20	6	109	25

Panorama semelhante observa-se em relação aos outros elementos, tais como o cromo, níquel, cobalto, vanádio, magnésio e ferro, que aparecem com teor médio mais elevado também na Formação Serra Alta. À excessão do cromo, normalmente mais enriquecido em sedimentos continentais, a atitude distributiva dos demais elementos era esperada.

Não se enquadram nesse contexto de distribuição, certos elementos como o estrôncio, boro, bário, lantânio e ítrio, mais concentrados na Formação Rio do Rasto, da mesma forma que o cálcio e manganês na Formação Teresina. Nestas formações, o cálcio, estrôncio e manganês, mantendo uma dependência entre si maior do que em relação aos outros elementos, estão provavelmente vinculados ao caráter calcífero desses sedimentos, comuns sobretudo nos termos sílticos e arenosos da população Teresina.

Em geral, na distinção entre sedimentos formados em ambientes de água doce daqueles de água salgada considera-se que as concentrações dos elementos boro, gálio, rubídio, níquel e cromo sejam decisivos, sendo o boro, rubídio e níquel mais abundantes nos sedimentos marinhos, enquanto o gálio e o cromo mais elevados nos sedimentos de água doce. (in SUGUIO, 1973).

Para o caso da Formação Serra Alta o boro e principalmente o níquel apresentam padrão de concentração de sedimentos de origem marinha; o primeiro com teor médio maior em mais de duas vezes e o segundo em cerca de cinco vezes, relativamente aos sedimentos da Formação Pirambóia de natureza exclusivamente continental. Entretanto, o mesmo comportamento do boro e níquel é exibido pelo cromo, quan

do era de se esperar o inverso.

Examinando-se, por outro lado, as matrizes de correlação dos elementos (tabelas IV, XXV, XXVIII e XXXI) observa-se parâmetros associativos contrastantes entre as unidades populacionais alvos que sugerem uma relação com os ambientes de sedimentação.

Assim, aspectos sintomáticos de sedimentação fluvial em condições climáticas oxidantes para a Formação Pirambóia são patentes nas associações registradas pelo manganês e ferro, elementos de atitude sedimentária bastante semelhante. O primeiro apresenta correlação com o cobre, zinco, níquel, titânio e vanádio somente na população Pirambóia. Ainda nesta unidade, a sua afinidade com o cobalto, bário e chumbo é maior do que os mesmos índices obtidos nas demais populações, compondo uma suite típica de precipitado de manganês por oxidação. Ratificando essa condição de deposição, passível em soluções ácidas (como as águas do rio) desde que sob circunstâncias oxidantes, o ferro mantém afinidade com todos aqueles elementos, inclusive manganês, denotando que ao menos parte de sua concentração é devida a compostos oxidados.

Nas formações Rio do Rasto e Teresina, relativamente às outras unidades, verifica-se contrastes marcantes também vinculados ao manganês, quando o mesmo associa-se exclusivamente com elementos alcalinos terrosos como o cálcio, estrôncio e bário, sugerindo compostos carbonatados.

Normalmente, a precipitação do carbonato de manganês ocorre em condições alcalinas (como as águas do mar)

e redutoras, ambiente este propício à formação de sulfetos. Em consonância com uma perspectiva otimista, as melhores correlações indicativas da presença de tais minerais, bem como as anomalias mais interessantes constata-se nas formações em consideração, identificando-as como as mais promissoras em termos prospectivos.

Finalizando, a sedimentação marinha da Formação Serra Alta, evidenciada principalmente pelas concentrações relativas de boro e níquel, certamente se processou sob circunstâncias predominantemente redutoras. Encontra apoio nesse sentido a correlação do manganês essencialmente com metais alcalinos terrosos. Corroborando, a associação do vanádio com o cobre, zinco, chumbo e níquel, típica de argilas ricas em matéria orgânica, também sugere condições redutoras.

5 - CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

A análise dos resultados obtidos do presente reconhecimento litogeoquímico permite as seguintes conclusões e recomendações:

1) No quadro da distribuição dos elementos alvos, verifica-se que a Formação Serra Alta é claramente a mais enriquecida em cobre e zinco, e de maneira menos expressiva em chumbo. Numa sequência de carência nestes metais calcófilos, seguem-se as populações Rio do Rasto, Teresina e Pirambóia.

2) Panorama semelhante observa-se em relação a outros elementos, tais como o cromo, níquel, cobalto, vanádio, magnésio e ferro, que aparecem com teor médio mais elevado também na Formação Serra Alta. Assim como ocorre com os elementos alvos, aos quais geralmente se associam, estes estão preferencialmente concentrados em rochas argilosas, certamente, entre outros fatores, pela sua capacidade de adsorção nesses elementos.

3) Não se enquadram nesse contexto de distribuição, certos elementos como o estrôncio, boro, bário, lantânio e ítrio, mais concentrados na Formação Rio do Rasto, da mesma forma que o cálcio e manganês na Formação Teresina.

4) Geograficamente, os elementos cobre, chumbo e zinco dispõem-se mais concentrados em terrenos paranaenses do que no Estado de São Paulo, especialmente ao longo da rodovia São Mateus do Sul-União da Vitória (perfil nº 2). Da mesma forma, embora sutilmente em alguns casos, o boro, níquel, cromo, cobalto, vanádio, ferro, lantânio e ítrio re-

gistram os melhores resultados no Estado do Paraná. Já o restante dos elementos distribui-se de maneira aleatória.

5) No tocante a associação paragenética, voltada à presença de possíveis mineralizações, a melhor performance constata-se nas formações Teresina e Rio do Rasto. Na primeira observa-se as correlações cobre-cromo-ferro-magnésio-cobalto-níquel e zinco-ferro-boro-níquel-cromo-cobalto-magnésio, enquanto na segunda a suite zinco-níquel-cobalto-chumbo-ferro-cromo-titânio-magnésio.

6) Embora com algumas ressalvas, os padrões de distribuição e associação dos elementos traços refletiram positivamente a origem e o ambiente de deposição dos sedimentos, estabelecidos para as unidades estratigráficas.

7) A caracterização geoquímica das unidades estratigráficas pode ser considerada satisfatória. Melhor seria se houvesse a possibilidade de se conseguir uma perfeita representatividade litológica dessas unidades, que em superfície é deveras difícil, limitada por agentes de natureza intempérica. Assim, certos tipos petrográficos, como por exemplo os calcários muito mais suscetíveis ao intemperismo, geralmente não ocorrem em superfície e quando presentes encontram-se em estado altamente descaracterizado.

8) Em termos de anomalias, considerando-se as mais significativas, em valores absolutos somados ao relacionamento paragenético, novamente salientam-se as formações Teresina e Rio do Rasto. Aquela com destaque em zinco (KY-114b), enquanto esta em chumbo (KY-121b).

9) A amostra KY-121b revela-se como a mais promissora. Trata-se de um siltito cinza claro da Formação Rio do

Rasto que acusou anomalias de chumbo (500 ppm), zinco (110 ppm) e ítrio (100 ppm), acompanhadas de valores de alto "background" de cobre (30 ppm), boro (150 ppm), lantânio (100 ppm) e vanádio (100 ppm).

10) Já a amostra KY-114b refere-se a um argilito cinza médio da Formação Teresina. Sua análise detectou, no âmbito de sua população, os mais elevados teores anômalos em cobre (50 ppm), chumbo (100 ppm), zinco (160 ppm), níquel (50 ppm), ítrio (100 ppm) e lantânio (100 ppm), além de valor de alto "background" em cromo (70 ppm).

11) Enfim, com base nos dados expostos, a Formação Rio do Rasto identifica-se como unidade de melhor potencial econômico. Acresça-se ainda o fato do seu condicionamento geológico (paleoambiente de transição sob interferência de ações ligadas tanto ao continente como ao mar) favorável à ocorrência de sulfetos. Em ordem decrescente de prioridade prospectiva seguem-se as formações Teresina, Serra Alta e Pirambóia.

12) Assim, conforme expressa a figura 4, no âmbito dos sedimentos da Formação Rio do Rasto, basicamente ao longo da rodovia União da Vitória-São Mateus do Sul (perfil nº 2), onde detectou-se as anomalias mais significativas, foi delimitada uma área de cerca de 800 km² para trabalhos sistemáticos e de detalhe.

13) Finalizando, para o restante da área ocupada por sedimentos da Formação Rio do Rasto, no Estado do Paraná, que abrange uma superfície da ordem de 5000 km², recomenda-se uma prospecção geoquímica por sedimentos de corrente, visando seleção de outros segmentos alvos. Para esta etapa

pa, sugere-se amostragem em bacias de captação com aproximadamente 10 km² de área, evitando assim o risco de ver as amostras apresentando uniformidade de teores, já que os coeficientes de variação para as rochas revelaram-se extremamente baixos.



FIGURA 4 - ÁREA SELECCIONADA

6 - BIBLIOGRAFIA

ALMEIDA, F. F. M. de & BARBOSA, O. - Geologia das Quadrí-
culas de Piracicaba e Rio Claro, Estado de São Paulo .
BRASIL. DNPM. DGM, B., Rio de Janeiro, n. 143, 96 p.,
1953. mapas.

BOYLE, R. W. - Elemental associations in mineral deposi-
ts and indicator elements of interest in geochemical
prospections (revised). Geological Survey of Canada.
Ottawa, 1974, 40 pp.

GOLDSHMIDT, V. M. - Geochemistry. Oxford, Clarendon, -
1958, 730 p.

HAWKES, H. E. & WEBB, J. S. - Geochemistry in mineral ex-
ploration. New York, Harper & Row, 1965, 415 p., il.

LANDIM, P. M. - O Grupo Passa Dois (P) na Bacia do Rio
Corumbataí (SP). BRASIL. DNPM. DGM, B., Rio de Janeiro
n. 252, 103 p., 1970.

LEVINSON, A. A. - Introduction to Exploration Geochemis-
try. Calgary Applied Publishing Ltda., Illinois, 1974,
612 pp.

MUHLMAN, H. et alii - Revisão Estratigráfica da Bacia do
Paraná. PETROBRÁS, Dep. Expl. Prod., Distr. Expl. Sul.
Ponta Grossa, Relat. inéd., 186 p., 1974.

NORTHFLEET, A. A. et alii - Reavaliação dos dados geoló-
gicos da Bacia do Paraná. B. téc. PETROBRÁS, Rio de Ja-
neiro, 12(3): 291-346, jul./set. 1969.

ROSLER, H. J. & LANGE, H. - Geochemical tables. Elsevier publish. Co., London, 1972, 468 pp.

SOARES, P. C. - O Mesozóico Gondwânico no Estado de São Paulo. Tese (Dout. Dep. Geol. Mineral. Fac. Fil. Ci. - Letr. Rio Claro, Univ. Campinas) (Rio Claro) (s. ed.). 1973. 152 p., mapa geol.

SOARES, P. C. - Divisão Estratigráfica do Mesozóico no - Estado de São Paulo. R. bras. Geoci., São Paulo, v. 5, p. 23, 1975.

SUGUIO, K. - Formação Bauru, calcários e sedimentos detríticos associados. (Tese, livr. doc. Inst. Geoc. - Univ. São Paulo) São Paulo, (s. ed.) 1973. v. 1.