

**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS**

**PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS E
COMPORTAMENTO GEOQUÍMICO DE ELEMENTOS
MAIORES E TRAÇOS EM ÁGUAS DE LAGOAS
HIPERALCALINAS E HIPOALCALINAS DA BAIXA
NHECOLÂNDIA-MS.**

Maria Kazue Urakawa

Orientador: Prof. Dr. Joel Barbujani Sígolo

**MONOGRAFIA DE TRABALHO DE FORMATURA
(TF-2005/27)**

SÃO PAULO

2005

TF
U72
MK.p

**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS**

DEDALUS - Acervo - IGC



30900018054

**Parâmetros Físico-Químicos e Comportamento
Geoquímico de Elementos Maiores e Trações em
Águas de Lagoas Hiperálcalinas e Hipoálcalinas da
Baixa Nhecolândia - MS**

Maria Kazue Urakawa



Monografia de Trabalho de Formatura

Banca Examinadora

Prof. Dr. Joel Barbujianni Sígolo

Prof. Dr. Raphael Hypólito

Prof. Dr. Ian McReath

São Paulo

2005

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

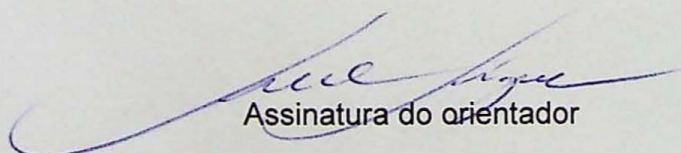
**PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS E COMPORTAMENTO
GEOQUÍMICO DE ELEMENTOS MAIORES E TRAÇOS EM
ÁGUAS DE LAGOAS HIPERALCALINAS E
HIPOALCALINAS DA BAIXA NHECOLÂNDIA-MS.**

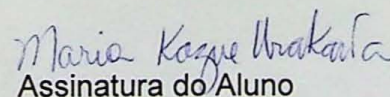
MARIA KAZUE URAKAWA



Orientador: Prof. Dr. Joel Barbujani Sígolo

**MONOGRAFIA DE TRABALHO DE FORMATURA
(TF-2005/27)**


Assinatura do orientador


Assinatura do Aluno

SÃO PAULO

2005

TF
U72
MK.p

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE GEOLOGIA

PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS E COMPORTAMENTO
GEOQUÍMICO DE ELEMENTOS MAIORES E TRAÇOS EM
ÁGUAS DE LAGOS HIPERÁLALINOS E
HIPONÁLALINOS DA BAIXA MIOCÊNICA



BRASIA LACUS LITANATIA

Orçamento: R\$ 10.000,00

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE GEOLOGIA

Assinatura do Autor: _____
Assinatura do Editor: _____

SAC 1000
200

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todas as pessoas que contribuíram para a realização deste trabalho, em especial ao Prof. Dr. Joel Barbujianni Sígolo pela orientação e atenção durante o período de desenvolvimento do trabalho;

Aos meus amigos e colegas que me acompanharam durante esses anos de Geologia, em especial: Rosa, Lélia, Vidyã, Leandro, Alexsandra, Daniel, Sueli, Rafaela, Onicélia e Silas.

A Lúcia Helena e Redjane pelas análises no Laboratório e pela ajuda e paciência que foram necessárias durante as atividades laboratoriais;

Aos meus pais e parentes pelo apoio durante o caminho que segui até chegar aqui.

E por último, agradeço aos funcionários da informática e da gráfica do Instituto de Geociências da USP.

ÍNDICE

Agradecimentos	i
Índice	ii
Lista de Figuras	iii
Lista de Tabelas	iv
Lista de Fotos	v
Resumo	1
Abstract	2
I. Introdução	3
II. Metas e Objetivos	4
III. Trabalhos Prévios	4
IV. Materiais e Métodos	7
V. Desenvolvimento do Trabalho	8
VI. Resultados Obtidos	8
VII. Conclusões	27
VIII. Referências Bibliográficas	29
IX. Anexos	32
1- Dados obtidos em campo	
2- Dados obtidos no Laboratório	
3- Resultados das Análises	
4- Diagrama de cátions e ânions com maior afinidade	
5- Fotos	

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1. Diagramas de conteúdo Na e K versus Cl-
- Figura 2. Diagramas de conteúdo Ca e Mg versus Cl-
- Figura 3. Diagramas de conteúdo Ni, Cr e Ba versus Cl-
- Figura 4. Diagramas de conteúdo Na e K versus Br-
- Figura 5. Diagramas de conteúdo Na e K versus Br-
- Figura 6. Diagramas de conteúdo Ca, Mg e Ba versus Br-
- Figura 7. Diagramas de conteúdo Ca, Mg e Ba versus Br-
- Figura 8. Diagramas de conteúdo Na e K versus F-
- Figura 9. Diagramas de conteúdo Ca e Mg versus F-
- Figura 10. Diagramas de conteúdo Fe, Mn e Al versus F-
- Figura 11. Diagramas de conteúdo Fe e Mn versus NO₂-
- Figura 12. Diagramas de conteúdo Ni e Cr versus NO₂-
- Figura 13. Diagramas de conteúdo Fe e Mn versus NO₃-
- Figura 14. Diagramas de conteúdo Ni e Cr versus NO₃-
- Figura 15. Diagramas de conteúdo Pb, Cu e Zn versus HPO₄-
- Figura 16. Diagramas de conteúdo Fe e Mn versus HPO₄-
- Figura 17. Diagramas de conteúdo Ni e Cr versus HPO₄-
- Figura 18. Diagramas de conteúdo Pb, Cu e Zn versus SO₄-
- Figura 19. Diagramas de conteúdo Fe, Mn e Al versus SO₄-
- Figura 20. Diagramas de conteúdo Ni, Cd, Cr versus SO₄-
- Figura 21. Diagramas de conteúdo Na e K versus SO₄-
- Figura 22. Diagramas de conteúdo Ca e Mg versus SO₄-
- Figura 23. Diagramas de conteúdo Ba e Sr versus SO₄-

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Cronograma de atividades proposto no projeto.

Tabela 2. Parâmetros físico-químicos de água superficial obtidos em campo.

Tabela 3. Parâmetros físico-químicos de água subterrânea obtidos em campo.

Tabela 4. Dados físico-químicos de amostras de águas obtidos no laboratório.

Tabela 5. Resultado das análises de cátions.

Tabela 6. Resultado da análise de ânions.

LISTA DE FOTOS

Foto 01. Lagoa Hipoalcalina

Foto 02. Lagoa Hiperalcalina

Foto 03. Lagoa Hiperalcalina

Foto 04. Lagoa seca

Foto 05. Coleta de água subterrânea

Foto 06. Obtenção dos parâmetros físico-químicos

Foto 07. Lixiviação da sílica

Foto 08. Lixiviação da sílica

TF (2005/27): PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS E COMPORTAMENTO GEOQUÍMICO DE ELEMENTOS MAIORES E TRAÇOS EM ÁGUAS DE LAGOAS HIPERALCALINAS E HIPOALCALINAS DA BAIXA NHECOLÂNDIA-MS.

RESUMO

O presente trabalho estuda o comportamento químico e geoquímico dos elementos maiores (cátions e ânions) e traços (diversos metais e elementos de transição) entre as águas superficiais e subterrâneas destas lagoas classificadas como hiperalcalinas e hipoalcalinas da Fazenda São Miguel do Firme, e na Fazenda Santo Inácio contígua a Fazenda Firme, situadas a sul-sudoeste do Pantanal da Nhecolândia.

As ferramentas empregadas nesta investigação constaram da obtenção de dados físico-químicos (pH, Eh, Condutividade Elétrica – CE, turbidez e temperatura em alguns casos) destas diferentes lagoas, mais correlação destes dados em pontos de amostragem tanto de água superficial como de sub-superfície (subterrânea). Bem como respectiva coleta destas águas sob critérios específicos de conservação para posterior análise laboratorial (absorção atômica).

Esta abordagem permitiu delinear de modo bastante claro as diversas distinções entre lagoas de tipo hipoalcalinas das lagoas hiperalcalinas quanto a esses parâmetros e resultados químicos e geoquímicos.

Com base nos dados químicos obtidos nas lagoas foi possível estabelecer um comportamento geoquímico distinto para os diversos elementos levando-se em conta os grupos geoquímicos de cátions e ânions analisados nas diversas lagoas. Dentre as 33 investigadas foram detalhadas 8 (oito). As quais indicaram em alguns aspectos influência direta das condições do meio (pH, CE) como vetores de controle e dispersão de elementos químicos e por outro a abundância ou não de cátions e ânions específicos que também delimitavam tal aspecto.

ABSTRACT

This project shows the chemical and geochemical behavior of major and trace elements in superficial and underground waters of some Pantanal lakes. These lakes were classified by hiperalkaline and hipoalkaline in the São Miguel do Forno and Santo Inácio Farm in S-SW of Nhecolândia Pantanal, MS, Brazil.

To do this research different tools are used to obtain physical and chemical data like turbidity, pH, Eh, electrical conductivities and temperature in superficial and underground waters lakes. These water samples were treated by conventional methods of preservation after chemical analyses in laboratory.

This way permitted obtain results and geochemical interpretation of these lakes and do a clear distinction of hiperalkaline and hipoalkaline studied lakes. With the chemical results and data was possibly looked to determine the geochemical behavior of the trace and major elements of some lakes. The initial work was done in 33 lakes and only 8 were detailed and are present here. The results show a strong influence of the physical conditions (pH and electronic conductivity) like factors to control the chemical behavior of cations and anions found in the two different water samples. By another hand, the chemical concentration of some anions like phosphate, nitrates, halides and sulphates determine the more or less availability

I. INTRODUÇÃO

Localizado na Bacia do Alto Paraguai, o Pantanal do Mato Grosso é a maior planície de inundação do planeta, em decorrência de sua complexidade e diversidade. Embora bastante investigado, sob diversos aspectos exibe ainda algumas deficiências quanto à forma de funcionamento de seu sistema ambiental como um todo, principalmente no que se refere aos seus sistemas lagunares. Esta região foi subdividida e em diversos compartimentos por BRASIL (1982), dos quais o Pantanal do Taquari, com sua aba sul recebendo a denominação de Pantanal da Nhecolândia.

A sua hidrografia exibe a presença de lagoas, relacionadas a uma topografia suave e à distribuição da vegetação. Os primeiros resultados sobre a salinidade e composição química das águas de algumas destas lagoas encontram-se em CUNHA (1943). Este autor destaca o caráter salobro de algumas águas principalmente subterrâneas e aponta a existência de sais contendo magnésio (Mg), cálcio (Ca) e sódio (Na), com indicações secundárias de potássio (K), associados a ânions carbonatos e sulfatos.

Recentemente foi proposto por ALMEIDA et al. (2003) e STERN (2003), uma classificação preliminar de um contingente de 144 lagoas (Região da Fazenda Nhumirim e da Fazenda Firme) para a porção mediana e inferior da Nhecolândia com base na utilização de dados obtidos de propriedades físico-químicas (pH, Eh, salinidade, temperatura e condutividade elétrica - CE) das águas superficiais e subterrâneas de diversas lagoas. As lagoas foram estudadas e separadas em três grandes grupos: as que exibem alcalinidade (salobras) destacando as hiperalcalinas e as alcalinas e as que não exibem denominadas de hipoalcalinas, e neste mesmo ano, SÍGOLO et al. (2003) propuseram um modelo geoquímico preliminar de evolução geoquímica para estas lagoas.

A área de estudo deste Trabalho de Formatura localiza-se em uma porção da antiga Fazenda Firme, denominada Fazenda São Miguel do Firme, e na Fazenda Santo Inácio contígua a Fazenda Firme, situadas a sul-sudoeste do Pantanal da Nhecolândia e compreende um contingente de cerca de 33 lagoas, destas, 8 (oito) foram destacadas para uma análise e investigação mais detalhada.

Este trabalho tem sua relevância centrada na adição de conhecimento dos parâmetros físico-químicos e comportamento geoquímico de elementos maiores e traços em águas das lagoas hiperalcalinas (hiper) e hipoalcalinas (hipo) visto ser preferível constituir apenas estes dois grupos, onde as hiper contem as duas variedades anteriormente descritas. Com o resultado químico das águas de superfície e subterrânea e avaliação do comportamento geoquímico dos elementos analisados nestas águas permitiu-se o delineamento químico e geoquímico dos ânions e cátions envolvidos nas águas.

II. METAS E OBJETIVOS

Este trabalho tem como objetivo analisar as diferentes características químicas e físicas das águas superficiais e subterrâneas de algumas lagoas na Fazenda Firme identificando o contraste na composição química de elementos maiores (cátions e ânions) e traços (diversos metais e elementos de transição) classificadas como hipoalcalinas (hipo) (Foto 01) e hiperalcalinas (hiper) (Foto 02 e 03), conforme sugerido em ALMEIDA et al. (2003). Adicionando conhecimento dos parâmetros físico-químicos e comportamento de elementos maiores traços em preliminarmente 33 lagoas, das quais serão selecionadas um contingente que seja representativo deste universo.

Tem-se como meta estabelecer critérios geoquímicos entre os elementos químicos analisados, que permitam esclarecer quais processos encontram-se envolvidos nesta evolução de pH de uma lagoa hipo transformar-se em lagoas com águas hiper, bem como se de fato é este o processo geoquímico que ocorre bem como estabelecer quais diferenças composicionais e de conteúdo de ânions e cátions existem ou podem existir entre estas duas variedades que permitam caracterizá-las do ponto de vista químico e geoquímico. A base de estruturação desta investigação e projeto de TF fundamenta-se nos trabalhos mais recentes publicados sobre os aspectos da salinidade destas lagoas (BARBIERO et al., 2000 e 2002), na classificação e gênese dessas lagoas e de seu entorno para determinar quais processos as induzem à alcalinidade/salinidade por ALMEIDA et al., (2003).

III. TRABALHOS PRÉVIOS

O levantamento bibliográfico, fundamental para o embasamento do trabalho, consistiu na leitura de trabalhos relacionados à área de estudo do Pantanal. Este encontra-se subdividido em nove planícies, por seus diversos ecossistemas diferenciados, entre as quais a do Pantanal do Taquari, formado pelo leque aluvial do rio Taquari, que ocupa cerca de um terço da extensão total do Pantanal Mato-grossense (BRASIL, 1982).

Diversos trabalhos sobre as lagoas dessa região do Pantanal estão agrupados no Simpósio sobre Recursos Naturais e Sócio-econômicos do Pantanal – III e IV SIMPAM (2000 e 2004 respectivamente). A sub-região da Nhecolândia é caracterizada por milhares de lagoas rasas em diversos estados sucessionais, temporários e permanentes, que apresentam características limnológicas diferenciadas. Essas lagoas são geralmente elípticas ou circulares, cuja extensão pode variar de 50 m até 2-3 km, no sentido mais longo. A profundidade é variável, mas em geral não excede 2 m. Suas águas variam de ligeiramente ácidas, pobres em eletrólitos e a alcalinas, ricas em íons.

Geologicamente, segundo BRASIL (1982), a sub-região da Nhecolândia é constituída por sedimentos arenosos finos, siltico-argilosos, argilo arenosos e areno-conglomeráticos, semi-consolidados e inconsolidados, depositados pelo rio Taquari durante o Quaternário.

Predominando sedimentos de natureza arenosa mais ou menos estratificados e de granulometria e composição mineralógica bastante homogênea.

As aplicações de sensoriamento remoto e de caracterização química e geoquímica na análise morfológica e classificativa destas lagoas no pantanal na região de Nhecolândia são pouco numerosas, podendo ser destacados os trabalhos de BRASIL (1982), HAMILTON et al. (1996) que estudou o comportamento espectral das águas livres, FERNANDES et al. (1999) e FERNANDES (2000), verificaram que as salinas encontram-se quase sempre envolvidas por pequenas elevações – “cordilheiras”, sendo geralmente perenes. Com respeito aos corpos d’água, CAPELLARI (2001) distingue, lagoas (água doce e ácida) de salinas (água salgada e alcalina). Os trabalhos de sensoriamento remoto realizado por BRIVIO et al., (2001), exibem, além da detecção da turbidez, respostas espectrais de pigmentos fotossintetizantes, matéria orgânica dissolvida e húmus aquático.

STERN (2003), analisou diferentes classes de águas de lagoas pela resposta espectral da superfície do corpo d’água modificada pela atividade biológica nela desenvolvida. Este mesmo autor observou a relação entre pH e salinidade (diretamente relacionada à CE, dado medido em campo) e comparou tais resultados com os universos de lagoas existentes na Fazenda Nhumirim e os obtidos na Fazenda Firme.

A fundamentação e características geomorfológicas provem dos trabalhos de AB’SABER (1988), sendo parte destas descrições morfológicas, detalhadas em ALMEIDA e LIMA (1959). Na Nhecolândia, observa-se sucessiva freqüência de contrastes altimétricos de dois a cinco metros entre o topo das partes altas, denominadas regionalmente de “cordilheiras”, e as depressões, conhecidas como “campos limpos”, se aplainadas; de “vazantes”, se côncavas e contínuas; ou de “baías”, se em forma de pequenas lagoas. Em síntese, tais denominações podem assim ser consideradas como descrições geomorfológicas locais:

vazantes - drenagens mal definidas, sujeitas a inundações sazonais e cobertas por vegetação pouco densa, em geral apenas gramíneas, deixando exposto parte considerável do solo arenoso;

cordilheiras - nome local dado às pequenas elevações que cercam parte das lagoas e que são recobertas por formações florestais;

corixos - drenagens sazonais, relativamente bem definidas.

Análises microclimáticas realizadas em diversas estações, por SILVA e SAKAMOTO (2002; 2003) e SILVA (2003), no Pantanal da Nhecolândia, exibem algumas diferenciações entre os ambientes. Na baía/vazante o ambiente térmico é intermediário, enquanto as temperaturas mais baixas e mais homogêneas estavam no interior da cordilheira. A umidade relativa do ar é mais elevada nas cordilheiras, enquanto a velocidade estimada do vento é

menor (GRADELLA, et al. 2004), durante a fase mais crítica da estação seca (agosto e setembro), algumas “baías” secam ou diminuem consideravelmente de volume.

As lagoas são divididas em: *baías*, as mais numerosas, de águas hipoalcalinas e ácidas a neutras; *salinas*, menos comuns, podendo ser alcalinas a hiperalcalinas e salobras a hiperalcalinas. Ambos os tipos de lagoas são rasas e em geral sazonais, com as baías sendo abastecidas durante os períodos de cheia, diretamente pela água de chuva ou pela elevação do nível do lençol freático, possuindo vegetação aquática profusa. Estas lagoas são mais fugazes que as salinas, que chegam a ser perenes. Estas têm características fisionômicas muito distintas, caracterizando-se por sua alcalinidade, salinidade, opacidade das águas, ausência de vegetação aquática e pela presença de praias de areia. Apresentam desnível de até quatro metros com o fundo das lagoas.

As lagoas podem evoluir para lagoas ácidas e hipoalcalinas ou desaparecer, como demonstra a presença de numerosas “cicatrices” deixadas por elas em áreas que hoje são de savanas, conhecidas localmente por “vazantes”, ver em Foto 04 a presença de carandás mortos nas lagoas secas, essa dinâmica foi descrita por ALMEIDA et al. (2003), SÍGOLO et al. (2003a) e SÍGOLO et al. (2003b).

Na época de enchente, ocorre a união de várias baías, que se ligam por vazantes, e a concentração de minerais contidos nas águas das “baías” e “salinas” apresentam diferenças significativas apenas nos teores médios de sódio (médio de 484 ppm) e potássio (média de 213,9 ppm) para as lagoas “salinas”. Havendo uma grande variabilidade dos teores da maioria dos minerais contidos nas águas, tanto das baías como das salinas, o que evidencia as particularidades de cada lagoa, embora com aparências semelhantes, relato feito por BRUN et al. (1985) durante a época de seca (setembro/outubro) de 1981. Neste mesmo período os valores de pH, bases, alcalinidade e CE são mais elevados no trecho da topossequência voltado para a lagoa salina do que no trecho voltado para o banhado como demonstram os resultado da pesquisa publicados em SAKAMOTO (1997).

Resultados de análises de amostras de solo, água e gramíneas nativas da sub-região da Nhecolândia, feitas em diversas épocas do ano foram estudadas por POTT et al. (1987), além de estudarem os níveis de macronutrientes e micronutrientes em baías e salinas da Nhecolândia. Observaram nas salinas, concentrações de 319 mg/l de Na e 290 mg/l de K, e nas baías teores expressivos de ferro (com até 1,9 mg/l). Sendo estes corpos d’água da Nhecolândia utilizados comumente como bebedouros para os animais silvestres e gado.

FERREIRA & MATTOS (1997) observaram comportamento semelhante para pH e para sulfato, sendo, os grupos das salinas e baías com valores mais altos. Porém, os dados de condutividade, alcalinidade total e concentrações de sódio, potássio e bicarbonatos sugerem a formação dos três grupos. Outros parâmetros, como cálcio, magnésio, compostos nitrogenados e fósforo, não evidenciam a formação de agrupamentos. Estes

mesmos autores encontraram espécies de algas planctônicas diferentes relacionadas com a geomorfologia.

A riqueza de espécies de peixes nas baías é função da forma não ionizável da amônia, em conjunto com o pH, sendo fatores limitantes para a sobrevivência de peixes nas salinas e para a estrutura das populações de algas, zooplâncton e macrófitas (MOURÃO et al., 1988 e MOURÃO, 1989).

Do ponto de vista morfológico, nas salinas o perfil típico apresenta praias sem vegetação ao redor das lagoas, seguidas por uma “franja” de vegetação formada exclusivamente por carandás e gramíneas e, em seguida carandás e uma bromeliácea denominada caraguatá (*Aechmea sp.*), e finalmente a cobertura florestal das cordilheiras.

Sua morfologia atual está associada ao pH conhecidamente elevado, sugerido nos diversos trabalhos dos autores acima, e também por uma origem provinda de evento denominado de “erosão geoquímica” devido ao pH demasiado alcalino que favorece a solubilização da sílica.

IV. MATERIAIS E MÉTODOS

As amostras de águas de superfície e de subsuperfície de lagoas foram coletados em campanhas de campo anteriores a proposta deste trabalho no período entre 10 a 17 de maio de 2004. Tal procedimento consistiu de coleta de águas superficiais e subterrâneas na lagoa em furos de trado que atingiam o nível de água (NA) distantes a 7m, 10m e 30m da franja máxima da lagoa na época da coleta. Estas amostras foram preservadas em frascos de polietileno de 200ml. Duas amostras foram coletadas em cada ponto, sendo uma acidulada para determinação de cátions e outra não para determinação analítica de ânions (ver Foto 05, coleta de água subterrânea). Ambas, para cada ponto coletado foram conduzidas a resfriamento no campo (isopor com gelo) a condições de temperatura próxima de 4^o C e depositadas no freezer existente na sede da Fazenda Firme e posteriormente encaminhadas para o Laboratório de Hidroquímica II do Centro de Pesquisas de Águas Subterrâneas - CEPAS do IGc USP, onde foram analisadas.

No momento da coleta destas águas, estas foram filtradas em filtros Millex, com membrana 0,80 µ inicialmente, posteriormente em 0,45 µ e finalmente, em 0,22 µ. Tal procedimento visava eliminar partículas coloidais existentes nestas águas.

Não foi possível coletar a água durante a fase mais crítica da estação seca, período que algumas “baías” secam ou diminuem consideravelmente de volume. A água de subsuperfície possui relacionamento direto com a água de superfície e foi coletada através de um coletor adaptado a parte inferior do trado, o qual foi mergulhado no furo realizado até o seu completo esgotamento e posteriormente feita a coleta de água, a qual era submetida de imediato a diversas determinações (pH, CE, salinidade, temperatura etc). Para a medição de pH e CE utilizou-se o condutivímetro *ORION* modelo 250 A, e o peagâmetro *Digimed*

modelo DM-2, no qual a água amostrada passou por uma medição por cerca de três minutos para cada amostra de lagoa a fim de obter o valor de pH estático, ver foto 06.

Neste Trabalho de Formatura, deve ser destacados que estas amostras de águas coletadas foram submetidas à nova filtragem e separadas e atacadas por ácidos sulfúrico e nítrico para determinação de cátions pelo processo de espectrometria de chama no aparelho de Absorção Atômica *GBC 932 PLUS* e pelo processo de fotometria de chama no aparelho de Fotometria de Chama da Micronal e determinação de ânions pelo processo de cromatografia iônica desenvolvido no aparelho *ICS-90 Ion Chromatography System*, existente no Centro de Pesquisas de Águas Subterrâneas-CEPAS, em procedimento de rotina neste laboratório implantado para determinação destes componentes.

V. DESENVOLVIMENTO DO TRABALHO

O projeto desenvolveu-se ao longo do ano, tentando acompanhar o cronograma proposto inicialmente.

O cronograma de atividades (tabela 1) foi inicialmente proposto conforme as necessidades do projeto, porém ao longo do ano, de acordo com o andamento do trabalho, não foi possível agendar datas para o trabalho de campo final. Porém, os dados obtidos no campo anterior foram suficientes para o desenvolvimento do projeto.

Atividades	2005								
	Abr.	Mai.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.
Revisão Bibliográfica									
Trabalho de campo									
Obtenção de dados físico-químicos									
Relatório de Progresso									
Análise de águas superficiais e subterrâneas									
Correlação dos dados obtidos									
Tratamento e discussão dos dados obtidos									
Caracterização química e geoquímica das lagoas									
Monografia									
Resumo									
Apresentação da Monografia									

Tabela 1: Cronograma de Atividades

VI. RESULTADOS OBTIDOS

A separação e classificação geoquímica das lagoas consideradas hiper das consideradas hipo, foram delimitadas principalmente pela correlação de alguns itens como: dados físico-químicos obtidos em campo, dados bibliográficos e através da análise na composição química de elementos maiores (cátions e ânions) e traços (diversos metais e elementos de transição) entre as águas superficiais e subterrâneas destas lagoas.

1. Parâmetros Físico-Químicos

Neste item foram obtidos diversos dados físico-químicos como pH e CE coletados de água em furos de trado nas lagoas em campanhas de campo anteriores, as quais possibilitaram sua classificação quanto à alcalinidade, assim delimitadas: hiperalcalinas, alcalinas, e não alcalinas como proposto em ALMEIDA et al. (2003). Além de permitir um tratamento baseado na relação de seus pHs com sua CE, através de gráficos. Os dados de CE foram obtidos afim de tentar estabelecer uma correlação entre a salinidade e alcalinidade dessas lagoas.

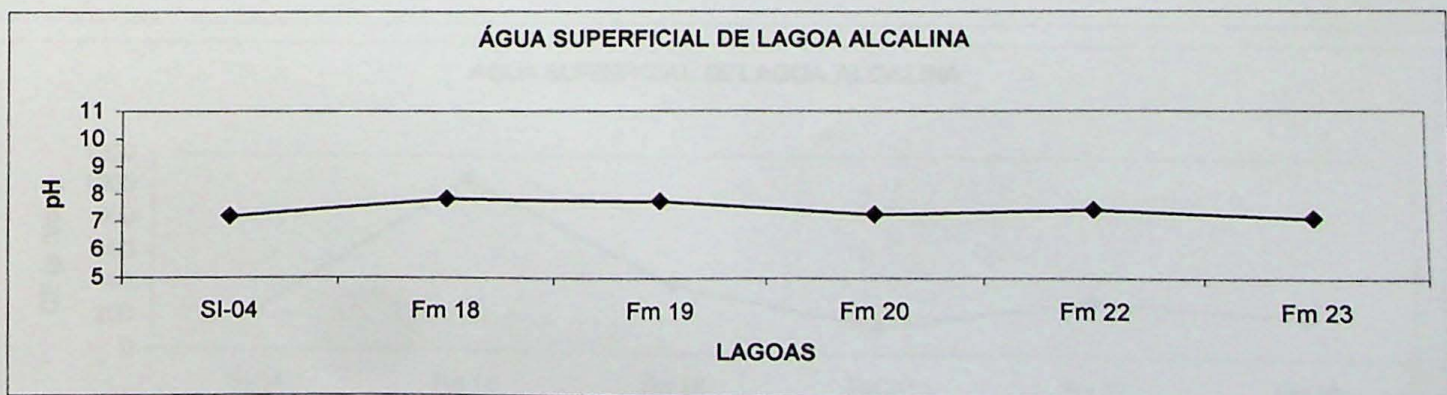
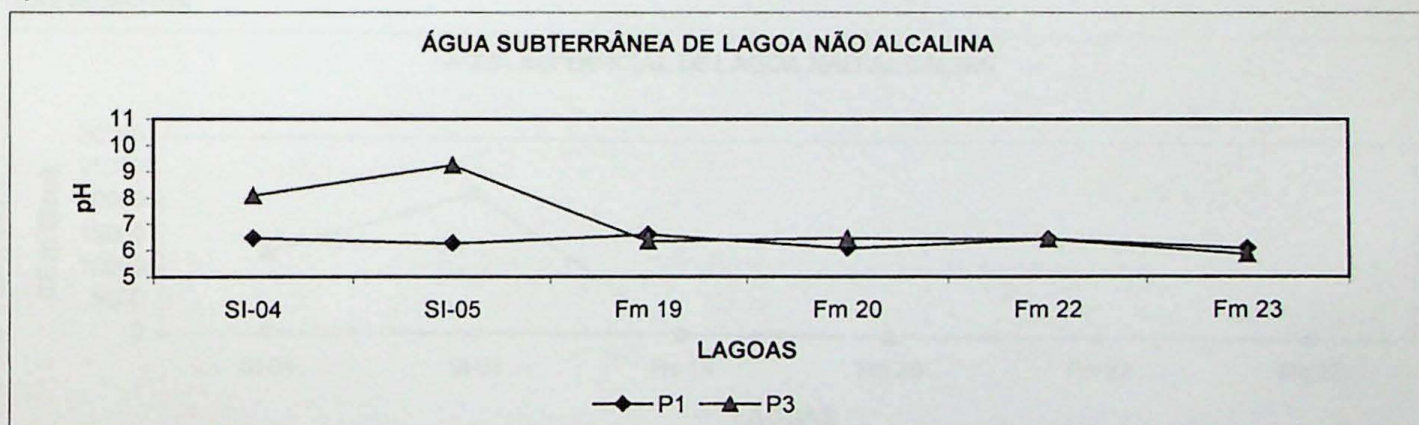
Os intervalos determinados na classificação fundamentada nos valores de pH foram:

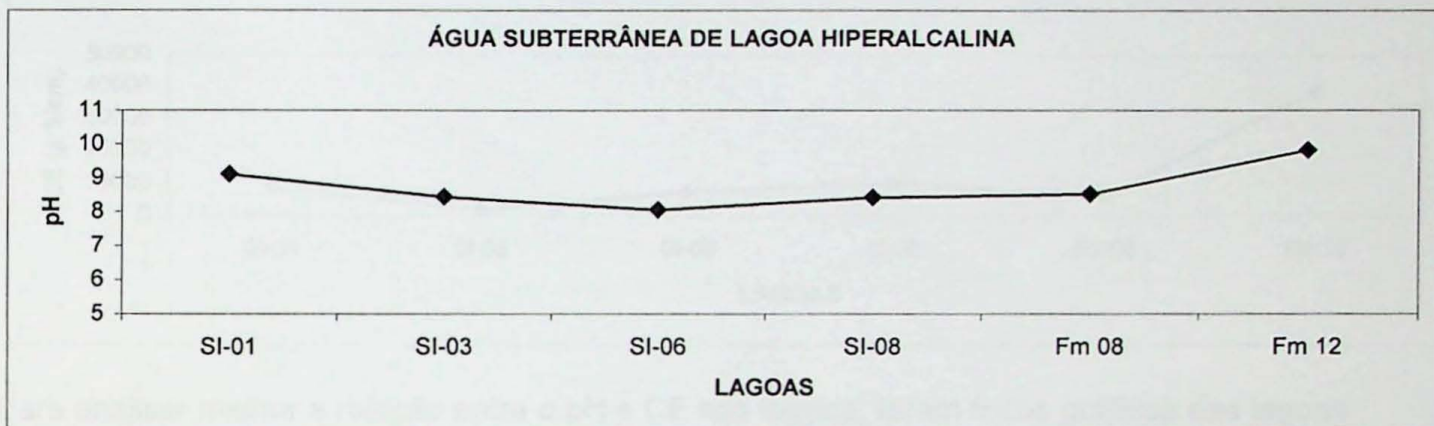
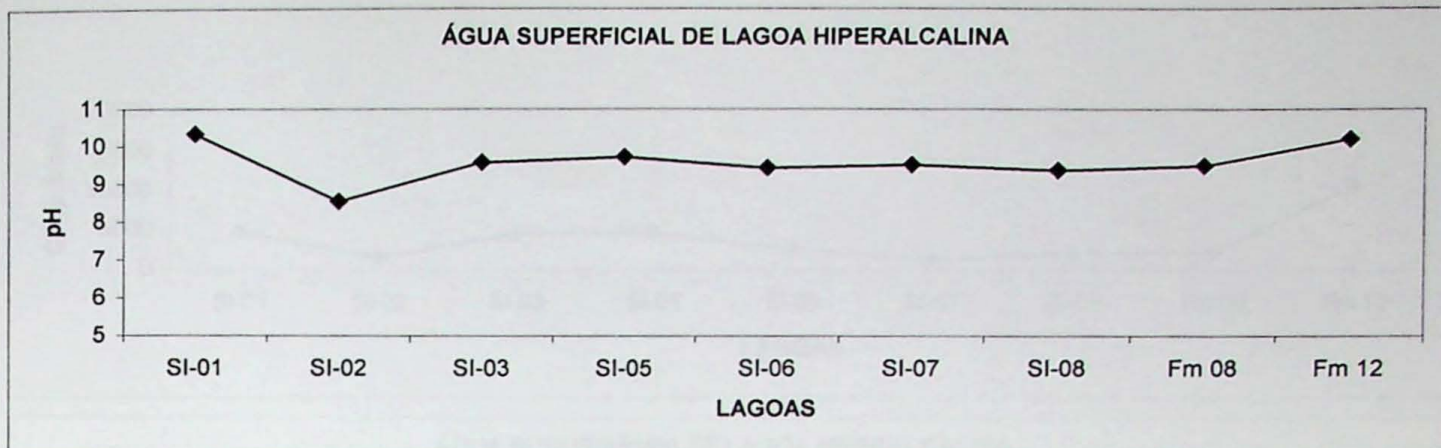
- 1) lagoas com pH abaixo de 6,9 (não alcalinas ou hipoalcalinas)
- 2) lagoas com pH entre 7,0 e 8,0 (alcalinas)
- 3) lagoas com pH acima de 8,0 (hiperalcalinas).

Para os intervalos de condutividade elétrica foram separadas também três categorias:

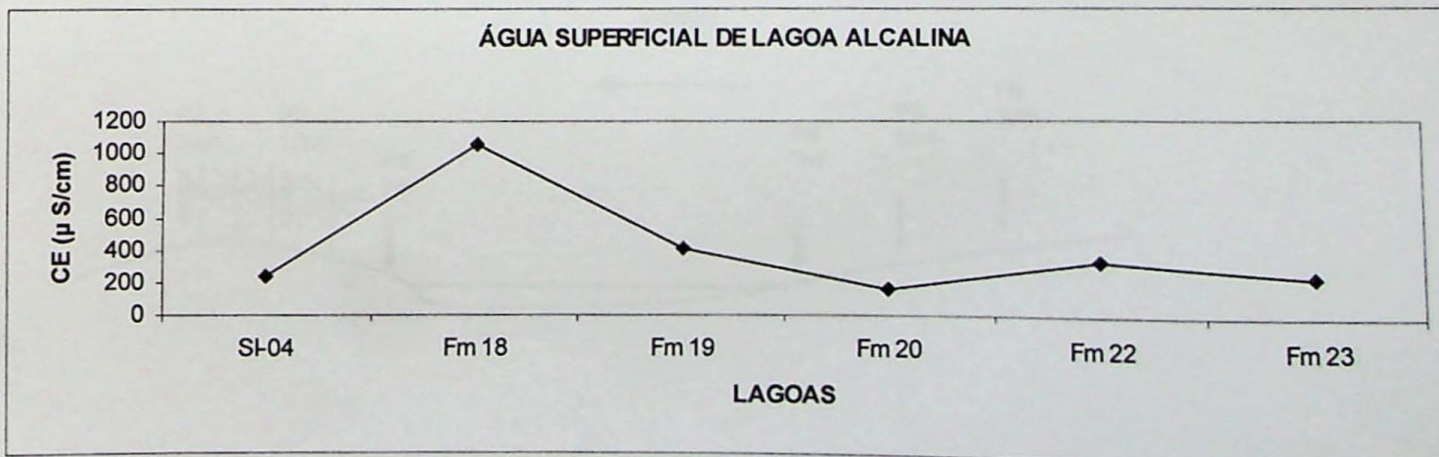
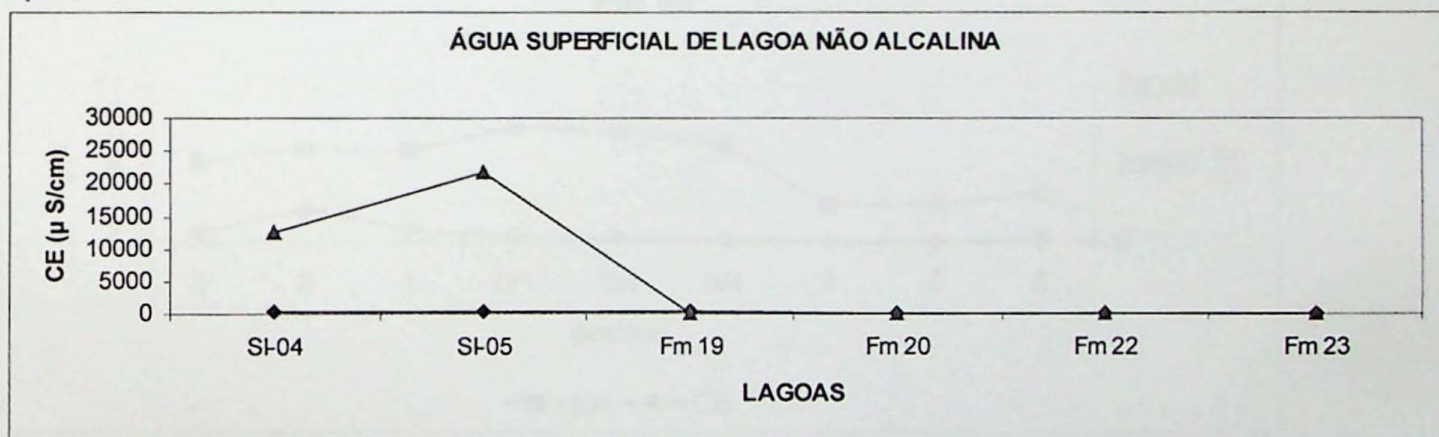
- 1) lagoas com CE abaixo de $1000\mu\text{S}/\text{cm}$,
- 2) lagoas com CE entre 1000 e $2000\mu\text{S}/\text{cm}$
- 3) lagoas com CE acima de $2000\mu\text{S}/\text{cm}$.

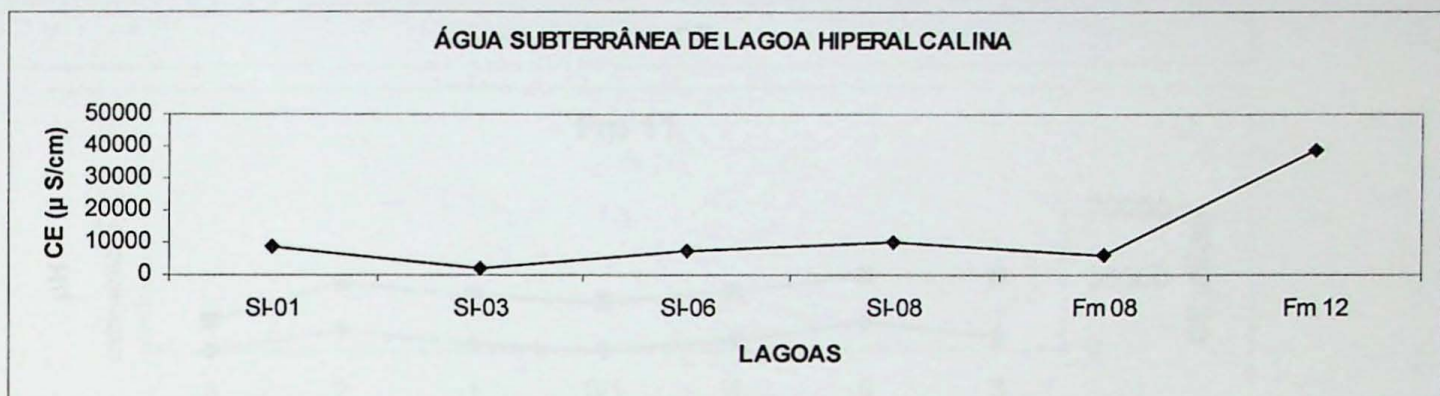
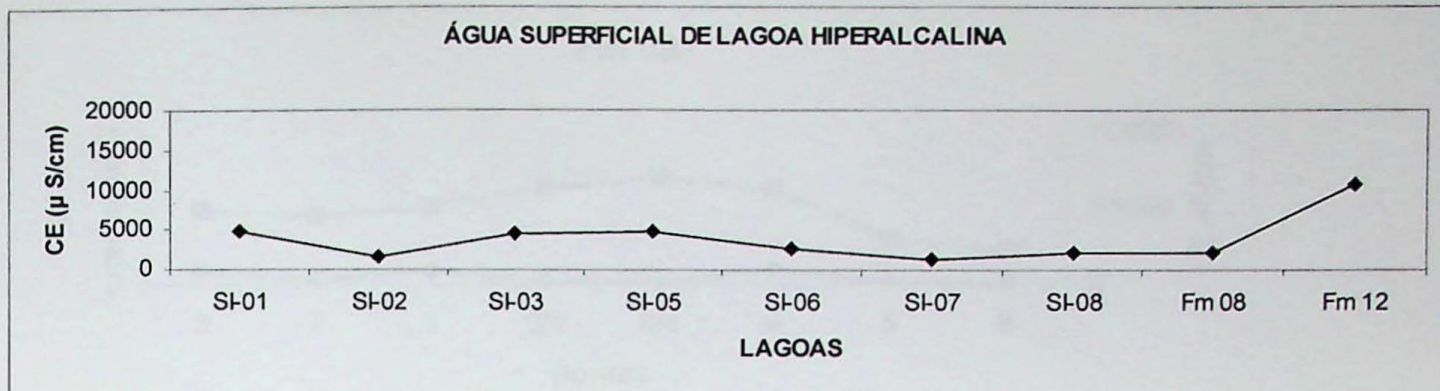
Segue abaixo gráficos que relaciona o pH com as lagoas não alcalinas, alcalinas e hiperalcalinas.



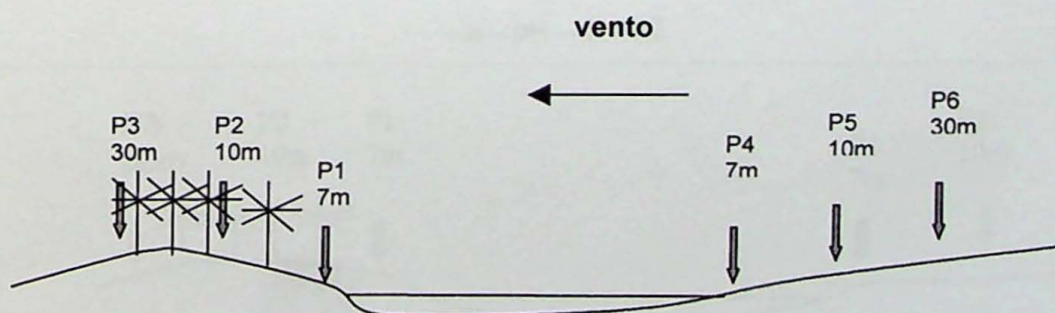
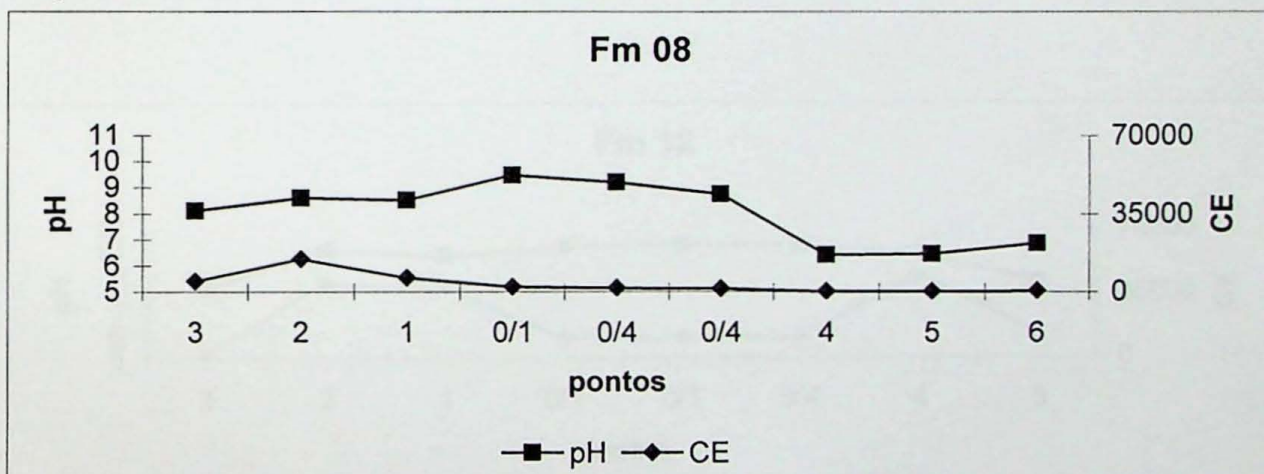


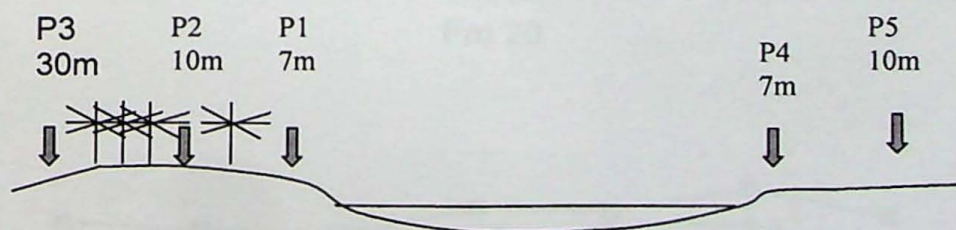
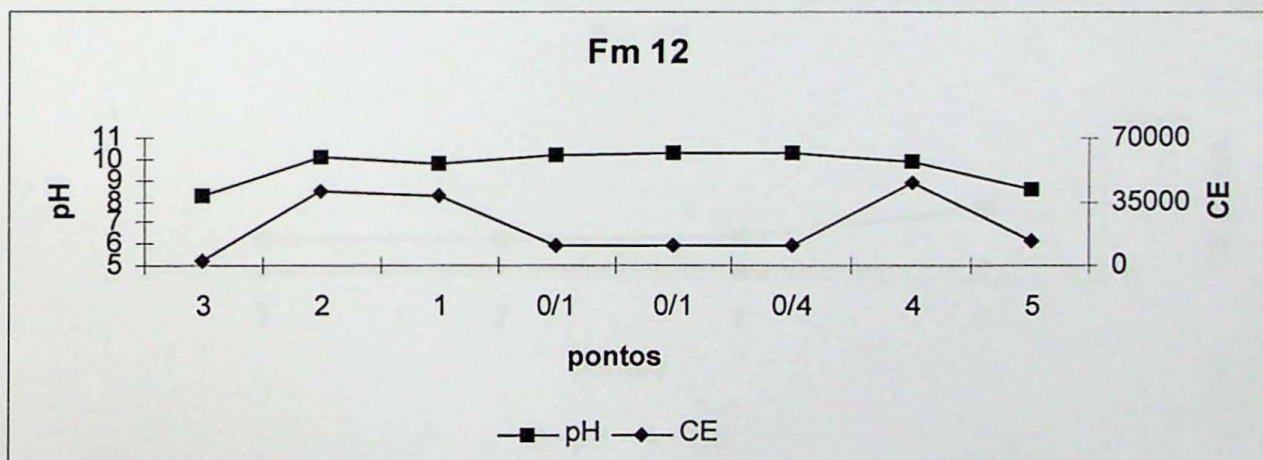
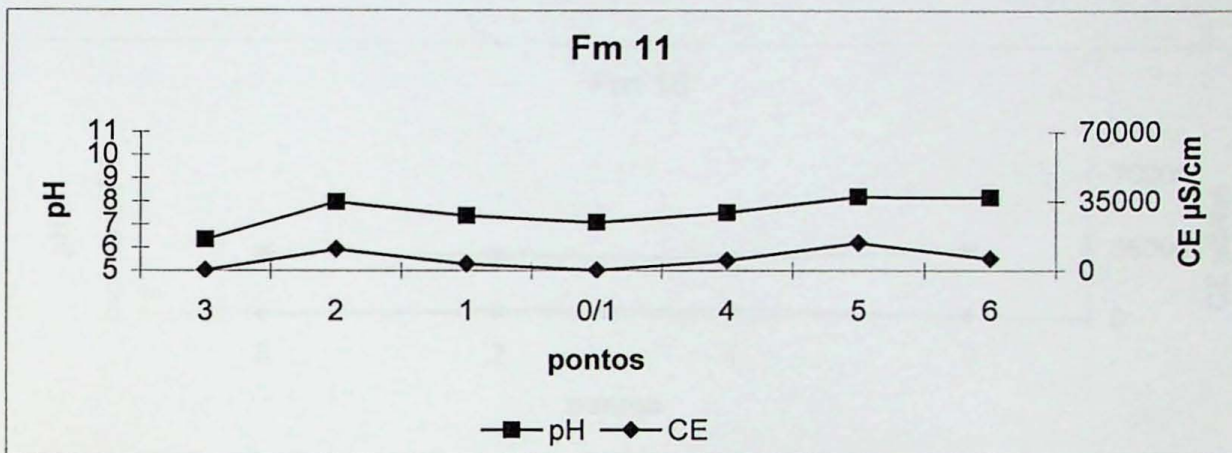
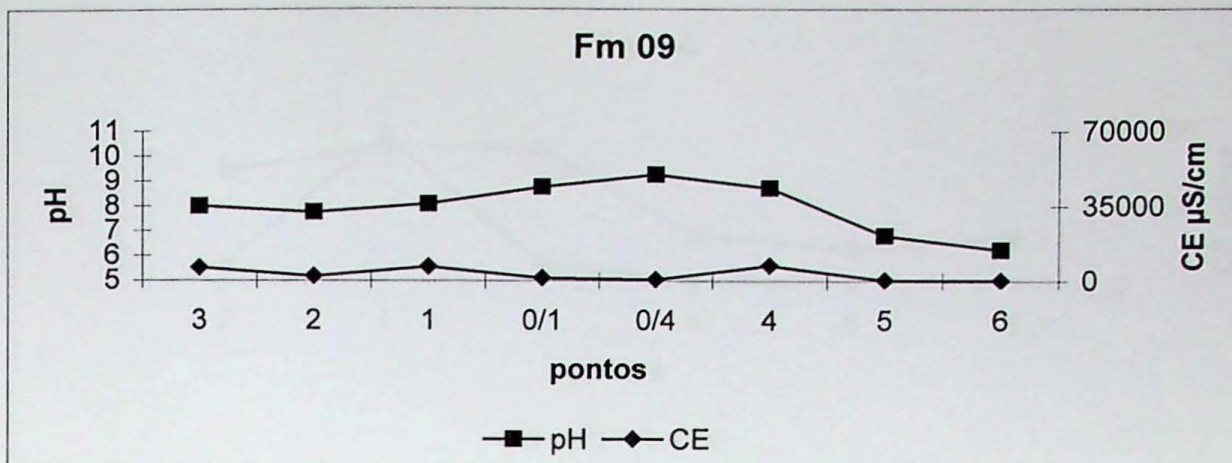
A seguir estão os gráficos que relacionam a CE com as lagoas não alcalinas, alcalinas e hiperalkalinas.

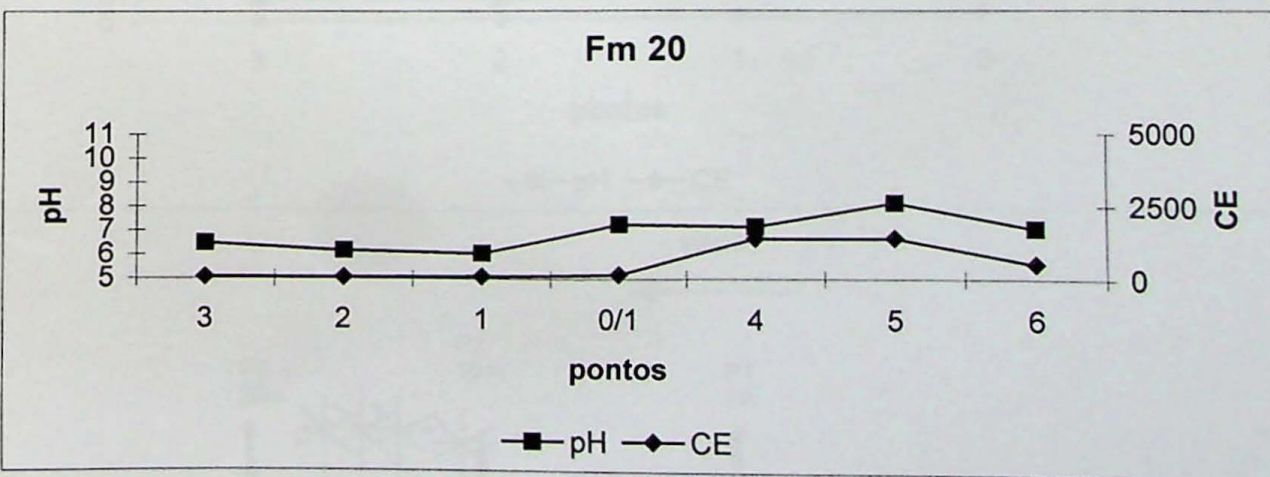
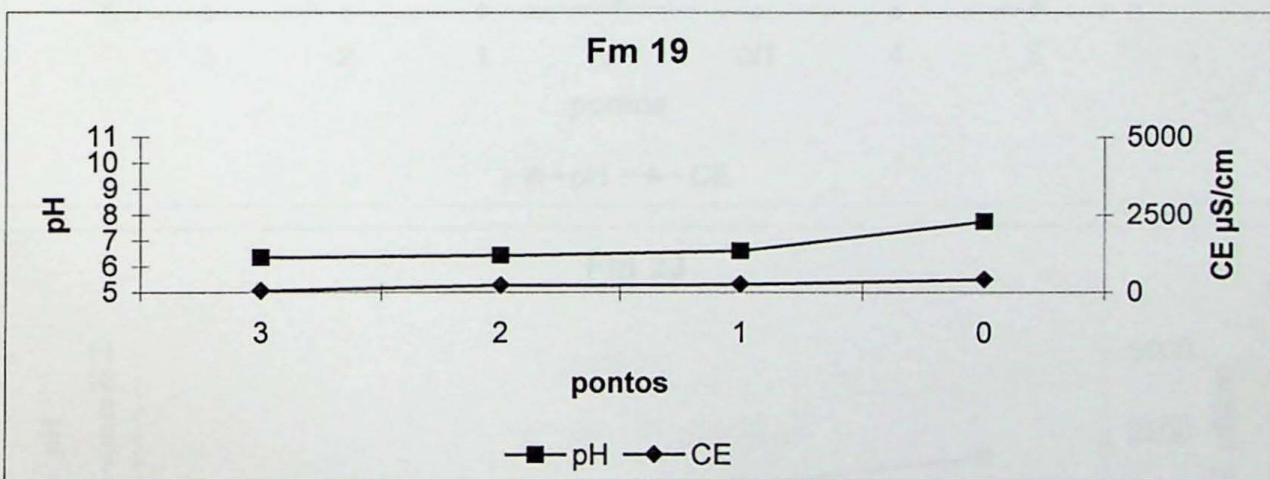
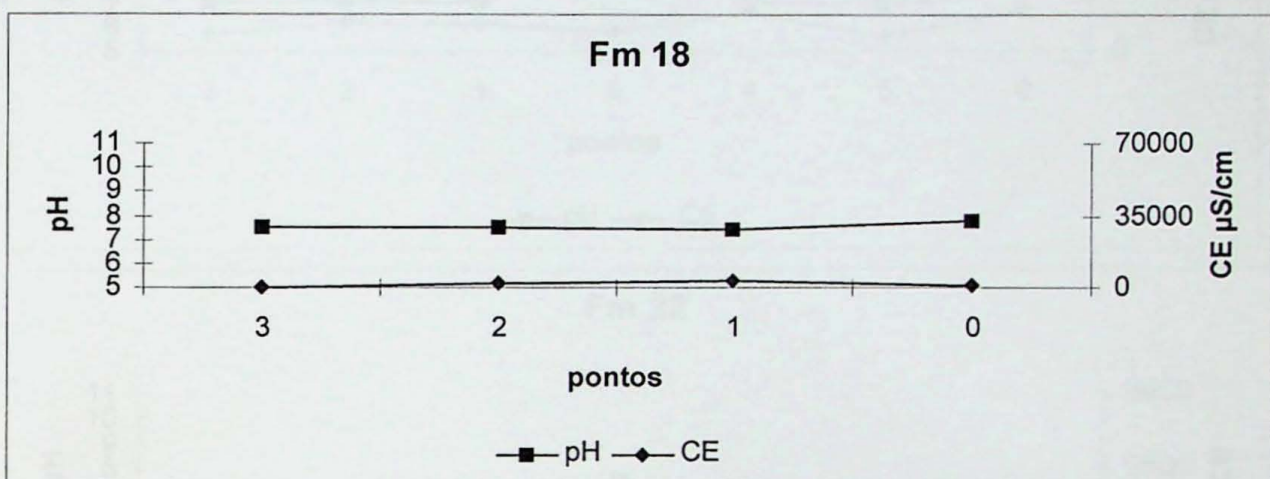
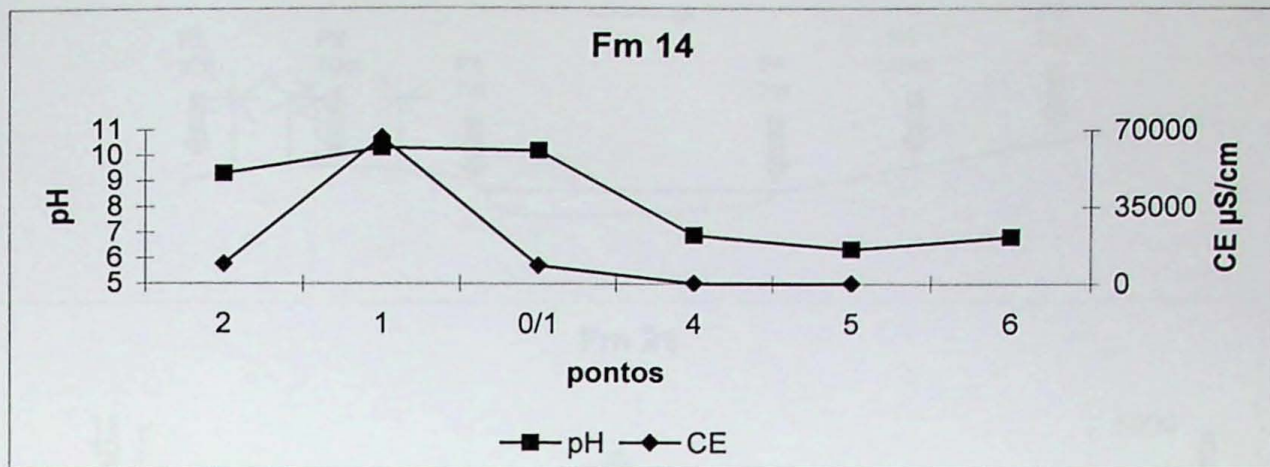


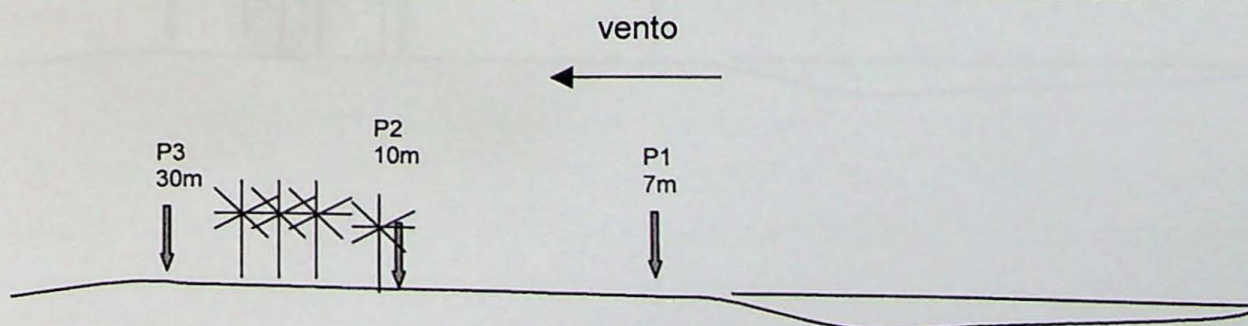
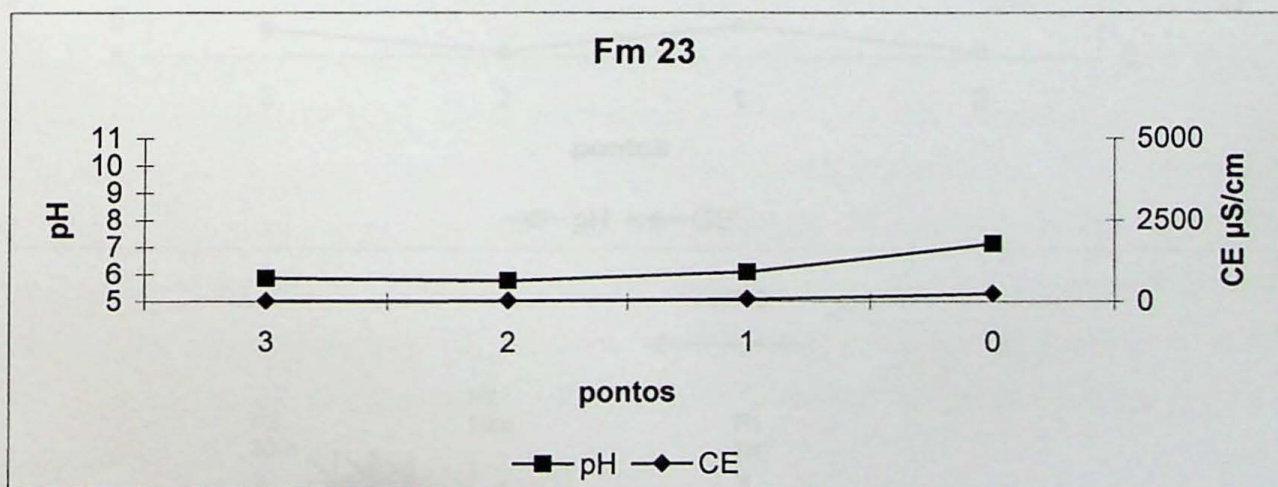
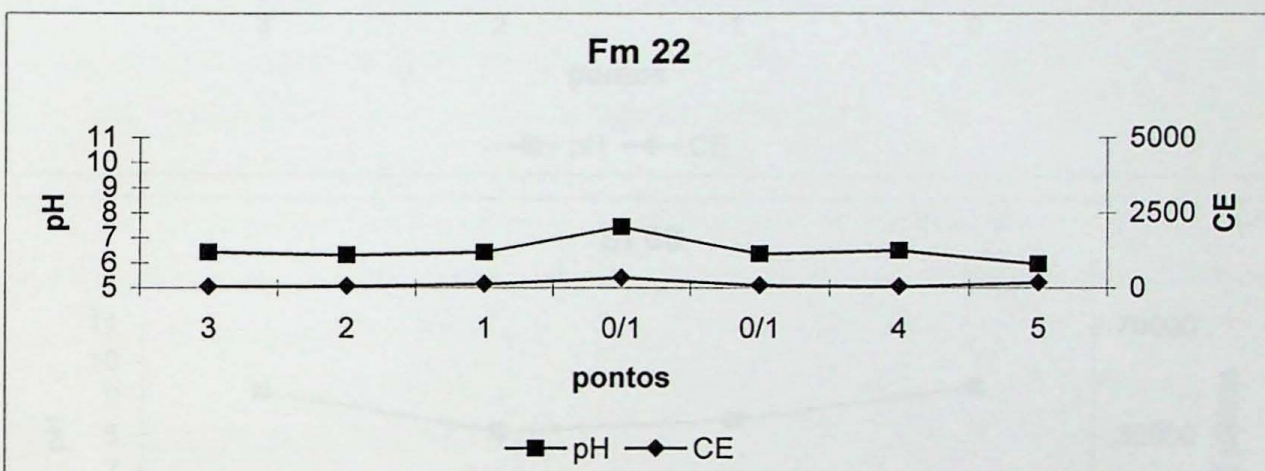
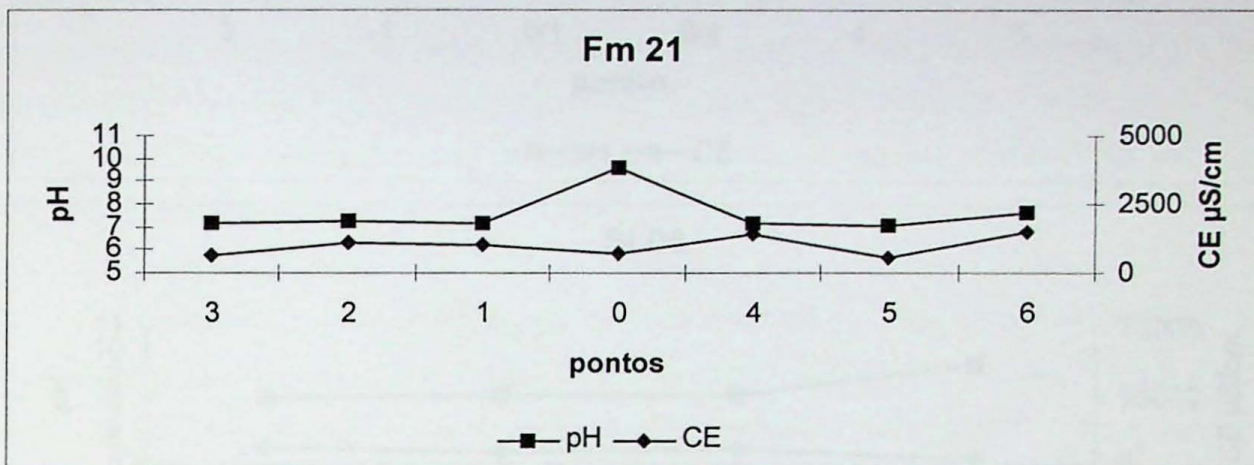
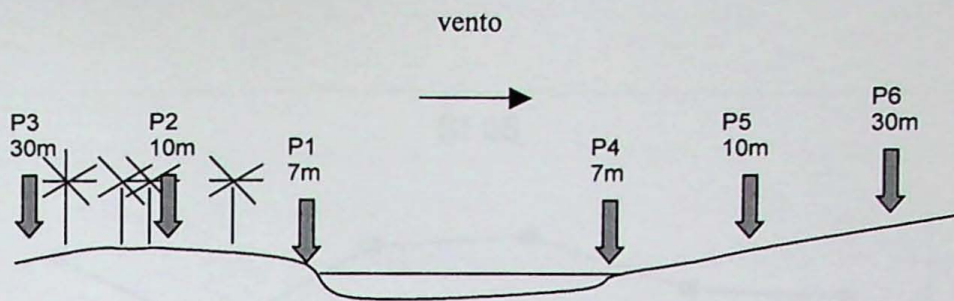


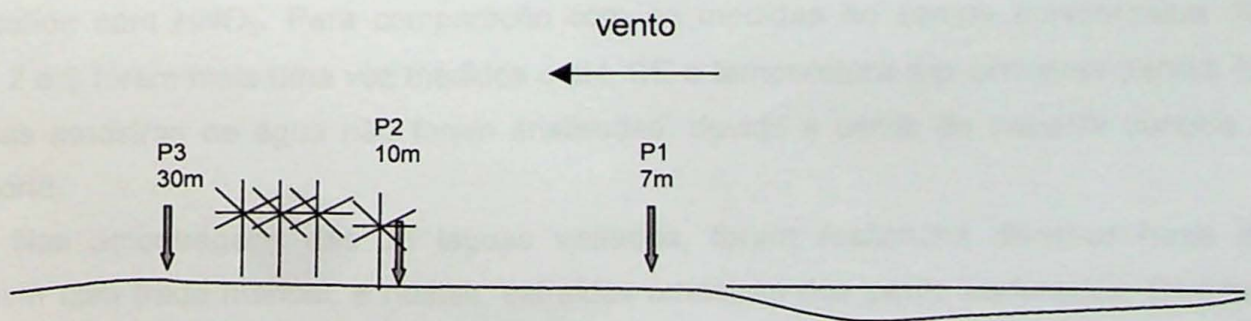
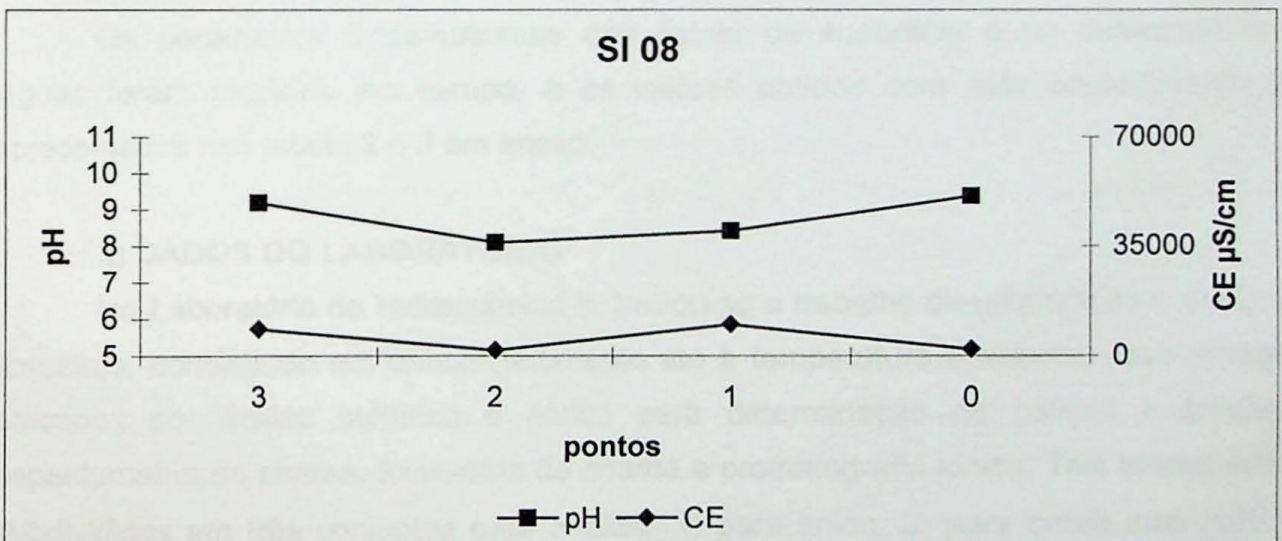
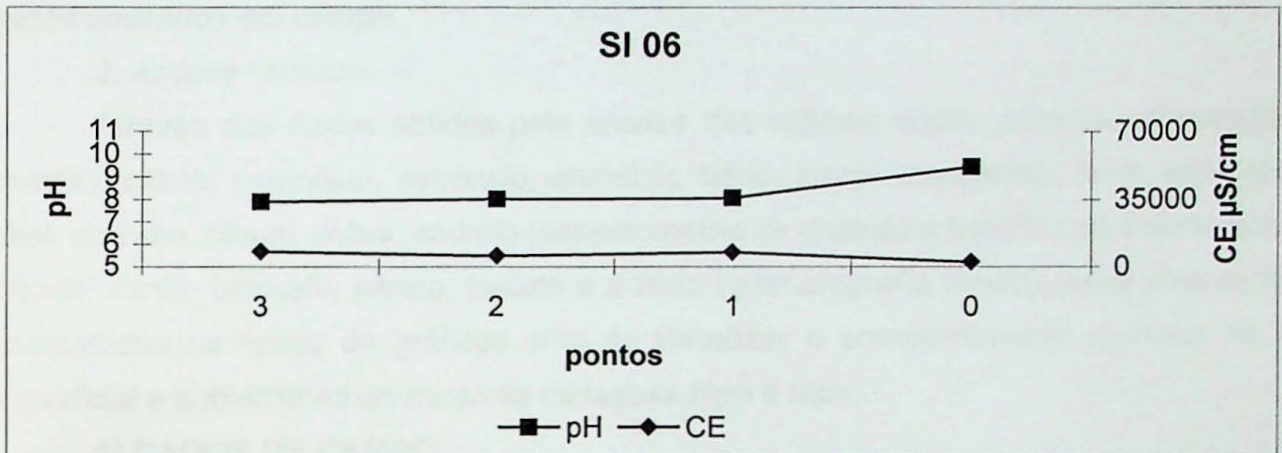
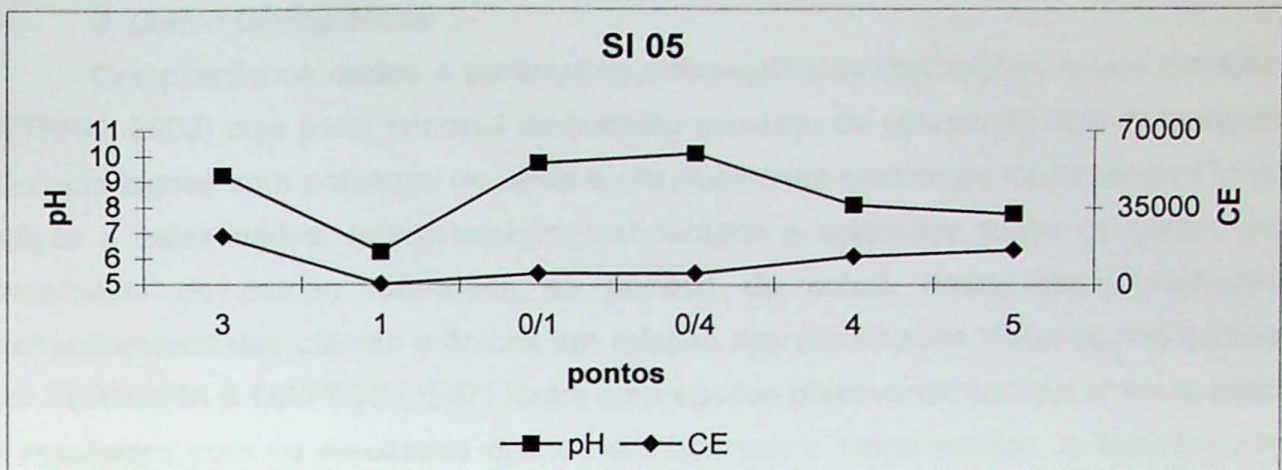
Para analisar melhor a relação entre o pH e CE nas lagoas, foram feitos gráficos das lagoas mais representativas, ver abaixo nas figuras o ponto de coleta em relação à lagoa e a direção do vento.











2. Dados Bibliográficos

Compilação de dados e parâmetros físico-químicos das lagoas foram extraídos de (STERN, 2003) cuja parte principal do trabalho consistiu de coletas de solo e de águas em diversas lagoas com presença de algas e cianobactérias existentes na Fazenda Firme. Em adição a estes dados, foram também comparados e coletados todos os dados de três cadernetas de campo referentes ao período de coleta nesta época realizado. O comportamento dos cátions e ânions em relação aos parâmetros físico-químicos descritos por FERREIRA & MATTOS (1997) foram empregados objetivando comparar estas amostras e resultados com os resultados obtidos em laboratório neste projeto, e também com os dados coletados em campo.

3. Análise química

Através dos dados obtidos pela análise dos cátions: sódio, potássio (fotometria de chama), cálcio, magnésio, estrôncio, alumínio, bário, zinco, manganês, ferro total, crômio total, chumbo, níquel, cobre, cádmio (espectometria de chama) e também de ânions fluoreto, cloreto, nitrito, brometo, nitrato, fosfato e sulfato (cromatografia iônica), seus valores foram comparados na forma de gráficos afim de visualizar o comportamento químico na água superficial e subterrânea do conjunto de lagoas hipo e hipe.

1) DADOS DE CAMPO

Os parâmetros físico-químicos das águas de superfície e de subsuperfície das lagoas foram medidos em campo, e os valores obtidos com este procedimento estão apresentados nas tabela 2 e 3 em anexo.

2) DADOS DO LABORATÓRIO

No Laboratório de Hidroquímica II, iniciou-se o trabalho de preparação e análise das amostras, consistindo em descongelamento até a temperatura ambiente, nova filtragem e atacadas por ácidos sulfúrico e nítrico para determinação de cátions e ânions por espectometria de chama, fotometria de chama e cromatografia iônica. Tais amostras foram subdivididas em três conjuntos para análise: 1) para ânion, 2) para cátion com H_2SO_4 , 3) para cátion com HNO_3 . Para comparação com as medidas no campo apresentadas na tabela 2 e 3 foram mais uma vez medidos o pH, CE e temperatura das amostras (tabela 4). Algumas amostras de água não foram analisadas, devido a perda do material durante o transporte.

Nas amostragens das 33 lagoas visitadas, foram realizados diversos furos de tradagem com trado manual, e nestas, extraídas amostras dos perfis perfurados. Diversas amostras de sedimentos das proximidades das lagoas foram amostrados, bem como os perfis referentes aos pontos P1, P2, P3 e P4, P5 e P6 de cada uma delas. Tais amostras pertencem ao acervo de materiais a serem estudado futuramente, voltado principalmente para a caracterização do substrato de ocorrência destas lagoas.

A parte principal de transporte de sedimentos neste sistema insere-se nas vazantes, e estas também foram amostradas em topossequência, com coleta de diversas amostras as quais também permanecem no acervo de material a ser estudado, no intuito de melhor se delinear as fontes dos elementos químicos encontrados no interior das lagoas estudadas.

Estes materiais acima representam, em descrições de campo, diversos tipos de areias finas cuja composição em princípio é de quartzo, pressupõe-se que o conteúdo predominante de compostos químicos seja de derivados de sílica. No entanto, em face de terem sido encontrados diversos pHs na faixa acima de 8, o que favorece a solubilidade de sílica (foto 7 e 8), percebe-se claramente que a determinação de sílica nas águas é fator importante. Esta, no entanto, como será visto a seguir não foi determinada, visto que possuem um relacionamento importante com o substrato e cabe dentro de nova linha de investigação.

Após a separação das lagoas quanto sua alcalinidade, foram feitos gráficos relacionando o pH com a água subterrânea e superficial, gráficos relacionando a condutividade elétrica (CE) da água superficial e água subterrânea para verificar a diferença entre as lagoas hiper e hipo.

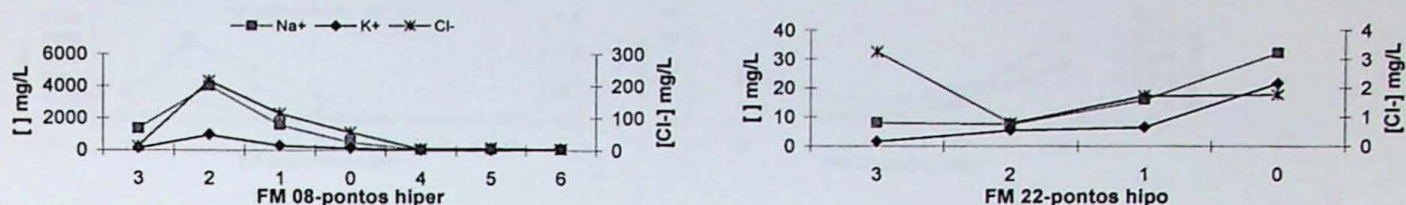
Os gráficos apresentaram águas das lagoas com pH constante próximo à superfície nas lagoas não alcalinas, variando a hiperalcalino quando muda a distância em relação à lagoa. Nas lagoas alcalinas o pH da água subterrânea tem pouca variação com a água de superfície. Nas lagoas hiper o pH da água na superfície é mais elevado, diminuindo quando muda a distância de coleta da água subterrânea (a correlação entre os pontos de coleta P1, P2 e P3 de um lado da lagoa e do outro P4, P5 e P6, correspondem às distâncias do ponto em relação à borda da lagoa, sendo 7m, 10m e 30m, respectivamente) observar os gráficos das lagoas em que a relação entre o pH e CE são destacadas em relação ao ponto de coleta da água, destacando também nas figuras o ponto de coleta em relação à lagoa e a direção do vento. A CE é baixa nas lagoas não alcalinas, podendo aumentar devido a variação do ponto de coleta de água. Nas lagoas alcalinas a CE é maior na água subterrânea, por outro lado, nas lagoas hiper a CE é elevada, tanto em águas superficiais como nas subterrâneas.

Destes diversos diagramas e gráficos realizados foram estabelecidos as correlações entre as concentrações de ânions e cátions obtidos nas diversas análises obtidas em relação a franja das lagoas nos pontos de coleta e, destas, foram construídos os diagramas compostos entre cátions e ânions de maior afinidade geoquímica conforme se segue (todas as figuras estão em anexo):

Na e K versus Cl- (Figura1)

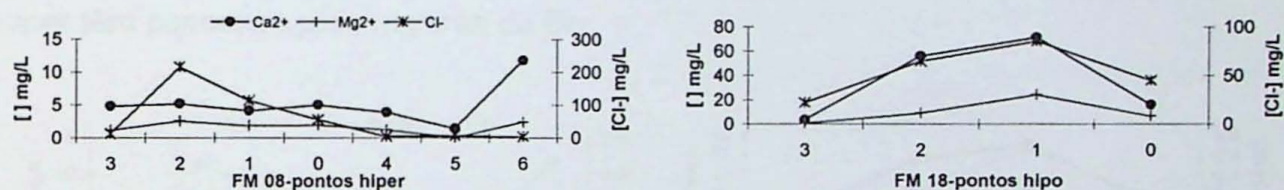
O Na exibiu forte associação com este ânion na maioria das lagoas hiper estudadas. Nas hipo essa relação não é tão clara. A concentração do K é menor do que a do Na, apesar dessa diferença o K tende a se comportar como o Na. A uma distância de 30 m

(ver figura abaixo). Nas lagoas FM 08, Fm 12 e FM 18 a concentração do Cl^- aumenta com a distância de 10 m (ponto 2), diminuindo para a margem (ponto 3) distante a 30m da lagoa. Nas lagoas FM 12 e SI 05, tanto o Cl^- como o Na aumentam suas concentrações próximo a 7 m da lagoa (ponto 4) e diminuem para a margem distante a 10 m (ponto 5).



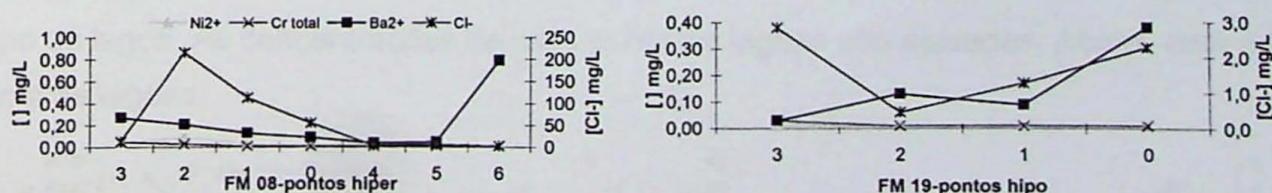
Ca e Mg versus Cl^- (Figura 2)

Ca e Mg exibem na maioria das lagoas concentrações cuja assinatura se assemelham (FM 08, SI 05, FM 19, FM 22 e FM23). Aumentando para os pontos distantes acima de 7m da borda das lagoas hiper e diminuindo nas hipo para amostras coletadas mais distantes da borda (exceto na lagoa FM 23). A concentração do Mg é baixa em todas as lagoas. Em SI 05, FM 18, FM 19) é possível observar que apesar dessa concentração ser baixa seu comportamento tende a ser semelhante ao Cl^- .



Ni, Cr e Ba versus Cl^- (Figura 3)

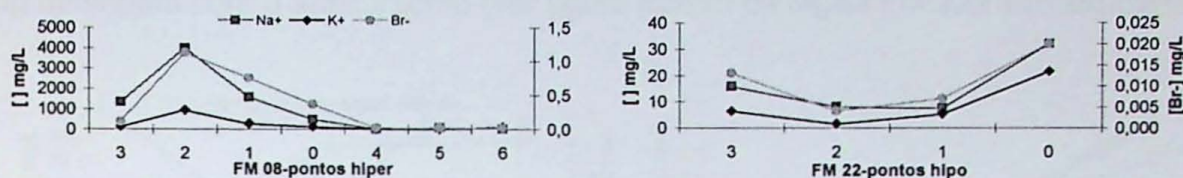
Ba exibe concentrações coincidentes com as do Cl^- , maiores que os outros cátions, tanto em lagoas hiper como hipo. Sua concentração aumenta a uma distância de 10m (ponto 2) e diminui numa distância de 30m (ponto 3) nas lagoas Fm 12, FM 18, Fm 19 (ver figura abaixo) e FM 22. E nas lagoas FM 08 (ver figura abaixo), SI 04 e FM 23 sua concentração aumenta com a distância da borda da lagoa. As concentrações de Ni e Cr são muito baixas na maioria das lagoas, não indicando nenhuma evidência de correlação destes com o ânion Cl^- .



Na e K versus Br- (Figura 4 e 5)

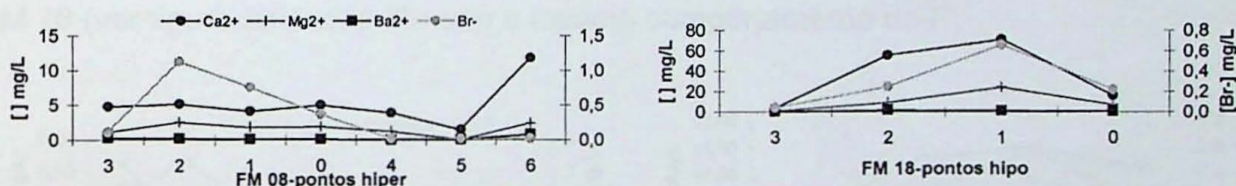
A concentração destes cátions são elevadas nas lagoas hiper, nestas, tanto o Na e o Br tem sua concentração aumentada numa distância de 10m (ponto 2), diminuindo para a margem distante a 30m da lagoa (ponto 3, lagoas FM 08 e FM 12). Em SI 04 e SI 05 esse aumento só aparece na amostra de 30m. Nas lagoas hipo a concentração dos cátions e do

Br diminuem da lagoa para a margem distante a 30m (ponto 3). O K apesar de ter concentrações baixas em algumas lagoas comporta-se como o Na e Br-, nas seguintes lagoas, FM 08, FM 12, FM 19, Fm 20, FM 22 e FM 23, ver abaixo a figura da lagoa FM 08 e FM 22.



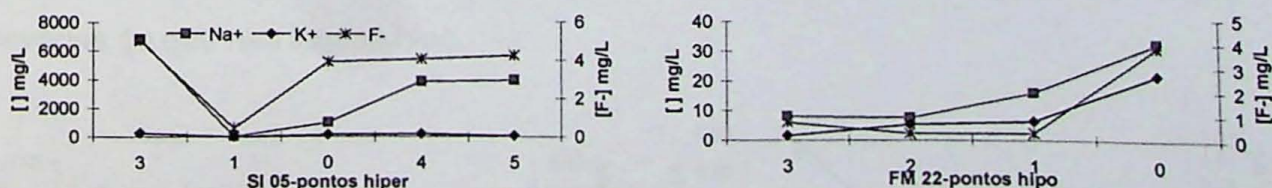
Ca, Mg e Ba versus Br- (Figura 6 e 7)

Ca e Mg exibem concentrações parecidas, embora Ca acompanhe de modo similar a assinatura de concentração do Br na maioria das lagoas. As concentrações de Ca aumentam no caminhamento de coleta das amostras nas amostras obtidas mais distanciadas da borda das lagoas hiper, ver a figura da lagoa FM 08 abaixo, nas hipo ocorre o inverso, ver figura da lagoa FM 18 abaixo. A concentração do Ca e do Mg diminuem com a distância da lagoa. A concentração do Ba é baixa em todas as lagoas, não possibilitando nenhuma interpretação clara do seu comportamento. Foi possível observar que as lagoas hiper têm concentrações maiores de Br.



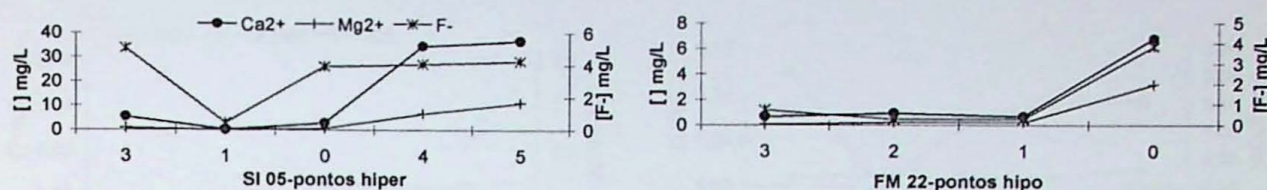
Na e K versus F- (Figura 8)

Há forte correlação de conteúdo obtido para Na e do F- nas lagoas hiper, suas concentrações aumentam nas cordilheiras (amostragem de 30m da lagoa, ponto 3). Tal aspecto é bem observado em FM 08, SI 04 e SI 05. Nas lagoas hipo ocorre o inverso, as concentrações são maiores diminuindo quando do afastamento da amostragem (FM 12 e FM 18). A concentração do K é mais baixa do que a do Na, apesar dessa diferença o comportamento tende a ser semelhante ao do Na. A concentração de F- é independente do tipo da lagoa, As concentrações de cátions nestas lagoas são elevadas. Abaixo está a figura com as lagoas.



Ca e Mg versus F⁻ (Figura 9)

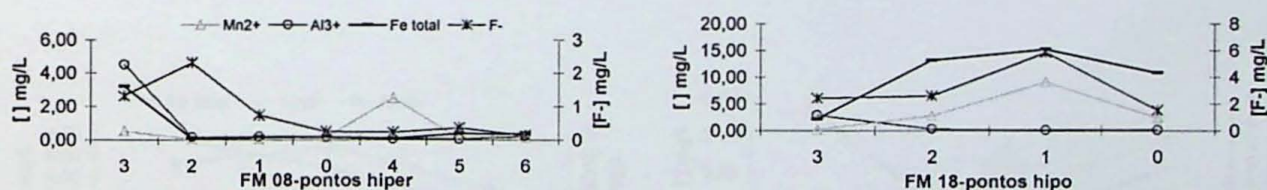
Há certa similaridade de assinatura para Ca e o Mg na maioria das lagoas estudadas. A concentração do Ca aumenta para os pontos amostrados mais distantes da borda da lagoa hiper (ver figura da lagoa SI 05 abaixo), nas hipo, a concentração do Ca e do Mg diminuem com o afastamento (ver figura abaixo da lagoa FM 22). Em algumas lagoas as



concentrações nos pontos coletados para Ca e do F⁻ são visivelmente semelhantes, aumentando suas concentrações no ponto 3, (30m), sendo esta uma característica das lagoas hiper. A concentração de F⁻ é independente do tipo da lagoa.

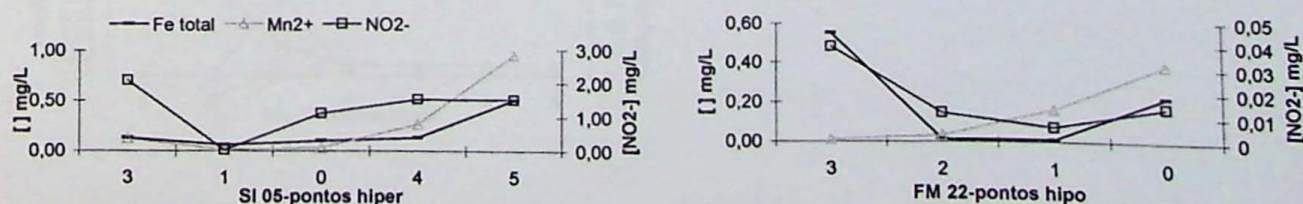
Fe, Mn e Al versus F⁻ (Figura 10)

As concentrações de Fe e Al obtidas acompanham nos pontos amostrados as do flúor nas hiper (figura FM 08 abaixo), exibindo acréscimo para a margem (ponto3). Contrariamente, nas hipo a concentração diminui para a margem. As concentrações do Mn diminuem para o ponto 3 (distante a 30m) de modo parecido em todas as lagoas. Na lagoa FM 18 (ver figura abaixo) o Mn tem o mesmo comportamento do F⁻.



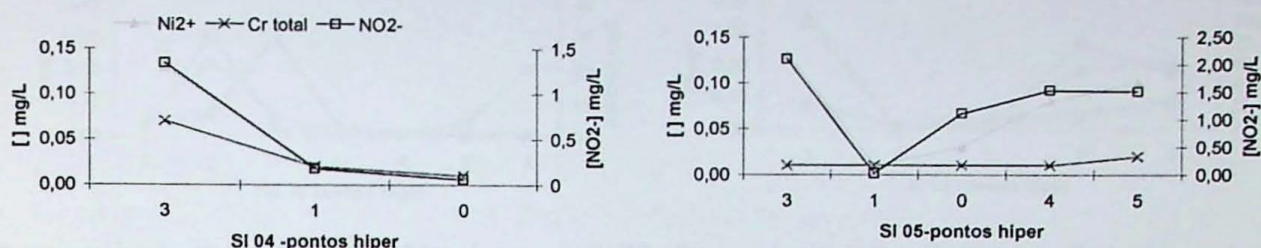
Fe e Mn versus NO₂⁻ (Figura 11)

Fe e Mn não evidenciam correspondência química clara entre estes ânions nas lagoas hiper. Fe tem exibe correlação com NO₂⁻ somente nas lagoas SI 04 e M 22 que são hipo. Estes cátions aumentam suas concentrações para a margem (ponto 3, SI 05 e também ponto 5) nas lagoas hiper. Nas hipo a concentração do Mn diminui para a margem distante a 30m (ponto3). Nas lagoas SI 04, SI 05 e FM 22 a concentração do NO₂⁻ aumenta para o ponto 3 (ver a figura das lagoas SI 05 e FM 22 abaixo) e nas lagoas FM 08 e FM 23 diminuem. Apesar das concentrações serem bem baixas nas lagoas hiper, são mais elevadas do que nas lagoas hipo.



Ni e Cr versus NO₂- (Figura 12)

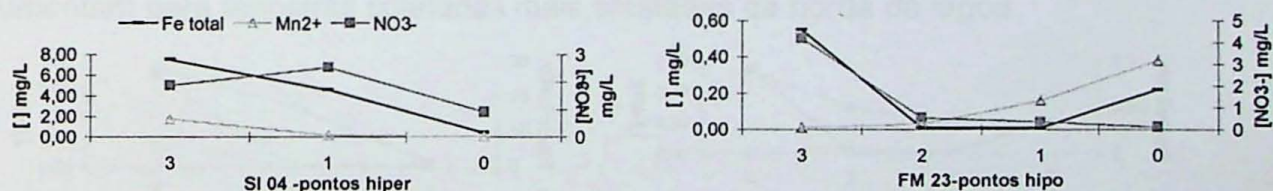
Tanto Ni como Cr evidenciam boa correlação com o NO₂⁻ nas lagoas hiper e essa correlação não persiste nas lagoas hipo. Nota-se que quando há maior concentração do ânion a correlação é mais efetiva. Suas concentrações aumentam do lago para a margem (ponto 3) nas lagoas hiper (SI 04 e SI 05, ver figura abaixo). A concentração de NO₃⁻ é



maior nas lagoas hiper. Os valores de Cr nas lagoas FM 19, FM 22 e FM 23 estão próximos do limite de detecção do aparelho.

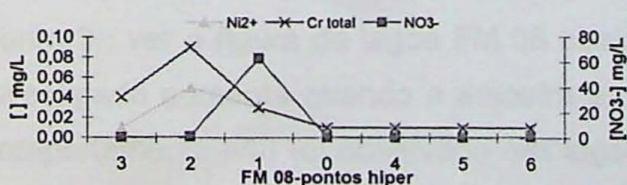
Fe e Mn versus NO₃- (Figura 13)

Fe exibe concentrações diretamente correlacionáveis ao NO₃⁻ nas lagoas FM 18 e Fm 23. Na lagoa SI 04 tal aspecto é menos evidente. Observa-se que o Mn tem o comportamento das concentrações inverso das do NO₃⁻, nas lagoas onde a concentração do Mn é elevada, a de NO₃⁻ é baixa e vice versa. Nas lagoas hiper a concentração de NO₃⁻ diminui com a distância da borda da lagoa (ponto 3 e 5). Sua concentração é mais elevada nas lagoas hiper, como FM 08 e FM 12.



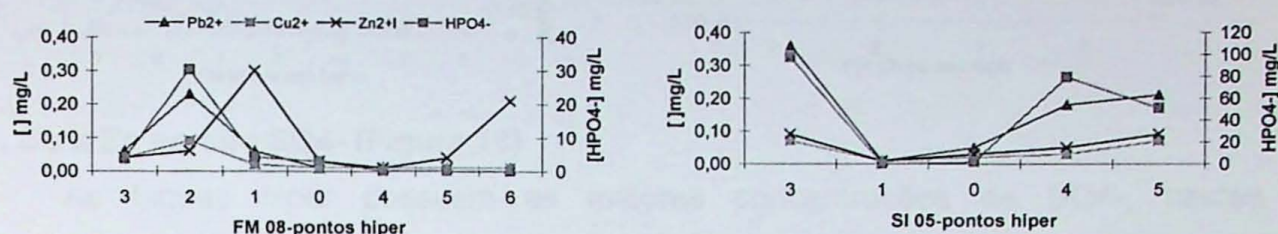
Ni e Cr versus NO₃- (Figura 14)

Estes cátions não exibem alinhamento claro com o ânion comparado. Nas lagoas FM 08 e SI 04 a uma distância de 7m do lago (ponto 1) a concentração do NO₃⁻ atinge seu máximo diminuindo para o ponto 2 ou 3. Na lagoa FM 12 no ponto 4 (7 m do lago) as concentrações de Cr são parecidas com as do NO₃⁻, diminuindo para a margem distante a 30m do lago (ponto 5). Cabe ressaltar que os valores obtidos para Cr nas hipo estão próximo do limite de detecção do aparelho.



Pb, Cu e Zn versus HPO4- (Figura 15)

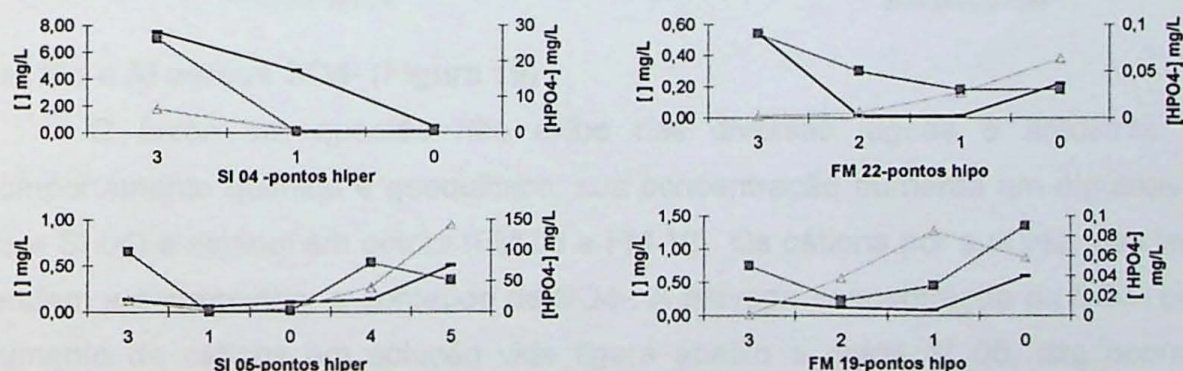
A assinatura das concentrações químicas dos cátions assemelha-se às do HPO4- nas lagoas hiper (FM 08, SI 04 e SI 05, observar a figura abaixo). Entre os cátions, Pb exibe maior semelhança com o ânion comparado (FM12, SI 04 e SI 05). As maiores concentrações do ânions vinculam-se as lagoas do tipo hiper onde os cátions tendem a



acompanhar este (SI04). Na Lagoa SI05 fica clara a influência do pH sob este comportamento. As concentração dos cátions estão próximas ao limite de detecção do aparelho (0,01 mg/L) das lagoas hipo, comprometendo uma relação mais efetiva com HPO4- embora possa ser evidenciado tal fato.

Fe e Mn versus HPO4- (Figura 16)

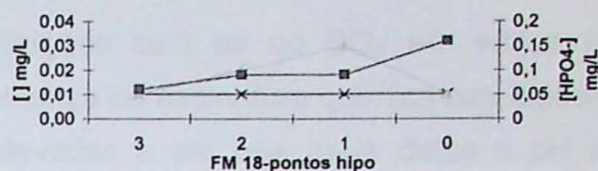
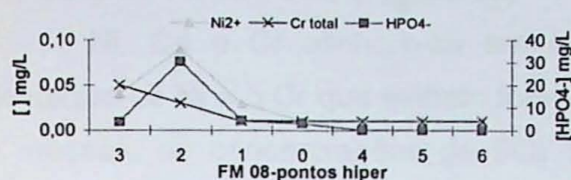
Fe e o Mn em linhas gerais encontram-se regidos em sua permanência como eletrólitos mais em função dos valores de pH do que de vinculação com este ânion. Aparentemente a elevada concentração de HPO4- obtida nestas amostras, condiciona o aumento de Fe solúvel na água, vide lagoas SI 04, FM 22, FM 19 e SI 05 abaixo. As concentrações do Mn e do Fe diminuem nas lagoas hipo para os pontos de amostragem mais afastados (30m, ponto 3). Enquanto nas lagoas hiper a concentração destes cátions aumentam para amostras coletadas mais afastadas da borda da lagoa.



Ni e Cr versus HPO4- (Figura 17)

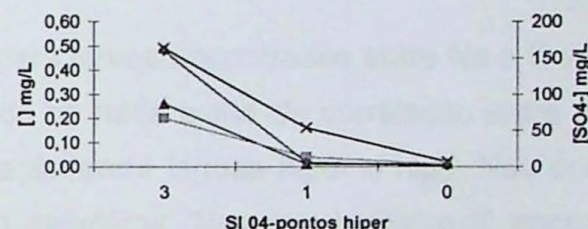
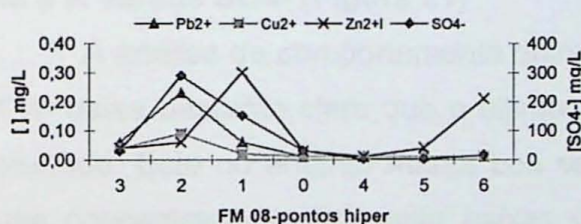
O Ni nas lagoas do tipo hiper guarda forte relação com as concentrações de HPO4-. Este por sua vez, nas lagoas FM 08 e FM 12 aumenta suas concentrações quando de afastamento da franja da lagoa (10m, ponto 2) e diminuem no início da cordilheira (30m, ponto 3), ver a figura da lagoa FM 08 abaixo. Em SI 04 e SI 05 a concentração do ânion investigado aumenta quando a amostra é mais afastada da margem (30m, ponto 3). Este comportamento não foi observado nas lagoas hipo, sua concentração diminui no ponto 2 e aumenta para o ponto 3. A concentração do Cr é muito baixa em todas as lagoas, mas nas lagoas hiper o seu comportamento tende a ser semelhante ao do Ni e do HPO4-, amostras

das lagoas FM 12 e SI 04. Estes dois cátions no entanto, encontram regidos pela variação do pH (mais elevado, permanecem como eletrólitos em maiores concentrações, FM08 e SI 05).



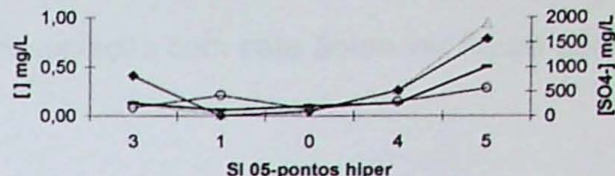
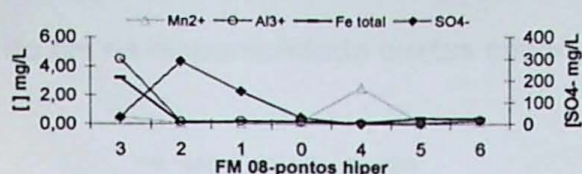
Pb, Cu e Zn versus SO₄- (Figura 18)

As lagoas hiper possuem as maiores concentrações de SO₄-, nestas as concentrações obtidas destes cátions são semelhantes ao ânion. O Pb exibe forte vínculo ao SO₄-. Nas lagoas FM 08, FM 12 a concentração do SO₄- atinge seu máximo numa distância de 10m (ponto 2), decaindo no ponto 3 (30m do lago) e, em algumas lagoas, sua concentração aumenta no ponto 3 (SI 04 e SI 05). Deve ser salientado que as determinações obtidas para os cátions estão próximas ao limite de detecção do aparelho (0,01 mg/L) nas hipo, não permitindo uma relação com o ânion SO₄- mais segura. Tal qual o Ni, estes cátions encontram-se fortemente regidos pelos valores de pH. Segue abaixo a figura das lagoas FM 08 e SI 04.



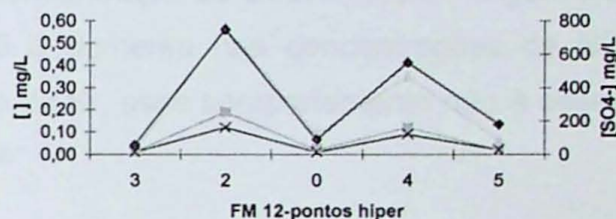
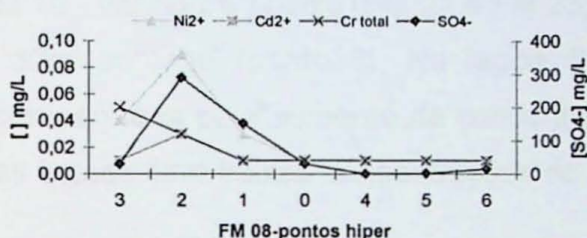
Fe, Mn e Al versus SO₄- (Figura 19)

O ânion em questão não exibe nas diversas lagoas e amostras padrão de comportamento químico e geoquímico, sua concentração aumenta em algumas lagoas (SI 05 e SI 04) e diminui em outras (FM 08 e FM 12). Os cátions por sua vez, nas lagoas hiper, tendem a acompanhar o conteúdo de SO₄-. A elevada concentração do SO₄- condiciona o aumento de cátions em solução vide figura abaixo a lagoa SI 05, isto ocorre devido à disponibilidade de ânion favorecer a permanência dos cátions como eletrólitos. Nas lagoas hipo o comportamento dos cátions é inconstante, não havendo nenhuma relação visível. Os valores muito elevados de pH (ponto 0) limitam a permanência destes cátions em solução nas lagoas hiper. O inverso ocorre para as lagoas hipo. O Al nestas lagoas (FM 23 e FM 18) diminui ao afastamento da borda da lagoa. Exemplo: ponto 3 distante a 30m. Na lagoa FM 08, as concentrações de Fe e Al são elevadas e o de SO₄- é baixa no ponto 3, o que pode ocorrer devido a associação dos cátions com outros ânions, além do SO₄-, ver figura abaixo.



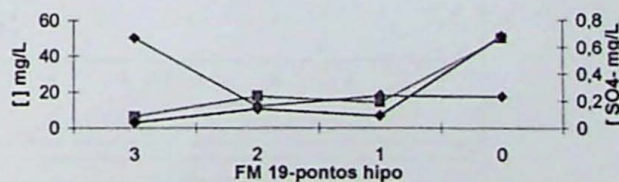
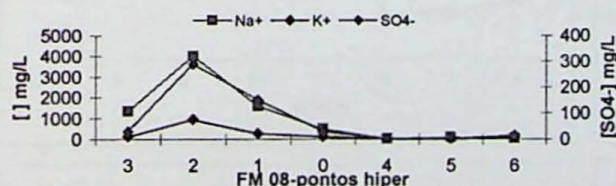
Ni, Cd e Cr versus SO_4^- (Figura 20)

Ni, Cd e Cr alinham-se em concentrações com as do SO_4^- em várias lagoas, destaque-se Ni e o Cr que exibem forte semelhança de assinatura química nas lagoas hiper e, nessas, as concentrações de SO_4^- são elevadas e em boa parte delas o pH rege a disponibilidade de SO_4^- . Nas lagoas FM 08 e FM 12 sua concentração aumenta numa distância de 10m (ponto 2) e diminui para a margem distante 30m do lago (ponto 3) (observar as figuras abaixo) e nas lagoas SI 04 e SI 05 aumenta na margem (ponto 3). Concentrações de Cr nas lagoas hipo foram determinadas próximos do limite de detecção do aparelho, comprometendo uma análise mais segura em relação ao SO_4^- .



Na e K versus SO_4^- (Figura 21)

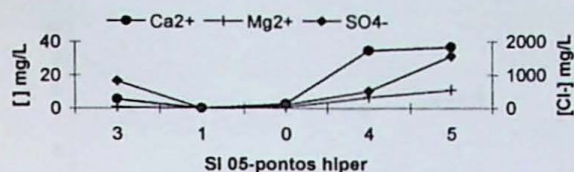
A análise de comportamento químico para teores encontrados entre Na e K versus o SO_4^- deixa bastante claro que o último, pouco ou nada exibe de correlação entre o ânion estudado. Este no entanto marca boa separação entre lagoas hiper e hipo. Nas primeiras suas concentrações são muito baixas como eletrólitos. Nas segundas, o K encontra-se muito mais como eletrólito na água (ponto 0) do que nas águas subterrâneas (FM 22, FM 19 e FM 23). O Na de seu lado marca assinatura química muito coerente com o ânion em questão para ambos tipos de lagoas (SI 04, SI 05, FM 12, FM 08 e FM 23). Estando em destaque abaixo as lagoas FM 08 e FM 19.



Ca e Mg versus SO_4^- (Figura 22)

Neste caso apenas Ca exibe bom alinhamento com o ânion em questão quando a ele comparado. Nas lagoas hiper a concentração do Ca tem um aumento nos pontos amostrados quanto mais se afasta na seqüência amostral, enquanto o Mg é condicionado pela concentração do SO_4^- , aumentando nas amostras proximais ao lago e quando a concentração do SO_4^- é elevada. Nas lagoas hipo sua assinatura química é de diminuição das concentrações quanto mais próximos da lagoa. Apenas na SI 05 parece haver influência

do pH na disponibilidade destes cátions em associação com este ânion ver figura abaixo.



Ba e Sr versus SO₄⁻ (Figura 23)

Nas lagoas hiper a assinatura química de Ba e Sr assemelham-se também à elevada concentração de SO₄⁻ (lagoas FM 08, SI 04, SI 05) em especial na FM 08 ver figura abaixo, as condições de pH também exercem papel na disponibilidade destes elementos como eletrólitos. A maior afinidade fica por conta do Ba com o SO₄⁻. Os teores de Ba aumentam no ponto 3 (a 30m da borda da lagoa) nas lagoas FM 08, SI 04 e SI 05. Nas hipo (FM 18, FM 19 - ver figura abaixo, FM 22 e FM 23) a concentração do Sr diminui na margem distante a 30m do lago (ponto 3). Na lagoa SI 05 o aumento nas concentrações de SO₄⁻ é acompanhada pelo aumento da concentração de Sr, esse comportamento não é observado nas lagoas com baixas concentrações de SO₄⁻.

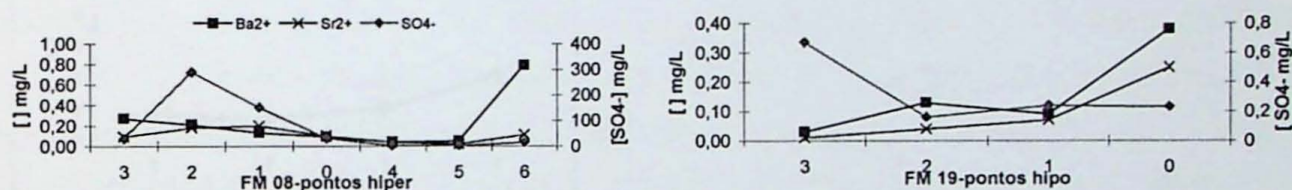
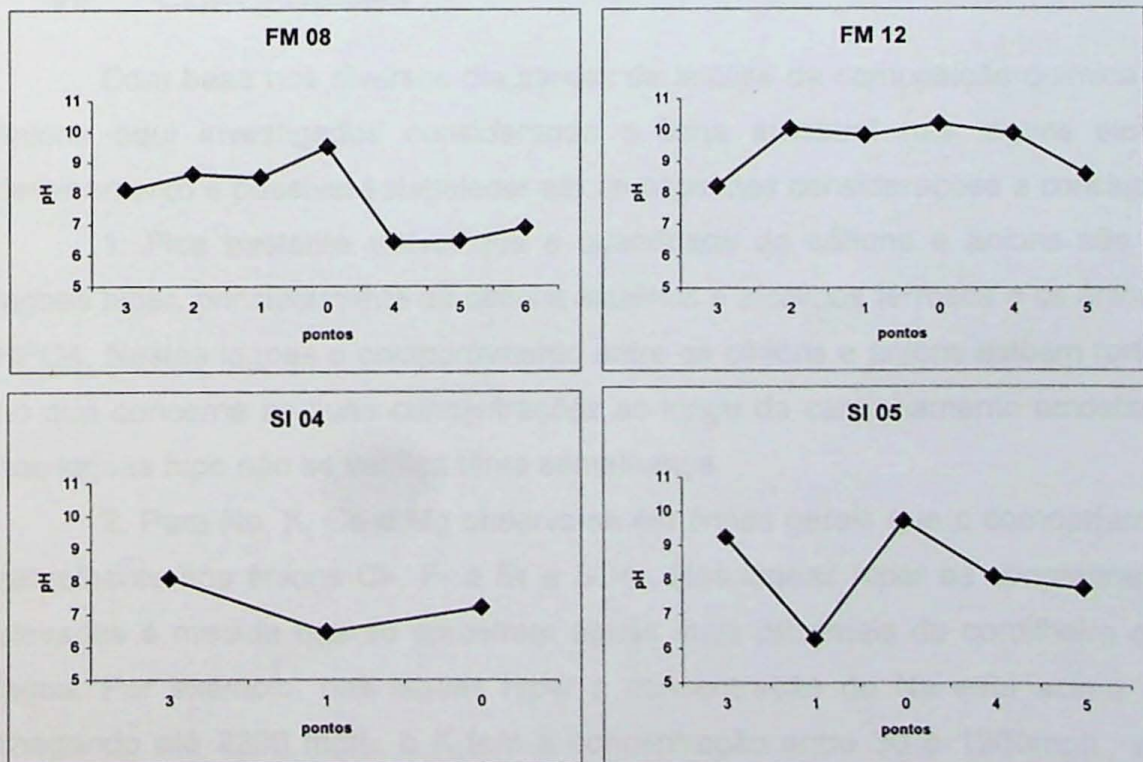
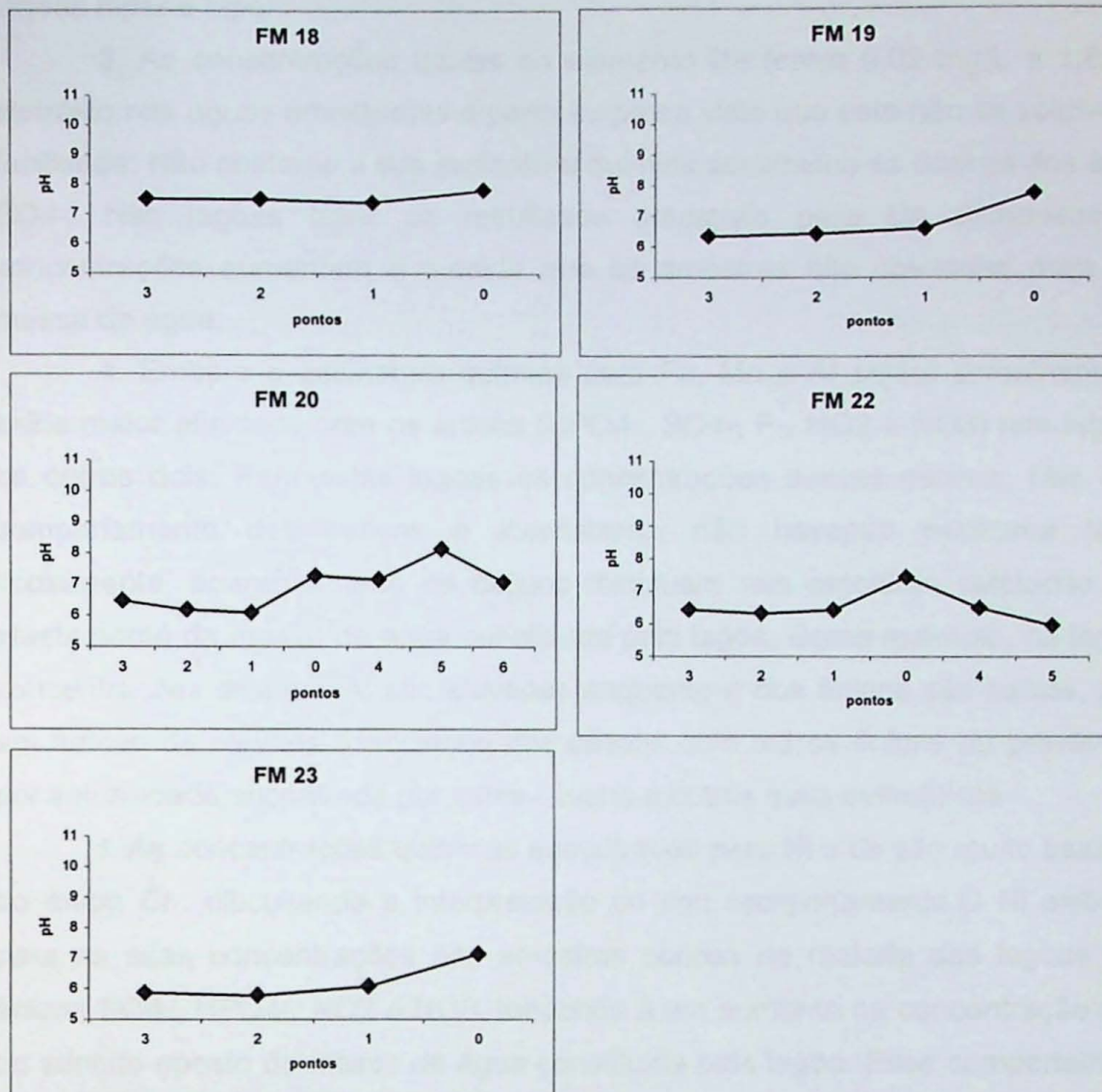


Gráfico relacionando o pH com os pontos de coleta da água em relação à lagoa.





VII. CONCLUSÕES

Com base nos diversos diagramas de análise da composição química dos cátions e ânions aqui investigados considerando a linha amostral nas lagoas eleitas para um detalhamento é possível estabelecer-se as seguintes considerações e conclusões:

1. Fica bastante visível que a quantidade de cátions e ânions são elevados nas lagoas hiper, principalmente de cátions alcalinos e alcalinos terrosos e os ânions Cl^- , SO_4^- e HPO_4^- . Nestas lagoas o comportamento entre os cátions e ânions exibem forte semelhança no que concerne as suas concentrações ao longo do caminhar amostrado, enquanto nas lagoas hipo não se verifica tanta semelhança.

2. Para Na, K, Ca e Mg observa-se em linhas gerais que o comportamento destes é semelhante aos ânions Cl^- , F^- e Br^- e SO_4^- . Nas lagoas hiper as concentrações são mais elevadas à medida que se amostram águas mais proximais da cordilheira que circunda a lagoa. Por exemplo, nas lagoas hiper a concentração do Na está acima de 1000 mg/L chegando até 2200 mg/L, o K tem a concentração entre 50 e 1800mg/L, enquanto o Ca (0,19 mg/L e 71,31 mg/L) e o Mg (0,02 mg/L e 24,33mg/L) têm concentrações parecidas nas

lagoas hiper e hipo.

3. As concentrações baixas do elemento Ba (entre 0,02 mg/L a 1,82 mg/L) como eletrólito nas águas amostradas é parte surpresa visto que este não se solubiliza com muita facilidade. Não obstante a sua assinatura química assemelha-se com as dos ânions Cl^- , Br^- e SO_4^{2-} . Nas lagoas hiper os resultados amostrais para Ba demonstram que suas concentrações aumentam à medida que as amostras são coletadas mais afastadas da massa de água.

4. Embora a assinatura química para Fe, Mn e Al sejam semelhantes, o primeiro exibe maior afinidade com os ânions (HPO_4^{2-} , SO_4^{2-} , F^- , NO_2^- e NO_3^-) nas lagoas hiper que os outros dois. Para estas lagoas as concentrações desses cátions. Nas lagoas hipo o comportamento dos cátions é inconstante, não havendo nenhuma relação visível inicialmente, aparentemente os cátions diminuem nas amostras coletadas com o maior afastamento da massa de água constituída pela lagoa. Como exemplo, na lagoa FM 08, as concentrações de Fe e Al são elevadas enquanto o dos ânions são baixos, possivelmente em função da elevada associação dos cátions com outros ânions ou provável competição por solubilidade encontrada por estes cátions e outros mais eletrolíticos.

5. As concentrações químicas encontradas para Ni e Cr são muito baixas em relação ao ânion Cl^- , dificultando a interpretação do seu comportamento. O Ni exibe similaridade para as suas concentrações nas amostras obtidas na maioria das lagoas hiper com os ânions SO_4^{2-} , HPO_4^{2-} , NO_2^- e NO_3^- , tendendo a um aumento na concentração quase sempre no sentido oposto da massa de água constituída pela lagoa. Esse comportamento é menos evidente nas lagoas hipo devido à variação dentro deste grupo de lagoas. O Cr nas lagoas hipo estão próximos do limite de detecção do aparelho, comprometendo uma análise em relação ao SO_4^{2-} . Apesar de sua concentração ser baixa em todas as lagoas em relação ao HPO_4^{2-} , o seu comportamento, nas lagoas hiper, tende a ser semelhante ao do Ni.

6. Para os cátions Pb, Cu e Zn os resultados observados exibem forte semelhança com as concentrações nos mesmos pontos para HPO_4^{2-} e SO_4^{2-} nas lagoas hiper. Entre esses cátions, o Pb tem o comportamento mais semelhante em relação ao ânion analisado, aumentando as concentrações para as amostras obtidas com maior afastamento da lagoa. As concentração dos cátions estão próximas ao limite de detecção do aparelho das lagoas hipo, comprometendo uma relação mais efetiva com HPO_4^{2-} embora possa ser evidenciado tal fato.

7. Nas lagoas hiper observa-se ser as concentrações obtidas para o Sr semelhantes a concentração de SO_4^{2-} ou seja, quase sempre os valores observados indicam incremento nos valores no sentido de afastamento da massa de água representada pela lagoa. Nas lagoas hipo o processo demonstra ser exatamente o contrário. Por exemplo, na lagoa SI 05 o aumento nas concentrações de SO_4^{2-} é acompanhada pelo aumento da concentração de Sr, esse comportamento não é observado nas lagoas com baixas concentrações de SO_4^{2-} .

8. Os ânions F⁻, Br⁻, NO₂⁻ e NO₃⁻, estão em baixas concentrações em todas as lagoas. Em alguns casos a alta concentração de ânion condiciona o comportamento do cátion, por exemplo, no caso do SO₄⁻ e do HPO₄⁻ as suas concentrações elevadas permitem uma maior concentração química do Mn como eletrólito (vide lagoa SI 05), isto ocorre devido à disponibilidade de ânion favorecer a permanência dos cátions como eletrólitos.

9. As lagoas FM 08, FM 12, SI 04 e SI 05 são lagoas hiper, que a partir da comparação dos parâmetros físico-químicos com a análise geoquímica de elementos maiores e traços foi possível marcar de modo bastante claro a distinção entre o comportamento químico e geoquímico de diversos cátions e ânions, de tal forma que possa ser distinguidos este grupo (FM 18, FM 19, FM22 e FM 23) denominado inicialmente de lagoas hipoalcalinas. Em alguns casos específicos permite-se entender que lagoas de origem inicialmente hipo, podem gradar para lagoas do tipo hiper (FM 08, FM 20 dos gráficos que relacionam o pH e a CE das lagoas) esta diferença entre os extremos das lagoas tem como referência principal a direção preferencial dos ventos na área além de outros parâmetros físico-químicos, presença de elementos traços e maiores, presença de algas e vegetação, o que pode ser objeto de novas investigações para confirmação deste aspecto.

VIII. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AB'SABER, A. N. 1988. O Pantanal Mato-grossense e a teoria dos refúgios. *Revista Brasileira de Geografia*, 50:9-57, Tomo 2.
- ALMEIDA, F.F.M.; LIMA, M.A.; 1959. Planalto Centro-Occidental e Pantanal Mato-Grossense. In: *União Geográfica Internacional, XVIII Congresso Internacional de Geografia*, 169 p., Rio de Janeiro.
- ALMEIDA, T.I.R.; SÍGOLO, J. B., FERNANDES, E., QUEIROZ NETO, J. P., BARBIERO, L., SAKAMOTO, A.Y. 2003. Proposta de classificação e gênese das lagoas da baixa Nhecolândia-MS com base em sensoriamento remoto e dados de campo. *Revista Brasileira de Geologia*, vol. 33, 2 (suplemento) 83-90.
- BARBIERO, L., QUEIROZ NETO, J.P., CIORNEI, G., SAKAMOTO, A., CAPELLARI, B.; 2000. Geoquímica das águas de superfície e dos lençóis freáticos da Nhecolândia, Pantanal de Mato Grosso (MS, Brasil). In: *III Simpósio sobre Recursos Naturais e Socio-econômicos do Pantanal*. Corumbá, 27 a 30 novembro, Anais.
- BARBIERO, L., QUEIROZ NETO, J.P., CIORNEI, G., SAKAMOTO, A., FERNANDES, E., CAPELLARI, B., VALLES V.; 2002. Geochemistry of water and groundwater in the Nhecolândia, Pantanal of Mato Grosso, Brazil. Variability and associated processes. *Wetlands*, vol.22, n. 3, September, 528-540 p.
- BRASIL, 1982. Geologia da folha SE 21 Corumbá. Geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da Terra. Levantamento de Recursos Naturais. RADAMBRASIL, Min. Das Minas Energia, 27, 448p. Brasília.

- BRIVIO, P. A., GIARDINO C., ZILIOI, E.; 2001. Validation of satellite data for quality assurance in lake monitoring applications. *The Science of the Total Environment*, 268: 3-18p.
- BRUM, P. A. R., SOUSA, J. C. 1985. Níveis de nutrientes minerais para gado, em lagoas ("baías" e "salinas") no Pantanal Sul-Mato-Grossense. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, DF. 20 (12):1451-1454p.
- CAPELLARI, B. 2001. Sensoriamento remoto aplicado ao estudo da dinâmica hidrológica da região da Nhecolândia, Pantanal Matogrossense, MS. Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, Anexos. Dissertação de Mestrado. 100p.
- CUNHA, J., 1943. Cobre do Jaurú e Lagoas alcalinas do Pantanal (Mato Grosso). Departamento Nacional da Produção Mineral, Boletim 6, 54 p.
- FERNANDES, E., SAKAMOTO, Y. A., QUEIROZ NETO, J. P. , LUCATI, H. M. & CAPELLARI, B.; 1999. Le "Pantanal da Nhecolândia" cadre physique et Dynamique hydrologique. In: Quatrième Conférence Internationale de Géomorphologie. Bologna - Italia, 28-VIII / 3-IX. Suplemento di Geografia Fisica e Dinamica quaternaria, Comitato Glaciologico Italiano, vol. 22, 13-21 p., Torino.
- FERNANDES, E. 2000. Caracterização dos elementos do meio físico e da dinâmica da Nhecolândia – Pantanal Sulmatogrossense. Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo. Dissertação de Mestrado.
- FERREIRA, C. J. A., MATTOS, P. P.; Caracterização de baías e salinas do Pantanal Mato-Grossense. In: SIMPÓSIO SOBRE RECURSOS NATURAIS E SÓCIO ECONÔMICOS DO PANTANAL, 2., 1996, Corumbá. Anais. Brasília: EMBRAPA-SPI, 1997.
- GRADELLA , F dos S, SAKAMOTO, A. Y., SAKAMOTO, L. L. S., BARBIERO, L., QUEIROZ NETO, J. P.; 2004. Microclima no Pantanal da Nhecolândia, MS: lagoa Salina da fazenda Santo Inácio e lagoa Salina da Reserva na fazenda Nhumirim/Embrapa Pantanal Corumbá/Ms, IV SIMPAM-23 a26 novembro 2004
- HAMILTON, S. K.; SIPPEL, S. J.; MELACK, J. M.; 1996. Inundation patterns in the Pantanal wetland of South America determined from passive microwave remote sensing. *Arch. Hydrobiol.* 137: vol. 1, 1-23p.
- MOURÃO, G. M.; ISHII, I. N.; CAMPOS, Z. M. S.; 1988. Alguns fatores limnológicos relacionados com a ictiofauna de baías e salinas do Pantanal da Nhecolândia, MS, Brasil. *Acta Limnológica Brasileira*, vol.2.
- MOURÃO, G. M. 1989. Limnologia comparativa de três lagoas (duas "baías" e uma "salina" do Pantanal da Nhecolândia, MS. Dissertação de Mestrado, Universidade federal de São Carlos, Programa de pós-graduação em ecologia e recursos naturais, São Carlos .
- POTT, E. B.; BRUM, P.A.R.; ALMEIDA, I.L. de; COMASTRI FILHO, J.A.; DYNIA, J.F. 1987. Nutrição Mineral de bovinos de corte no Pantanal Mato-Grossense. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, DF.
- SAKAMOTO, A. Y. 1997. Dinâmica hídrica em uma lagoa "Salina" e seu entorno no Pantanal da Nhecolândia: contribuição ao estudo das relações entre o meio físico e a ocupação, Fazenda São Miguel do Firme, MS. Tese Doutorado) -- FFLCH/USP, São Paulo.
- SAKAMOTO, A. Y.; SAKAMOTO, L. L. S.; QUEIROZ NETO, J. P.; BARBIERO, L., 2004. Abordagem metodológica para o estudo de lagoas e salinas do Pantanal da

Nhecolândia, MS: fazenda São Miguel do Firme. In: IV Simpósio sobre Recursos Naturais e Sócio-econômicos do Pantanal. Corumbá, 23 a 26 novembro, Anais.

SÍGOLO, J. B.; ALMEIDA, T. I. R.; FERNANDES, E., 2003a. Evolução do potencial hidrogeniônico das lagoas da Fazenda Nhumirim – Pantanal da Nhecolândia-MS. Proposta de um modelo geoquímico. IX Congresso Brasileiro de Geoquímica, Livro resumos expandidos, 362-364p., 02 a 09/11/2003. Belem-PA.

SÍGOLO, J. B.; STERN, F. G.; ALMEIDA, T. I. R., 2003b. "Origem e classificação da alcalinidade de Lagoas da baixa Nhecolândia-MS". Simpósio de Geologia do Sudeste, 8., São Pedro-SP-SP, 2003. *Boletim de Resumos Expandidos*. São Pedro-SP: SBG-Núcleos São Paulo e Rio de Janeiro/Espírito Santo, p. 129.

STERN, F., 2003. Classificação geoquímica das lagoas da baixa Nhecolândia (MS) com base em sensoriamento remoto e parâmetros físico-químicos. Monografia de Trabalho de Formatura, IGc, USP, São Paulo.

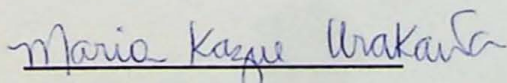
SILVA, L. R. B., 2003. Microclima no Pantanal Sul-Matogrossense: análise do campo térmico em unidades da paisagem da Nhecolândia. Monografia. Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. Três Lagoas.

SILVA, L. R. B.; SAKAMOTO, A. Y., 2002. Estudos da variações da temperatura na lagoa salina do Meio e seu entorno, Pantanal-MS. Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. Três Lagoas.

SILVA, L. R. B.; SAKAMOTO, A. Y., 2003. Estudos das variações de elementos microclimáticos na Base de Estudos de Pantanal/UFMS e na Fazenda Nhumirim. Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. Três Lagoas.

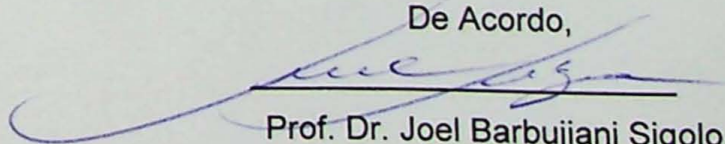
São Paulo, 22 de novembro de 2005

Respeitosamente



Maria Kazue Urakawa

De Acordo,



Prof. Dr. Joel Barbujianni Sigolo

19434

Tabela 2. Apresentação dos dados físico-químicos das águas superficiais subterrâneas e de localização das lagoas amostradas no campo, realizado em maio de 2004.

Ponto	Água	Latitude	Longitude	pH est.	CE	S (g/L)	t (°C)	Altitude	prof
FM 01	sup P1			9,75	4621		28,8		
FM 02	sup P1			8,26	810		29,4		
FM 03	sup P1			8,57	505		31,5		
FM 04	sup P1			7,97	1187		29,1		
FM 05	sup P1			9,9	6270		31,7		
FM 06	sup P1			7,97	588		32,1		
FM 07	sup P1			8,47	1301		31,9		
FM 08	sup P1	7880933	504564	9,49	2140		23,5	88	
FM 08	sup P2	7880919	504234	8,77	1322		23,3		
FM 08	sup P4			9,22	1681		23,3		
FM 09	sup P1	7882385	505376	8,77	1322		23,4	90	
FM 09	sup P4	7882201	50557	9,27	613		24,3		
FM 10	sup P1	7880610	505118	7,48	443		24,3	82	
FM 11	sup P1	7879965	504531	7,09	244		24,6	100	
FM 11	sup P2			7,71	338		21,6		
FM 11	sup P3			10,3	10420		25,7		
FM 12	sup P1	7879761	504153	10,2	10710		25,7		
FM 12	sup P2			10,3	1073		25,7		
FM 12	sup P4	7879587	504106	10,3	10420		25,7		
FM 13	sup P1	7879400	503800	8,63	ñ tem				
FM 14	sup P1	7876281	505879	10,19	8150	4,5	20,8	91	
FM 14	sup P4	7876060	505672	10,19	8150		21,5		
FM 15	sup P1	7879346	506982	7,14	154		21,1		
FM 16	sup P1	7879540	507754		520		23,7		
FM 17	sup P1	7880866	5069196						
FM 18	sup P1	7875959	507402	7,82	1050	0,3	23,5	92	
FM 19	sup P1	7873524	505395	7,74	410	0	22,2	82	
FM 20	sup P1	7871828	507123	7,27	160	0	20,3	95	
FM 21	P6 água abaixo da camada verde			7,64	1488	0,6	22,2		5
FM 21	P6 água na camada verde			8,14	1402	0,5	23,2		2,7
FM 21	sup P1	7869707	501039	9,56	702	0,1	17,6	83	
FM 21	sup P2			9,56	702	0,1	17,6		0,8
FM 22	sup P1	7869389	507803	7,43	334	0	20,6		
FM 22	sup P2			6,35	78	0	21,4		
FM 23	sup P1	7869233	504989	7,13	231	0	22	90	
FM 24	sup P1	7869127	504194	7,01	245		22,6	93	
FM 25	sup P1	7869431	501684	7,45	898	0,2	22,1	0,2	
FM 26	sup P1	7868695	501889	6,48	129		21	94	
SI-01	sup P1- Eh 110/203	7876356	502047	10,32	4700	2,5	33,7	96,1	
SI-02	sup P1	7876021	500759	8,54	1604		29,2	87,07	
SI-03	sup P1	7876485	501627	9,58	4570		29,1	89,88	
SI-04	sup P1	7875355	501772	7,2	232		25,7	93,5	
SI-05	sup P1	7875480	503668	9,72	4890		29,1	94,43	
SI-05	sup P5			10,09	4960		32,5		
SI-06	sup P1	7877656	502325	9,43	2550		35	91	
SI-06	sup P2			9,2	2640		36,2		
SI-07	sup P1	7875301	502439	9,51	1376		28,7	99	
SI-08	sup P1	7873823	502807	9,37	2111		28,7	88,58	

Tabela 3. Apresentação dos dados físico-químicos das águas subterrâneas e de localização das lagoas amostradas no campo.

Ponto	Água	Latitude	Longitude	pH est.	CE	S (g/L)	t (°C)	Altitude	NA	prof	Eh
FM 08	sub P1	7873823	502807	8,52	6170		24,8		0,5 e subiu p/ 0,2		
FM 08	sub P2			8,61	14630		24,2		0,9		
FM 08	sub P3			8,11	4600		25,1				
FM 08	sub P4	7880919	504234	6,43	192		24,6	0,3			
FM 08	sub P5			6,46	161		24,1	1,0			
FM 08	sub P6			6,88	462		24,2	0,5	0,7		
FM 09	sub P1			8,08	6400		23,9		0,4	0,7	
FM 09	sub P2			7,75	2060		24,4	0,4/1,3	1,0	1,5	
FM 09	sub P3			8,0	5940		24,2	1,00/1,5	0,4	1,30	
FM 09	sub P4	7882201	505256	8,72	7160		25	0,7	0,7		
FM 09	sub P5			6,81	330		24,2		0,7		
FM 09	sub P6			6,25	105		24,5	0,6/0,7			
FM 10	sub P1			6,62	667		24,5		0,4 subiu p/ 20 cm	0,7	
FM 11	sub P1	7879965	504531	7,37	3260		23,7		0,4	0,7	
FM 11	sub P2			7,96	10810		24,2		1,5	2,0	
FM 11	sub P3			6,34	96		24,7		8,0	1,10	
FM 11	sub P4	7879785	504508	7,5	5060	2,7	22,3	0,7/0,8	0,7	0,8	
FM 11	sub P5			8,19	13870		22,2	0,75/0,8	0,7	1,6	
FM 11	sub P6			8,16	5960		23,2	0,8/0,8	0,8	0,8	
FM 12	sub P1			9,81	38500		24,2		0,5	0,7	
FM 12	sub P2			10,04	40300		24,5	0,6/0,7	0,6 subiu p/ 0,2	1,1	
FM 12	sub P3			8,21	1856		24,7	0,65/0,9	0,65	0,9	
FM 12	sub P4			9,88	45600		24,6	0,4/0,6	0,4	0,6	
FM 12	sub P5			8,57	12760		24,6		1,4	1,6	
FM 13	sub P1			7,08	ñ tem						
FM 14	sub P1			10,29	66500	4,5	22		1	1,2	
FM 14	sub P2			9,3	8850		23,7	1,65/2,1	1,65	2,1	
FM 14	sub P4			6,89	213	0	22,4		0,4	0,7	
FM 14	sub P5			6,34	58	0	22,2		0,6	0,8	
FM 14	sub P6			6,82					1,6	2	
FM 15	sub P1	7879330	506981						1,7	2,4	
FM 16	sub P1				1600		24,5				
FM 18	sub P1			7,39	2960	1,4	23,1		0,4	0,6	
FM 18	sub P2			7,5	2430	1,1	23,2	0,4/0,6	0,4	0,6	
FM 18	sub P3			7,5	514	0	22,4	1,0/1,2	1	1,2	
FM 19	sub P1			6,59	256	0	21,6		0,3	0,7	
FM 19	sub P2			6,42	225	0	21,3	0,4/0,6	0,38	0,8	
FM 19	sub P3			6,34	41	0	22,1	0,8/1,0	1	1,2	
FM 20	sub P1			6,08	80	0	21,1		0,4	0,6	
FM 20	sub P2			6,18	43	0	21,2	0,6/1,0	0,6	1	
Ponto	Água	Latitude	Longitude	pH est.	CE	S (g/L)	t (°C)	Altitude	NA	prof	Eh
FM 20	sub P3			6,47	43	0	18,5	0,6/2,0			
FM 20	sub P4			7,16	1384	0,5	17,6	0,4/0,8			
FM 20	sub P5			8,14	1402	0,5	23,2	1,7/5,0			
FM 20	sub P6			7,07	510	0,5	20,2	0,5/0,6			

Ponto	Água	Latitude	Longitude	pH est.	CE	S (g/L)	t (°C)	Altitude	NA	prof	Eh
FM 21	sub P1			7,14	1020	0,3	21	0,38/0,7	0,38	0,8	
FM 21	sub P2			7,21	1070	0,3	21,7	0,4/1,2	0,4	1,2	
FM 21	sub P3			7,11	653	0,1	21,1	1,0/1,6	1	1,6	
FM 21	sub P4			7,16	1384	0,5	20,6		0,5	0,9	
FM 21	sub P5			7,07	510	0	20,2		0,7	0,9	
FM 22	sub P1			6,42	124	0	20,7		0,15	0,2	
FM 22	sub P2			6,31	63	0	20,7	0,4/0,6	0,4	0,6	
FM 22	sub P3			6,43	34	0	20	0,9/1,1	0,9	1,1	
FM 22	sub P4	7869547	507590	6,49	48	0	23,1	0,3/0,5	0,3	0,5	
FM 22	sub P5			5,95	174	0	22,7	0,6/1,0	0,6	1	
FM 23	sub P1			6,08	69	0	22,3		0,5	0,7	
FM 23	sub P2			5,78	27	0	23,4	0,5/0,8	0,5	0,8	
FM 23	sub P3			5,86	14	0	23,7	0,7/1,2	0,7	1,2	
FM 24	sub P1			6,11	35		22,3		0,6	0,8	
FM 24	sub P2			5,97	23		22,5	0,9/1,0	0,9	1	
FM 25	sub P1			7,15	1389	0,5	22,2		0,5	0,7	
FM 25	sub P2			7,5	1615	0,6	23,4	0,5/1,10	0,5	1,1	
SI-01	sub P1			9,1	8830						217
SI-01	sub P2			8,85	16900						240
SI-01	sub P3			9,7							187
SI-03	sub P1			8,43	1764				0,5		
SI-04	sub P1			6,47	371		26,5		0,5		
SI-04	sub P3			8,09	12530		27		0,5		
SI-05	sub P1	7875480	503668	6,27	167		27	0,5	0,5		
SI-05	sub P2	7875480	503668		2200			0,2			
SI-05	sub P3	7875256	503755	9,24	21800		29,6	1,1	0,8	1,10	
SI-05	sub P4	7875256	503755	8,08	12660		28		1,2		
SI-05	sub P5			7,76	15700		27				
SI-06	sub P1			8,05	7480		29,5		1,2		
SI-06	sub P2	7877642	502492	8,01	5650		29,5	1,2	1,2		
SI-06	sub P3			7,89	7870		29,3	1,8	1,25	2,10	
SI-07	sub P1			7,41	2470		26,4		1,2 /subiu 0,85	2,5	
SI-08	sub P1			8,41	9840		26,4		1,8	2,1	
SI-08	sub P2			8,1	1766		26,1	1			
SI-08	sub P3			9,19	8450		26,4				

Tabela 4. Apresentação dos dados físico-químicos das águas das lagoas, medidas no laboratório, antes de serem analisadas.

Ponto	ponto	Água	pH	CE	t (°C)
FM 08	sup	0,8	9,41	2,1	19,4
FM 08	P1	SUB 0,50	8,93	3,1	18,2
FM 08	P2	SUB 1,10	8,6	13,8	20
FM 08	P3	SUB 1,50	8,64	4,4	19,9
FM 08	P4	SUB 0,60	7,6	152,0	18,8
FM 08	P5	SUB 0,90	8,13	159,0	19,5
FM 08	P6	SUB 0,50	7,51	421,0	19,5
FM 12	sup	lado carandá	9,89	11,2	21,1
FM 12	P2	0,6	9,81	46,9	21,4
FM 12	P3 A	SUB 0,65	8,73	1192,0	20,2
FM 12	P3 B	SUB 0,65	8,9	1703,0	21
FM 12	P4 A	0,4	9,92		
FM 12	P4 B	0,4	9,95	42,0	20,7
FM 12	P5 A	1,40	8,57		21,1
FM 12	P5 B	1,40	9,22	12,14	21,1
FM 18	SUP A		7,84		20,8
FM 18	SUP B		7,98	994,0	
FM 18	P1	SUB 0,40 misturado	8,72	2,57	21,4
FM 18	P2	0,40 misturado	9,2	2,54	21,2
FM 18	P3 A		8,39		20,6
FM 18	P3 B		8,57	503,0	20,8
FM 19	SUP A		8,23	387,0	22,0
FM 19	SUP B		8,23	392,0	22,1
FM 19	P1 A	NA 0,30	7,09		21,6
FM 19	P1 B	NA 0,30	6,91	125,0	21,6
FM 19	P2 A	0,30/0,40	6,51	126,0	22,2
FM 19	P2 B	0,30/0,40	6,62	127,0	22,0
FM 19	P3 A		6,32	40,0	22,0
FM 19	P3 B		6,37	39,0	21,6
FM 20	SUP A	0,40 filtro	6,81	156,0	21,6
FM 20	SUP B	0,40 filtro	7,02	156,0	21,9
FM 20	P1 A		6,64	51,0	21,5
FM 20	P1 B		6,69	50,0	21,5
FM 20	P2 A	NA<1,0	6,68	40,0	21,7
FM 20	P2 B	NA<1,0	6,71	39,0	22,0
FM 20	SUP A		8,11	211,0	21,6
FM 21	SUP B		8,07	208,0	21,4
FM 22	P1 A		7,13		21,7
FM 22	P1 B		6,85	81,0	22,1
FM 22	P2 A	0,40	6,63		21,9
FM 22	P2 B	0,40	6,78	51,0	21,7
FM 22	P3	SUB 0,90	6,64	42,0	22,2
FM 23	SUP A 0,40		7,70		21,7
FM 23	SUP B 0,40 filtro		7,38	86,0	21,9
Ponto	ponto	Água	pH	CE	t (°C)
FM 23	P1 A		6,26		21,9
FM 23	P1 B		6,15	29,0	22,0
FM 23	P2 A		6,34	28,0	22,1
FM 23	P2 B		6,38	28	22,0

Ponto	ponto	Água	pH	CE	t (°C)
FM 23	P3		6,61	112	22,2
SI-02		sub 1,26 m	8,12	925,0	25,3
SI-03		sup	8,93	1811	27,3
SI-03		sub	8,60	5,04	27,1
SI-04		sub	7,60	585,0	23,3
SI-04	A	sub carandás	8,50	12,7	24,8
SI-04	A	sup filtro 0,2	9,03	295,0	25,4
SI-04	B	sup filtro 0,2	8,22	283,0	25,5
SI-05			9,47	3,92	22,0
SI-05	P1	freático 0,50	7,44	85,0	21,9
SI-05	P3 A	sub	9,74	21,1	21,8
SI-05	P3 B	sub	9,73	21,0	21,9
Ponto	ponto	Água	pH	CE	t (°C)
SI-05	P4 A	sub	9,39	13,08	21,9
SI-05	P4 B	sub	9,26	13,56	21,9
SI-05	P5 A	sub 1,20	9,05	12,39	22,0
SI-05	P5 B	sub 1,20	8,83	13,11	22,1
SI-06		sub 1,80	9,59	8,13	22,0
SI-06			9,51	8,10	22,2
SI-06	P1 A	sub 0,50 m	9,30	2,47	23,5
SI-06	P1 B	sub 0,50 m	9,55	2,43	23,6
SI-06		sub 0,56 m	9,4	7,81	18,5
SI-06	P1 B	sub 0,56 m	8,51	8,23	18,3
SI-06	P3	sup	9,74	2,60	23,5
SI-06	P3	sub 1,80 m	9,50	9,07	20,5
SI-06			9,38	7,64	20,0
SI-07	P1	sub 1,25 m	8,81	1501,0	24,5
SI-07	P2	H2O sub	8,58	868,0	24,2
SI-08		sup	9,09	1302,0	23,4

Tabela 5. Resultado das análises de cátions Na⁺ e K⁺, por fotometria de chama e Fe total, Mn²⁺, Ca²⁺, Mn²⁺, Al³⁺, Ba²⁺, Sr²⁺, Ni²⁺, Pb²⁺, Cu²⁺, Zn²⁺, Cr total por espectrometria de chama.

Número da amostra	laboratório	Na+ mg/L	K+ mg/L	Fetotal mg/L	Mn2+ mg/L	Ca2+ mg/L	Mg2+ mg/L
limite de detecção		0,1	0,1	0,01	0,01	0,02	0,01
FM8-sub. P1.0,50m	L.477	1580,0	280,0	0,17	0,05	4,14	1,83
FM8-sub. P2.1,10m	L.478	4000,0	940,0	0,08	0,03	5,21	2,54
FM8-sub. P3.1,50m	L.479	1340,0	125,0	3,19	0,50	4,80	1,10
FM8-sub. P4.0,60m	L.480	24,0	17,50	0,09	2,51	3,90	1,20
FM8-sub. P5.0,90m	L.481	80,0	3,70	0,40	0,08	1,45	0,06
FM8-sub. P6.0,50m	L.482	31,0	105,0	0,35	0,12	11,80	2,39
FM8-sup. 0,80m	L.476	485,0	127,50	0,19	0,16	5,04	1,90
FM12- P2- 0,60m	L.484	17400,0	1720,0	0,49	0,04	2,52	0,05
FM12- P3- 0,65m	L.485	340,0	110,0	0,24	0,04	8,30	0,74
FM12- P4- 0,40m	L.486	12200,0	1520,0	0,28	0,04	2,98	0,31
FM12- P5- 1,40m	L.487	2950,0	495,0	0,22	0,08	4,99	2,97
FM12-sup.lado carandá	L.483	2900,0	395,0	0,05	0,03	4,22	0,34
FM18- P3	L.491	135,0	11,20	2,12	0,20	3,60	0,65
FM18- Sub.-P1.0,40m	L.489	790,0	57,50	15,26	9,10	71,31	24,33
FM18- Sub.-P2.0,40m	L.490	740,0	87,50	13,13	2,82	55,78	9,00
FM18- Sup.	L.488	210,0	72,50	10,83	2,43	15,98	6,82
FM19- sup	L.492	50,0	51,0	0,59	0,87	23,88	9,68
FM19-P1	L.493	14,20	6,70	0,08	1,27	6,46	1,82
FM19-P2	L.494	17,60	10,60	0,12	0,56	3,36	1,69
FM19-P3	L.495	6,30	3,10	0,24	0,01	0,60	0,04
FM20-P1	L.497	5,30	6,50	0,14	0,21	2,49	0,39
FM20-P2 NA<1,0	L.498	6,70	3,20	0,59	0,02	0,51	0,05
FM20-sup	L.496	14,0	17,60	0,16	0,05	7,92	3,34
FM22-P1-0,40	L.500	15,80	6,40	<0,01	0,16	0,67	0,21
FM22-P2-0,40	L.501	7,50	5,30	0,01	0,03	0,96	0,23
FM22-P3-SUB 0,90m	L.502	8,0	1,50	0,55	<0,01	0,65	0,06
FM22-sup	L.499	32,0	21,50	0,22	0,38	6,78	3,14
FM23-P1	L.506	18,0	7,0	0,23	<0,01	0,46	0,06
FM23-P2	L.505	4,50	2,70	0,03	0,01	0,37	0,02
FM23-P3	L.504	3,20	3,30	0,02	0,04	0,68	0,06
FM23-sup	L.503	7,70	4,10	0,01	0,06	6,51	1,49
SI - 02 Subt. 1,26m	L.517	230,0	30,50	3,55	0,15	6,15	2,11
SI - 03 Subterrânea	L.515	375,0	105,0	0,01	0,02	2,78	0,93
SI - 03 Superficial	L.516	1360,0	175,0	0,32	0,08	4,18	2,90
SI - 04 P1A Sup.filtro#0,2	L.514	61,0	18,50	0,43	0,07	3,09	0,83
SI - 04 P1B Subt.	L.513	130,0	31,0	4,59	0,16	6,75	0,94
SI - 04 P3 Subt.Carandás	L.512	4100,0	26,0	7,52	1,75	49,53	1,09
SI - 05 P1SUB 0,50	L.508	22,80	2,70	0,06	<0,01	0,19	0,02
SI - 05 P3-SUB	L.509	6800,0	255,0	0,13	0,12	5,33	0,81
SI - 05 P4-SUB	L.510	3850,0	202,50	0,13	0,26	34,68	6,64
SI - 05 P5-1,20-(MO)	L.511	3950,0	67,50	0,50	0,94	36,67	11,00
SI - 05 sup	L.507	990,0	135,0	0,10	0,03	2,78	0,60
SI.06 -superior-21/7/03	L.524	1175,0	152,50	0,06	0,02	2,16	0,50
SI.06(a) -P1-0,56m	L.520	2000,0	235,0	0,20	0,68	37,08	16,01
SI.06(b) -P1-0,56m	L.521	2040,0	225,0	0,19	0,64	39,96	15,87
SI.07 - P1-subt. 1,25m	L.526	380,0	26,0	14,01	0,11	3,92	4,13
SI.07 -superficial	L.525	182,50	47,0	0,39	0,01	3,54	1,12
SI.08 - superficial	L.527	310,0	30,0	0,19	0,04	5,06	0,36
SI.08(a) -P3-1,80-subt.	L.522	2075,0	280,0	2,41	0,40	28,04	5,19
SI.08(b) -P3-1,80-subt.	L.523	2200,0	315,0	3,92	0,48	31,57	5,90
SI.08A -P1Subt.0,50m	L.518	550,0	147,50	0,09	0,21	6,93	8,42
SI.08B -P1Subt.0,50m	L.519	550,0	150,0	0,08	0,20	6,66	8,53

Tabela 6. Resultado das análises de cátions Na⁺ e K⁺, por fotometria de chama e Fe total, Mn²⁺, Ca²⁺, Mn²⁺, Al³⁺, Ba²⁺, Sr²⁺, Ni²⁺, Pb²⁺, Cu²⁺, Zn²⁺, Cr total por espectrometria de chama.

Nº do lab.	Al ³⁺ mg/L	Ba ²⁺ mg/L	Sr ²⁺ mg/L	Ni ²⁺ mg/L	Pb ²⁺ mg/L	Cu ²⁺ mg/L	Zn ²⁺ mg/L	Cd ²⁺ mg/L	Crtota mg/L
limite	0,05	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
L.477	0,19	0,13	0,20	0,03	0,06	0,02	0,30	0,01	0,03
L.478	0,14	0,21	0,18	0,09	0,23	0,09	0,06	0,03	0,05
L.479	4,49	0,27	0,09	0,04	0,06	0,04	0,04	0,01	<0,01
L.480	0,06	0,04	0,04	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,01
L.481	0,07	0,05	0,02	<0,01	<0,01	<0,01	0,04	<0,01	<0,01
L.482	0,23	0,79	0,11	<0,01	<0,01	<0,01	0,21	<0,01	0,01
L.476	0,16	0,09	0,10	0,01	0,01	<0,01	0,03	<0,01	<0,01
L.484	0,09	0,45	0,07	0,57	0,78	0,17	0,13	0,19	0,12
L.485	0,16	0,09	0,10	0,01	<0,01	0,01	0,04	<0,01	<0,01
L.486	0,19	0,72	0,11	0,35	0,58	0,14	0,11	0,12	0,09
L.487	0,40	0,30	0,39	0,06	0,19	0,01	0,05	0,02	0,02
L.483	0,04	0,06	0,08	0,09	0,13	0,04	0,07	0,02	0,01
L.491	2,93	0,05	0,03	<0,01	<0,01	0,02	0,12	<0,01	<0,01
L.489	0,11	1,01	0,63	0,03	0,06	0,01	0,07	<0,01	<0,01
L.490	0,32	1,82	0,47	0,02	0,07	0,05	0,07	0,01	0,01
L.488	0,14	0,33	0,17	<0,01	<0,01	<0,01	0,01	<0,01	<0,01
L.492	<0,05	0,38	0,25	<0,01	<0,01	0,01	<0,01	<0,01	0,01
L.493	0,08	0,09	0,07	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
L.494	0,09	0,13	0,04	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,03
L.495	0,67	0,03	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,01
L.497	<0,05	0,16	0,04	<0,01	<0,01	0,01	0,01	<0,01	0,01
L.498	0,54	0,10	0,01	<0,01	<0,01	0,01	<0,01	<0,01	0,01
L.496	0,10	0,21	0,10	<0,01	<0,01	<0,01	0,01	<0,01	0,02
L.500	0,06	0,10	0,02	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,03
L.501	0,05	0,10	0,02	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
L.502	1,04	0,10	0,03	<0,01	<0,01	0,01	<0,01	<0,01	0,01
L.499	<0,05	0,15	0,08	<0,01	<0,01	0,01	<0,01	<0,01	0,03
L.506	1,07	0,03	0,03	<0,01	<0,01	0,02	<0,01	<0,01	<0,01
L.505	0,11	0,08	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,01
L.504	0,09	0,11	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,02
L.503	0,02	0,16	0,08	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,01
L.517	14,99	0,15	0,08	0,03	0,02	0,07	0,02	<0,01	0,02
L.515	0,08	0,07	0,04	0,01	0,01	<0,01	0,01	<0,01	<0,01
L.516	0,64	0,11	0,13	0,03	0,07	0,05	0,02	0,01	<0,01
L.514	0,13	0,13	0,02	<0,01	<0,01	<0,01	0,02	<0,01	<0,01
L.513	4,90	0,23	0,08	0,02	0,01	0,04	0,16	<0,01	0,02
L.512	4,48	1,67	0,81	0,13	0,26	0,20	0,49	0,03	0,07
L.508	0,21	0,03	0,02	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
L.509	0,08	0,59	0,19	0,13	0,36	0,07	0,09	0,06	<0,01
L.510	0,14	0,77	0,57	0,08	0,18	0,03	0,05	0,03	<0,01
L.511	0,28	0,12	0,58	0,10	0,21	0,07	0,09	0,03	0,02
L.507	0,07	0,05	0,09	0,03	0,05	0,02	0,03	0,01	0,01
L.524	0,06	<0,02	0,03	0,03	0,04	0,01	0,06	0,01	<0,01
L.520	0,16	0,18	0,49	0,05	0,12	0,04	0,05	0,02	0,02
L.521	0,39	0,37	0,45	0,06	0,21	0,04	0,06	0,02	0,01
L.526	94,01	0,51	0,04	0,04	0,06	0,08	0,46	<0,01	0,09
L.525	1,25	0,17	0,02	0,01	0,01	0,01	0,09	<0,01	<0,01
L.527	0,30	0,05	0,06	<0,01	0,02	0,01	0,01	<0,01	0,03
L.522	3,69	0,31	0,39	0,06	0,16	0,13	0,04	0,02	<0,01
L.523	7,38	0,39	0,61	0,07	0,20	0,16	0,05	0,02	<0,01
L.518	0,10	0,06	0,11	0,02	0,01	0,01	0,02	<0,01	<0,01
L.519	0,10	0,07	0,11	0,02	0,01	0,01	0,03	<0,01	0,01

Tabela 7. Resultado de ânions, F-, Cl-, NO₂-, Br-, NO₃-, HPO₄- e SO₄- por cromatografia iônica, com valores em mg/L.

Número da amostra	laboratório	F-	Cl-	NO ₂ -	Br-	NO ₃ -	HPO ₄ -	SO ₄ -
limite de detecção		0,016	0,07	0,005	0,005	0,011	0,01	0,02
FM8-sub. P1.0,50m	L.477	0,73	113,52	0,65	0,76	62,97	4,22	150,46
FM8-sub. P2.1,10m	L.478	2,30	215,57	1,10	1,13	0,89	30,2	288,5
FM8-sub. P3.1,50m	L.479	1,31	11,84	0,14	0,11	0,14	3,47	28,68
FM8-sub. P4.0,60m	L.480	0,23	3,95	0,02	0,02	0,16	0,05	0,46
FM8-sub. P5.0,90m	L.481	0,37	6,48	0,04	0,015	0,23	0,10	1,18
FM8-sub. P6.0,50m	L.482	0,13	2,57	0,015	0,018	0,78	0,02	15,35
FM8-sup. 0,80m	L.476	0,25	55,46	0,21	0,37	0,13	2,93	30,73
FM12- P2- 0,60m	L.484	5,19	13.101,00***		50,93	1,70	76,32	746,8
FM12- P3- 0,65m	L.485	0,55	240,26	0,59	0,99	0,18	1,05	53,34
FM12- P4- 0,40m	L.486	5,21	9.137,90***		37,56	73,71	84,81	550,13
FM12- P5- 1,40m	L.487	2,40	2.500,09***		8,39	0,52	7,53	177,63
FM12-sup.lado carandá	L.483	1,24	2.023,60***		8,54	0,49	12,36	84,93
FM18- P3	L.491	2,41	21,85	0,14	0,04	8,17	0,06	9,67
FM18- Sub.-P1.0,40m	L.489	5,83	85,28	0,85	0,66	0,35	0,09	2,95
FM18- Sub.-P2.0,40m	L.490	2,61	64,15	0,28	0,25	9,96	0,09	27,7
FM18- Sup.	L.488	1,52	44,96	0,40	0,22	0,63	0,16	2,02
FM19- sup	L.492	0,73	2,28	0,04	0,03	0,08	0,09	0,23
FM19-P1	L.493	3,75	1,28	0,04	0,02	0,13	0,03	0,24
FM19-P2	L.494	0,49	0,46	0,012	0,01	0,19	0,015	0,16
FM19-P3	L.495	0,74	2,85	0,016	<0,005	2,01	0,05	0,67
FM20-P1	L.497	0,12	0,93	0,006	0,006	0,07	0,03	0,12
FM20-P2 NA<1,0	L.498	0,14	0,70	0,012	0,006	1,42	0,05	1,24
FM20-sup	L.496	0,36	1,93	0,014	0,009	0,22	0,03	0,16
FM22-P1-0,40	L.500	0,28	1,72	0,014	0,007	0,37	0,02	0,14
FM22-P2-0,40	L.501	0,28	0,78	0,014	0,004	0,55	0,02	0,1
FM22-P3-SUB 0,90m	L.502	0,74	3,23	0,013	0,013	4,18	0,07	1,02
FM22-sup	L.499	3,83	1,76	0,016	0,02	0,12	0,08	0,17
FM23-P1	L.506	1,06	18,40	0,09	0,05	1,52	0,14	4,31
FM23-P2	L.505	0,18	2,64	0,014	0,006	0,11	0,02	0,26
FM23-P3	L.504	0,26	4,27	0,03	0,007	0,14	0,02	0,21
FM23-sup	L.503	0,99	1,70	0,01	0,006	0,14	0,06	0,19
SI - 02 Subt. 1,26m	L.517	1,47	8,92	0,18	0,5	0,67	0,22	23,14
SI - 03 Subterrânea	L.515	2,28	44,78	0,22	0,36	0,15	0,08	52,95
SI - 03 Superficial	L.516	1,11	139,34	0,48	0,89	0,12	9,45	349,13
SI - 04 P1A Superf.filtro#0,2	L.514	0,26	14,53	0,06	0,03	0,92	0,48	0,52
SI - 04 P1B Subterrânea	L.513	1,06	46,92	0,18	0,32	2,54	0,23	5,73
SI - 04 P3 Subt.Carandás	L.512	4,43	440,96	1,34	2,85	1,88	26,33	160,14
SI - 05 P1SUB 0,50	L.508	0,44	2,72	0,02	0,018	0,16	0,03	0,48
SI - 05 P3-SUB	L.509	5,04	1.499,82	2,10	8,18	0,12	97,16	813,96
SI - 05 P4-SUB	L.510	4,06	861,79	1,53	4,73	0,13	79,01	517,05
SI - 05 P5-1,20-(MO)	L.511	4,24	497,20	1,51	3,2	0,04	50,85	1.554,07
SI - 05 sup	L.507	3,93	302,64	1,11	1,81	0,37	1,80	101,86
SI.06 -superior-21/7/03	L.524	3,00	351,80	0,80	2,18	0,35	12,09	108,91
SI.06(a) -P1-0,56m	L.520	0,80	188,85	1,16	1,34	0,11	42,31	492,64
SI.06(b) -P1-0,56m	L.521	0,79	187,31	1,25	1,32	0,09	43,39	502,73
SI.07 - P1-trado-sub. 1,25m	L.526	4,60	19,90	0,07	0,13	1,14	1,44	196,9
SI.07 -superficial	L.525	1,03	43,64	0,08	0,2	0,87	0,37	6,74
SI.08 - superficial	L.527	1,39	53,21	0,20	0,38	0,13	4,27	51,63
SI.08(a) -P3-1,80-subt.	L.522	3,69	160,87	0,38	1,13	0,41	13,19	671,13
SI.08(b) -P3-1,80-subt.	L.523	4,10	178,43	0,33	1,23	0,94	13,3	708,52
SI.08A -P1Subt.0,50m	L.518	0,16	62,25	0,25	0,38	1,19	0,75	19,46
SI.08B -P1Subt.0,50m	L.519	0,58	60,60	0,31	0,37	1,18	0,55	19,23

Figura 1. Diagramas de conteúdo Na e K versus Cl-

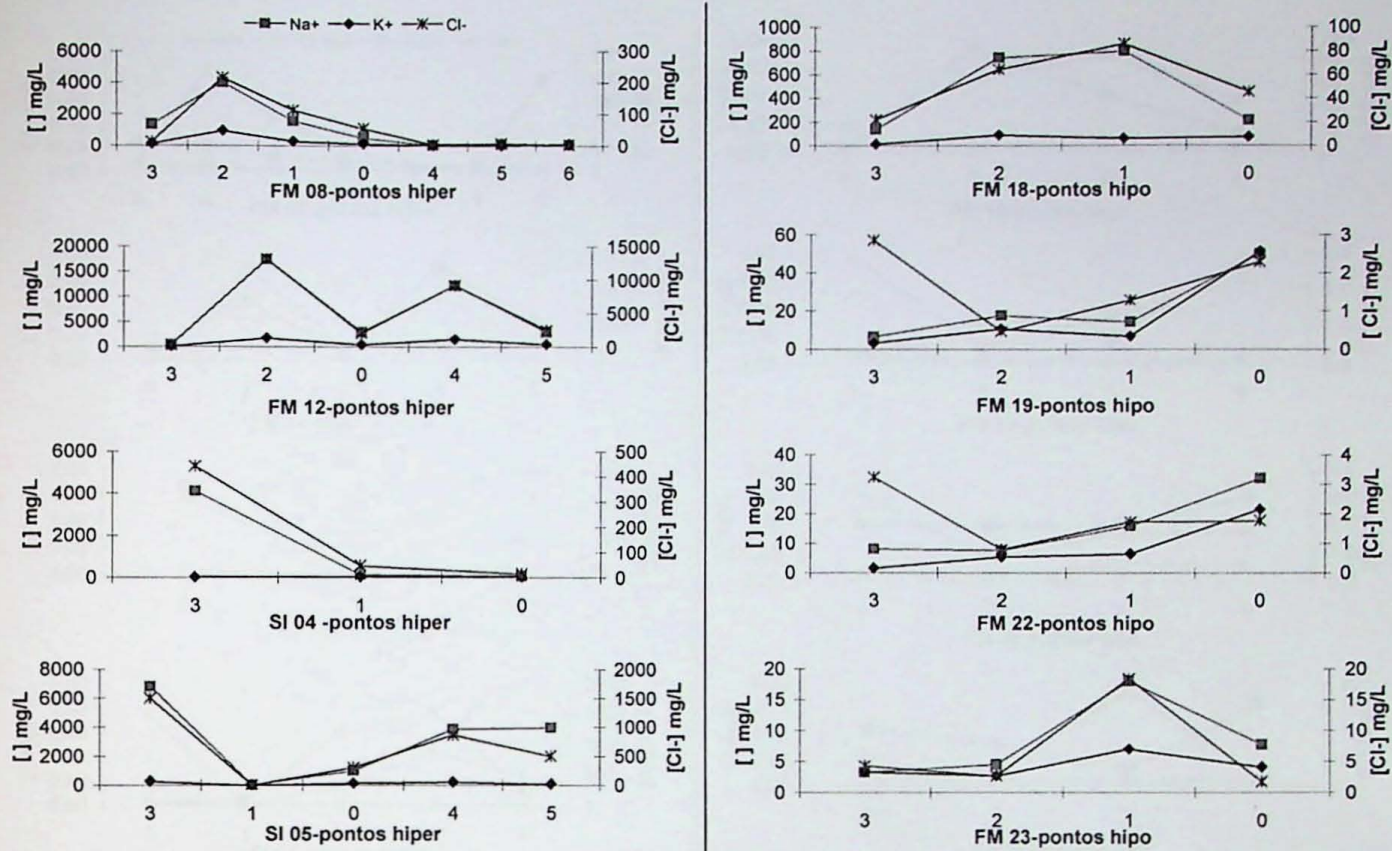


Figura 2. Diagramas de conteúdo Ca e Mg versus Cl-

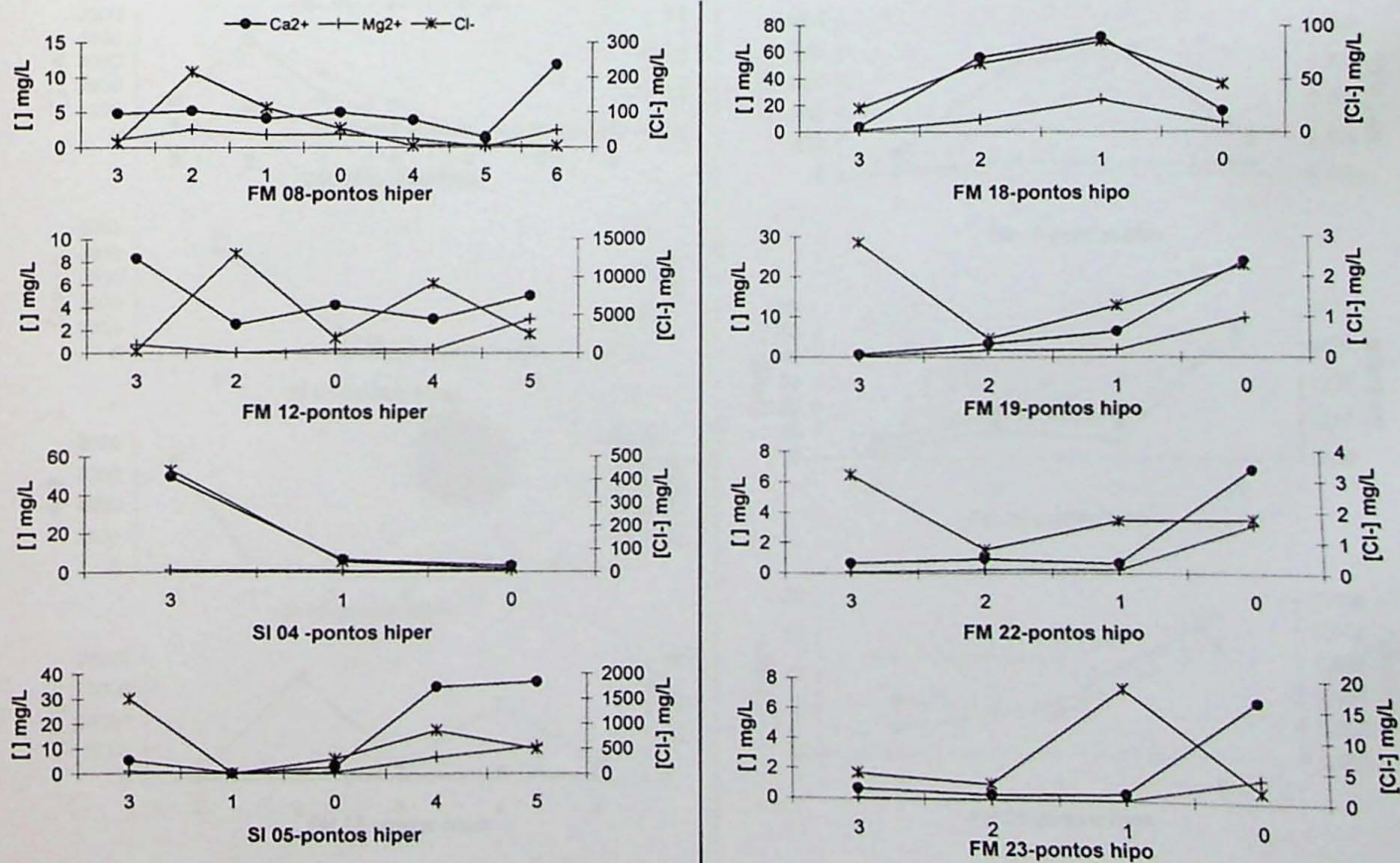


Figura 3. Diagramas de conteúdo Ni, Cr e Ba versus Cl-

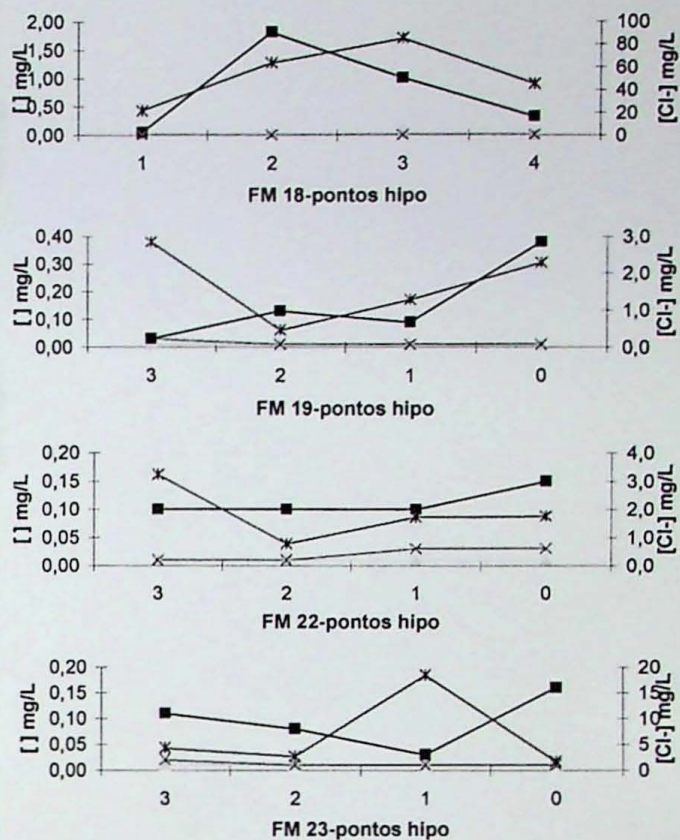
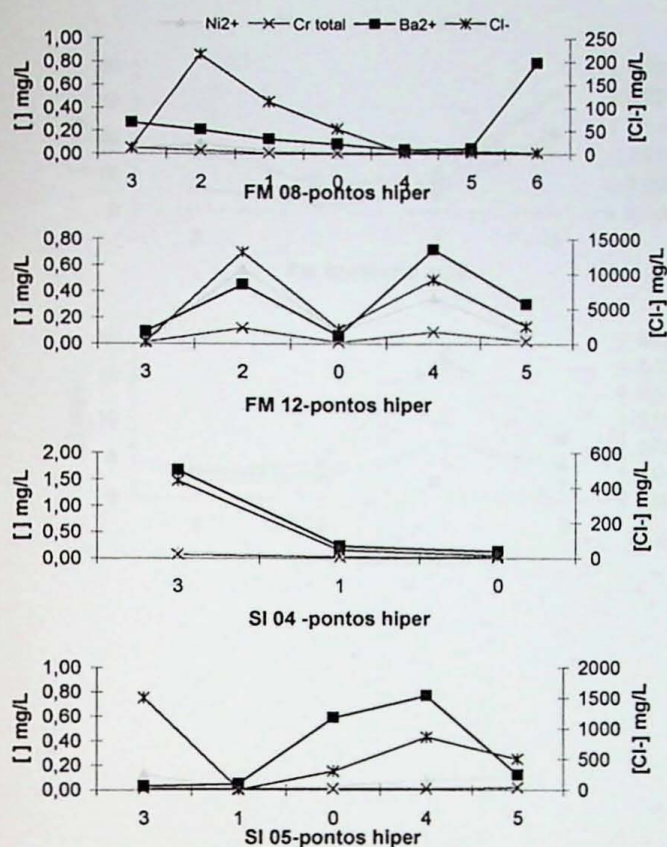


Figura 4. Diagramas de conteúdo Na e K versus Br-

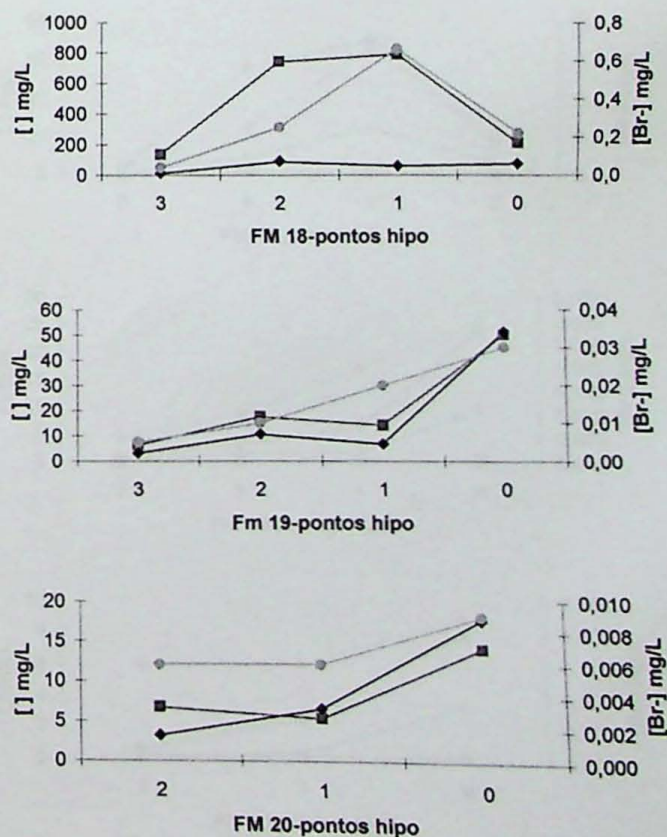
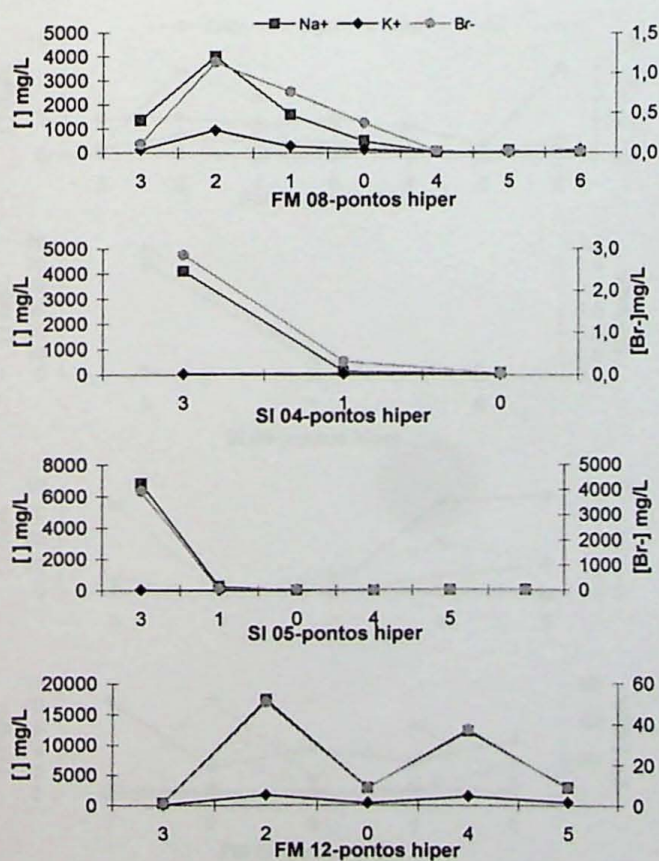


Figura 5. Diagramas de conteúdo Na e K versus Br-

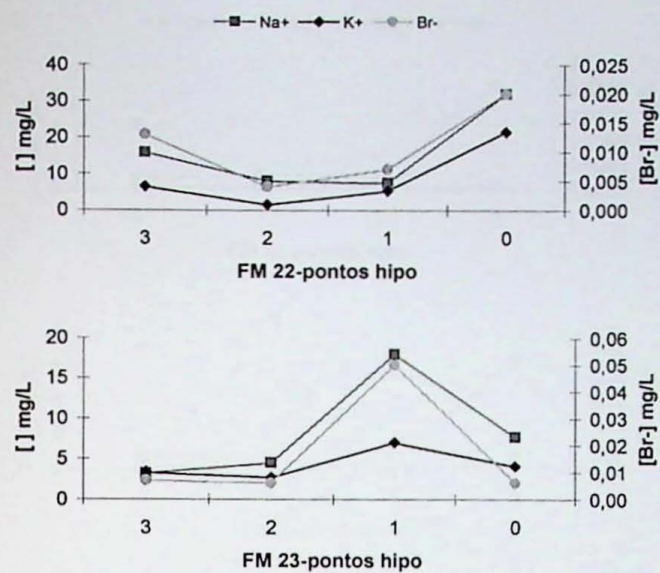


Figura 6. Diagramas de conteúdo Ca, Mg e Ba versus Br-

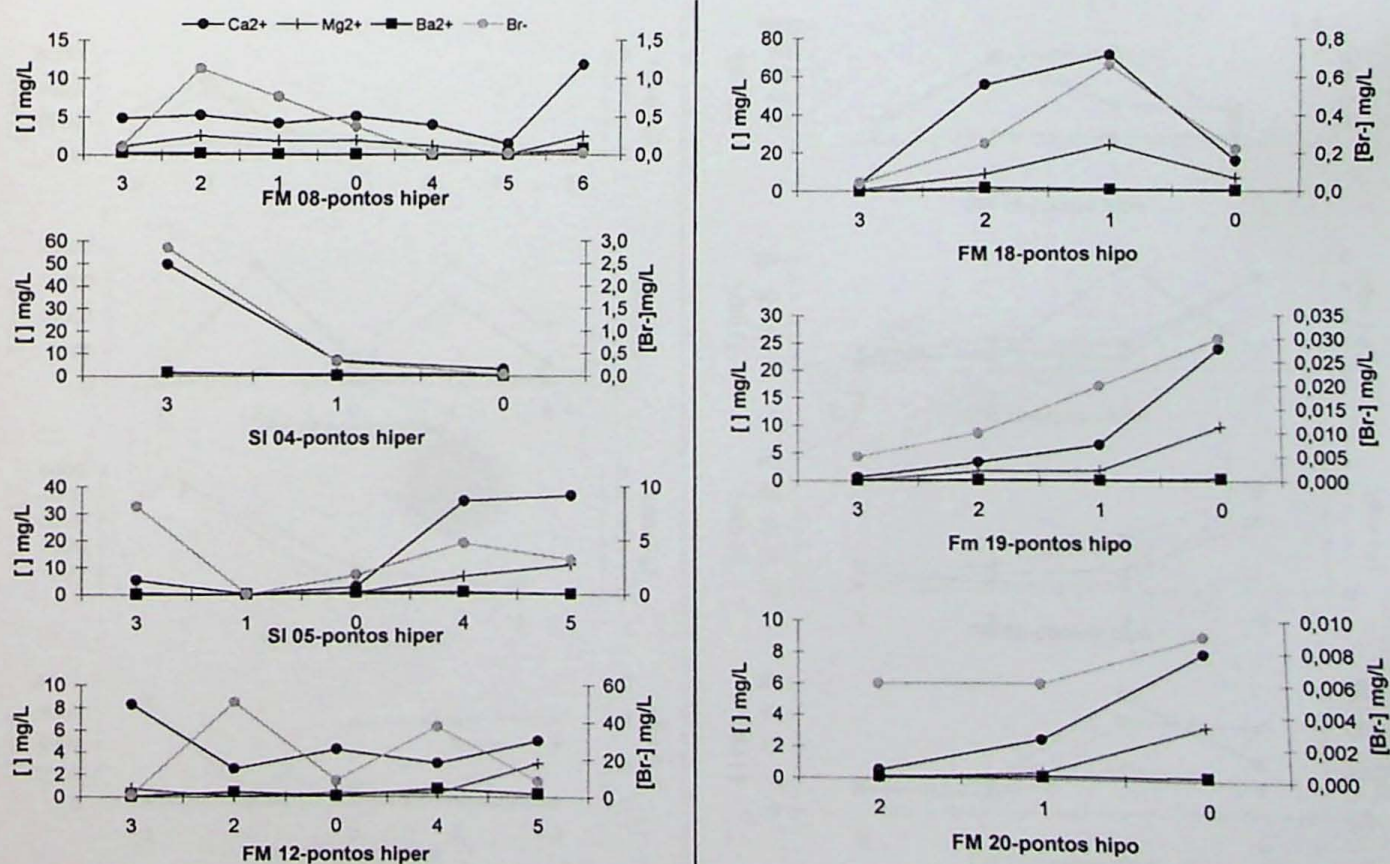


Figura 7. Diagramas de conteúdo Ca, Mg e Ba versus Br-

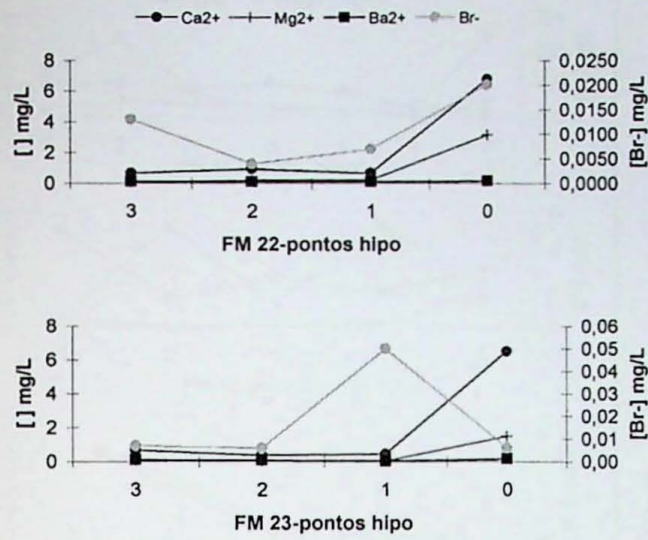


Figura 8. Diagramas de conteúdo Na e K versus F-

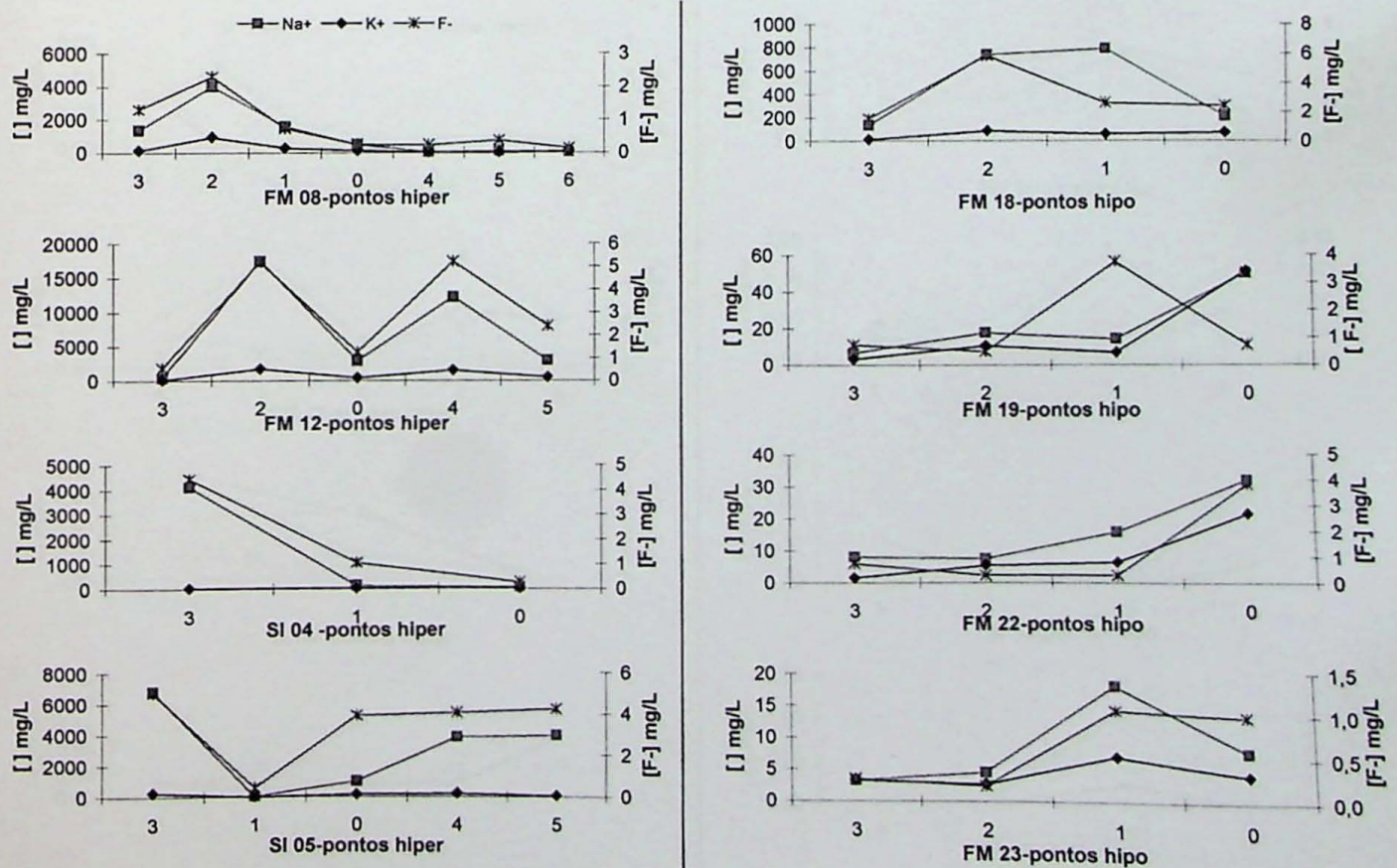


Figura 9. Diagramas de conteúdo Ca e Mg versus F-

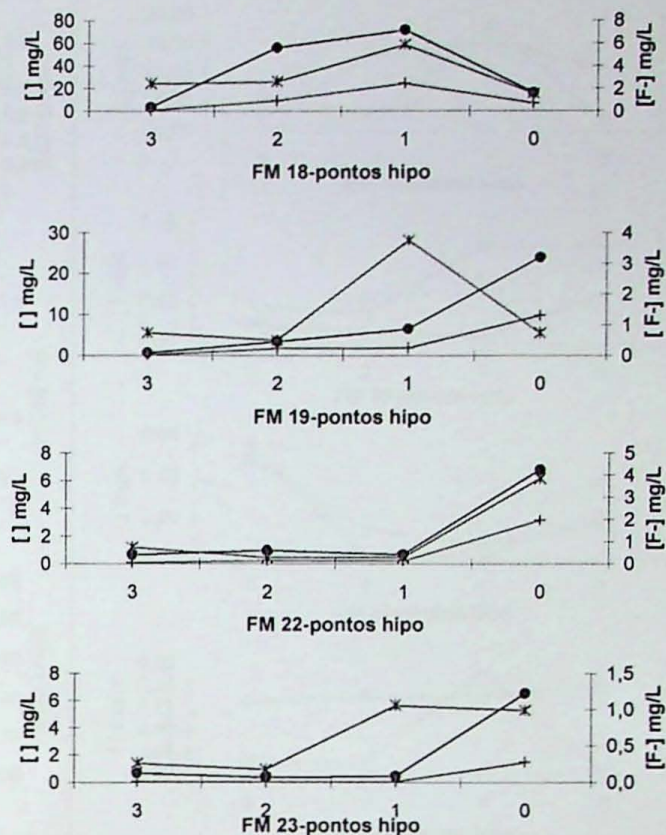
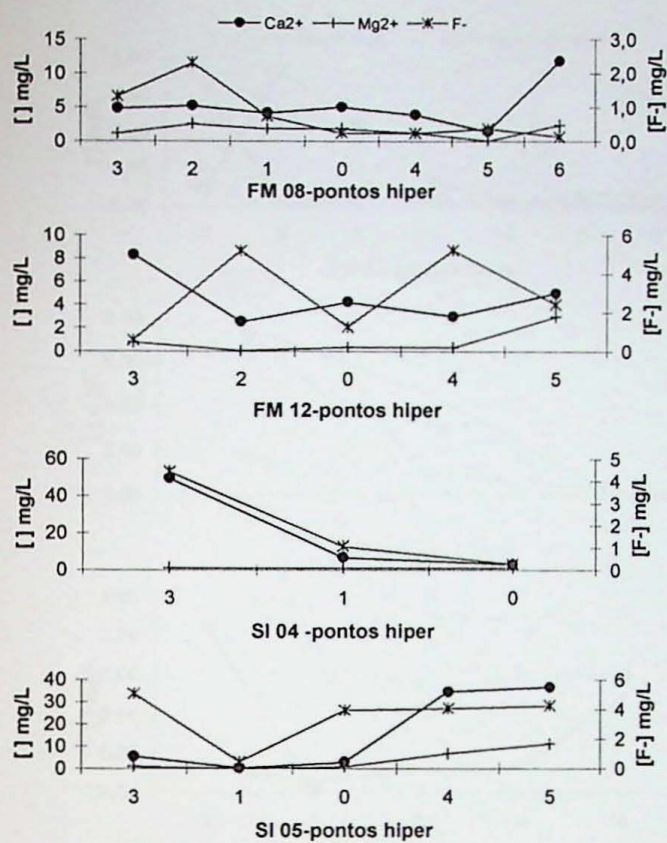


Figura 10. Diagramas de conteúdo Fe, Mn e Al versus F-

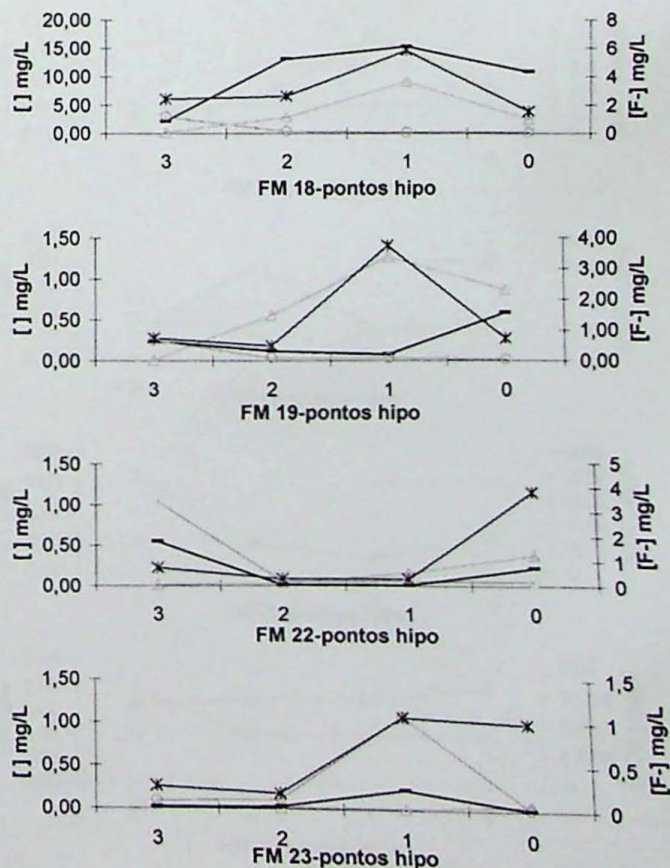
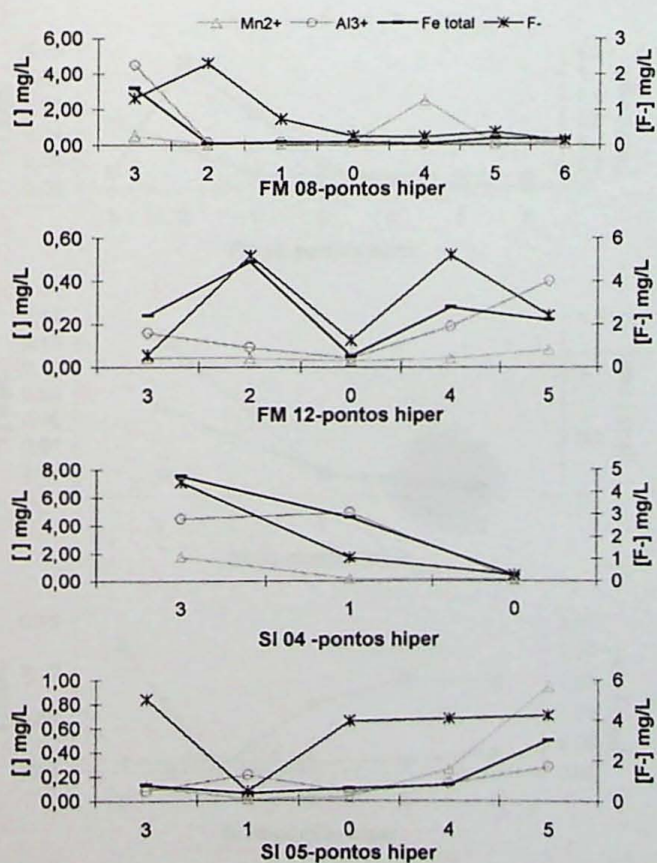


Figura 11. Diagramas de conteúdo Fe e Mn versus NO₂-

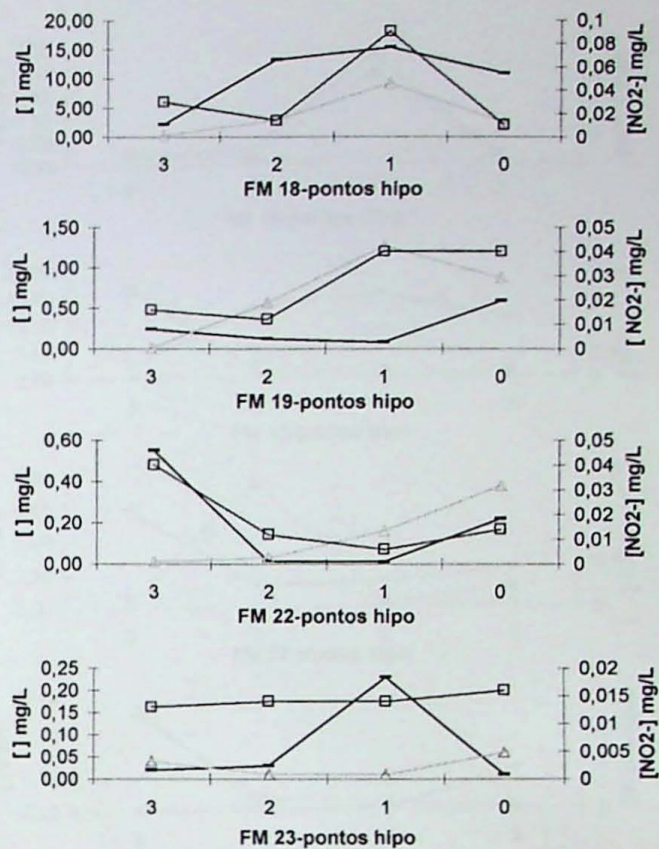
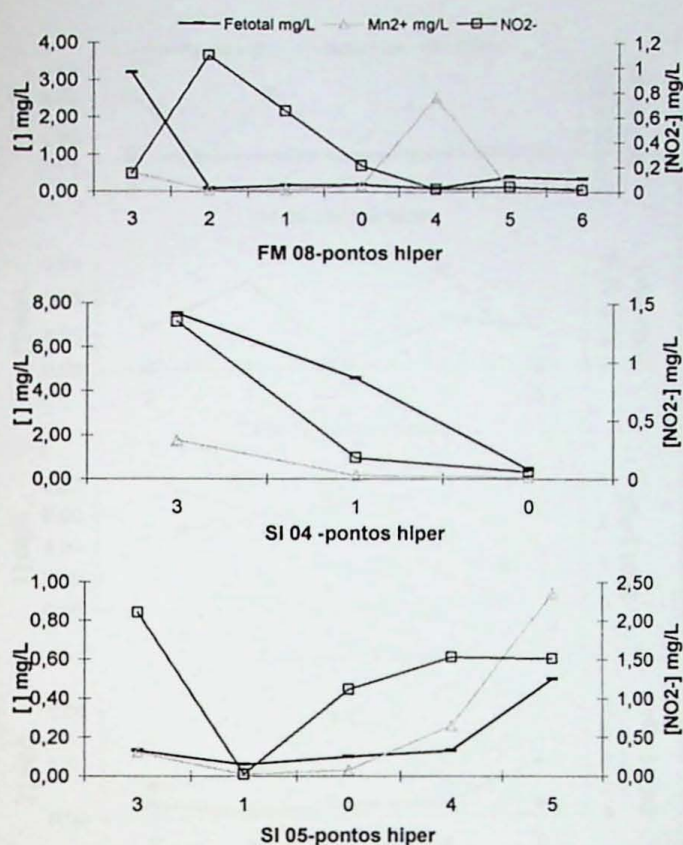


Figura 12. Diagramas de conteúdo Ni e Cr versus NO₂-

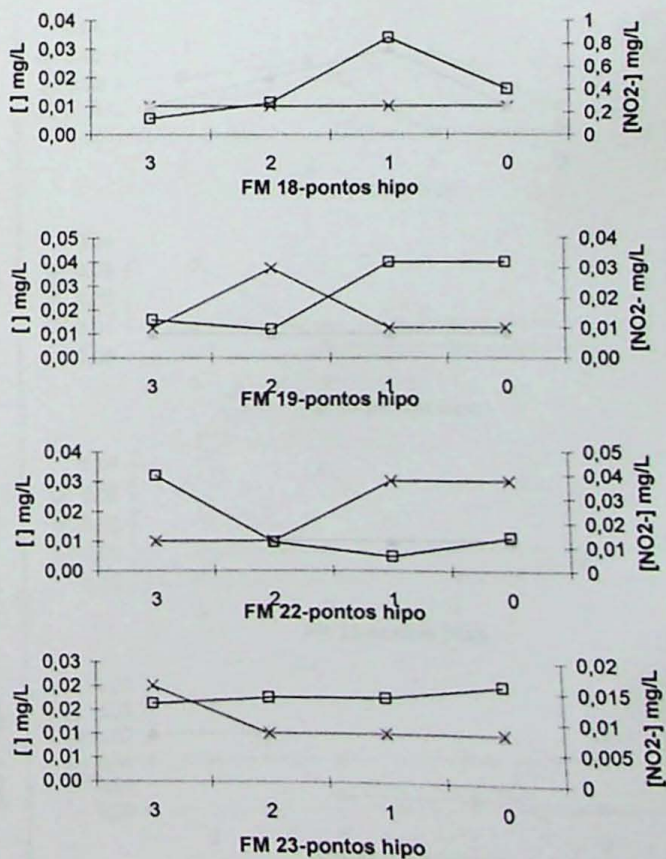
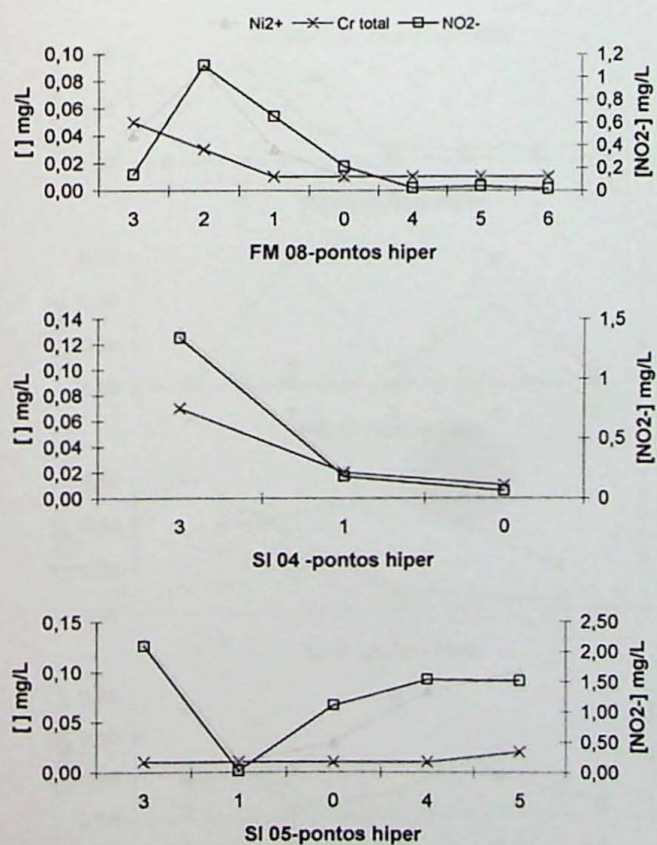


Figura 13. Diagramas de conteúdo Fe e Mn versus NO₃-

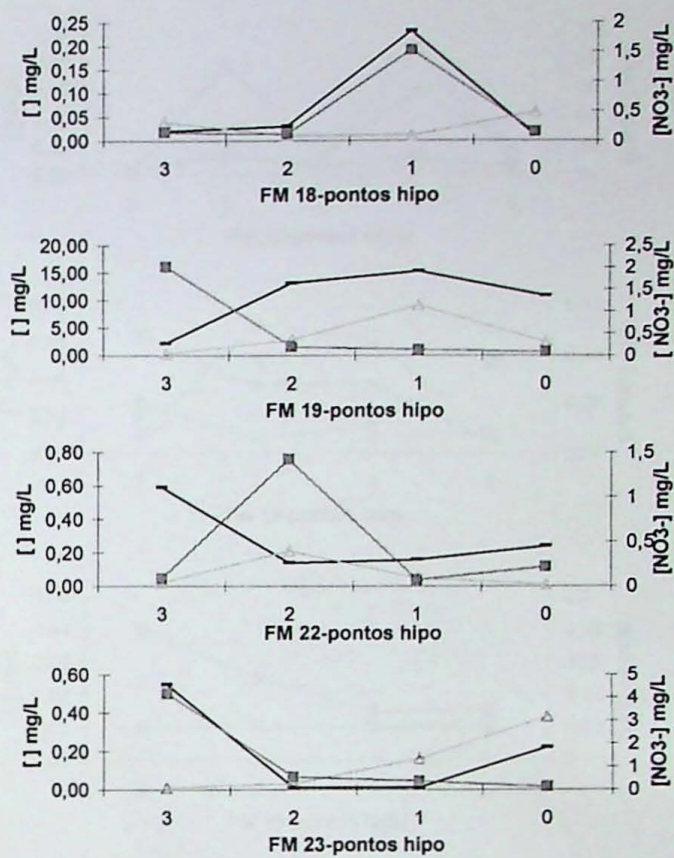
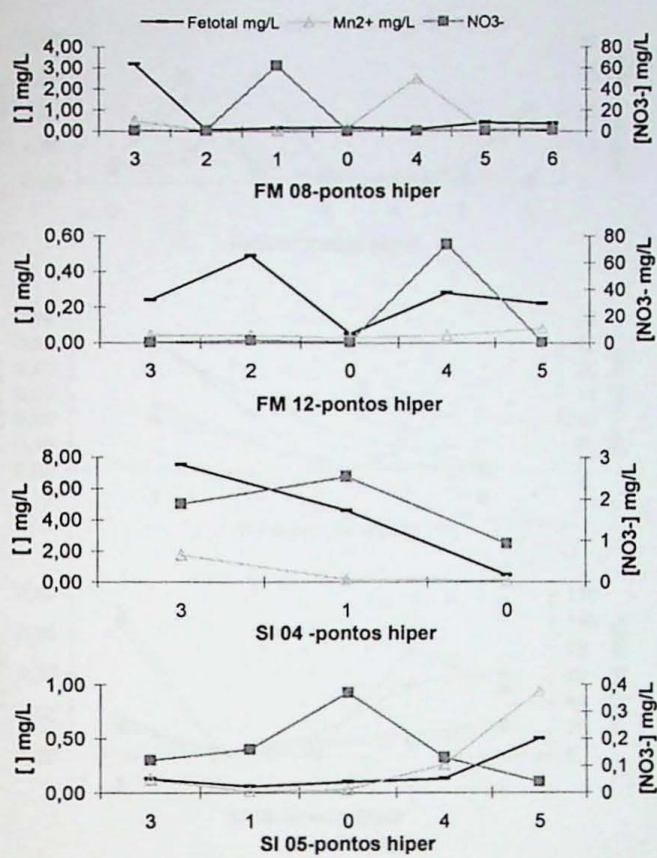


Figura 14. Diagramas de conteúdo Ni e Cr versus NO₃-

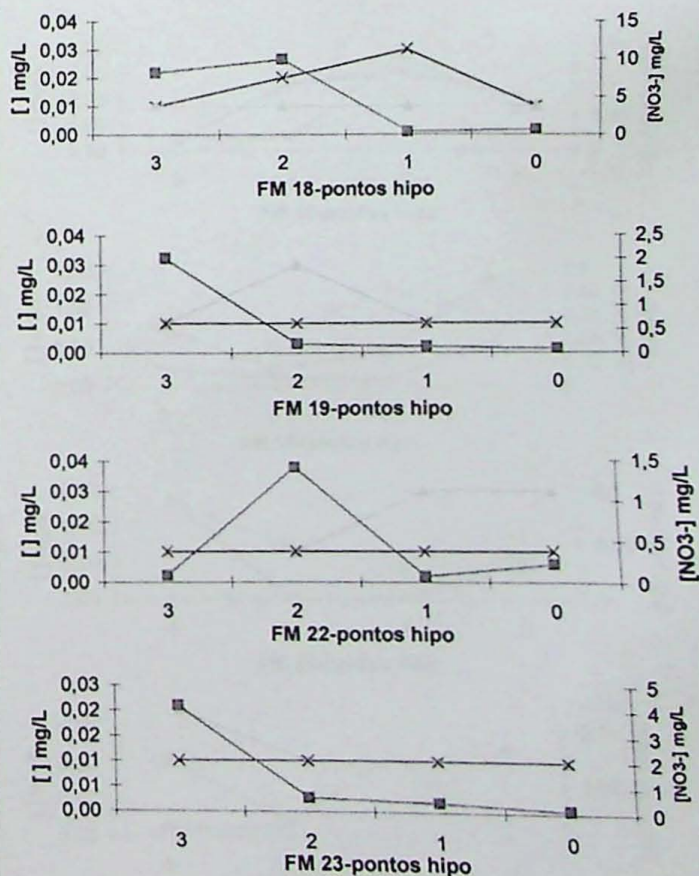
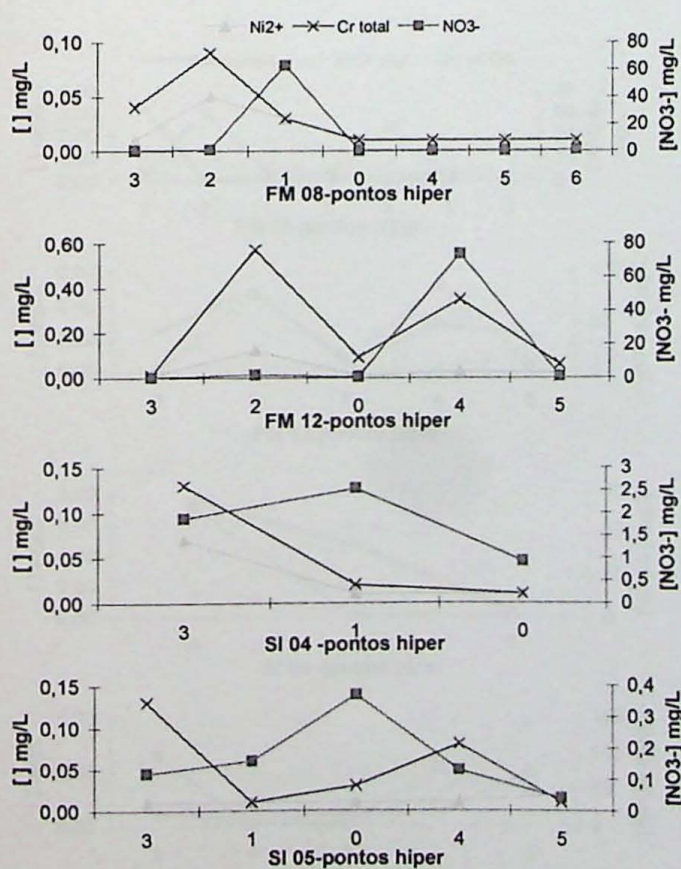


Figura 15. Diagramas de conteúdo Pb, Cu e Zn versus HPO4-

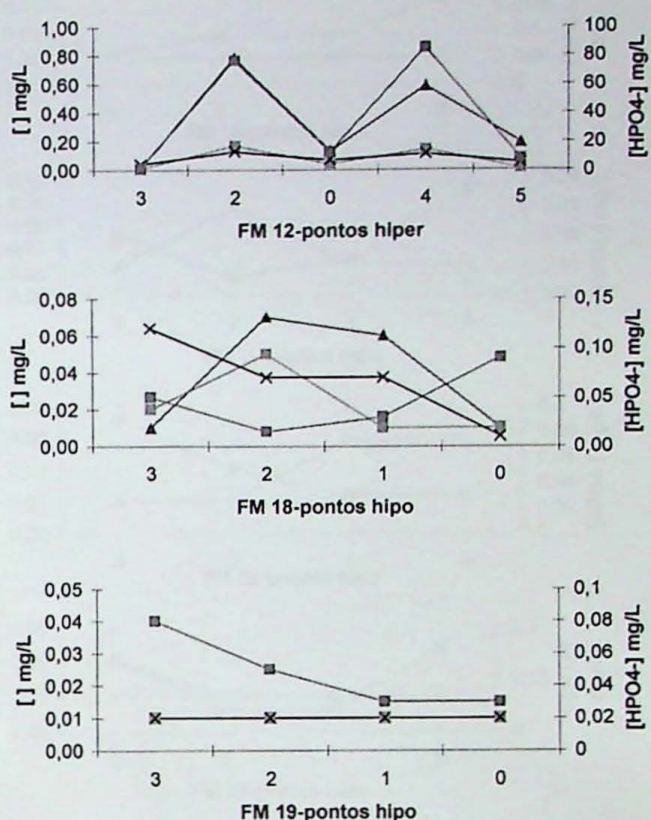
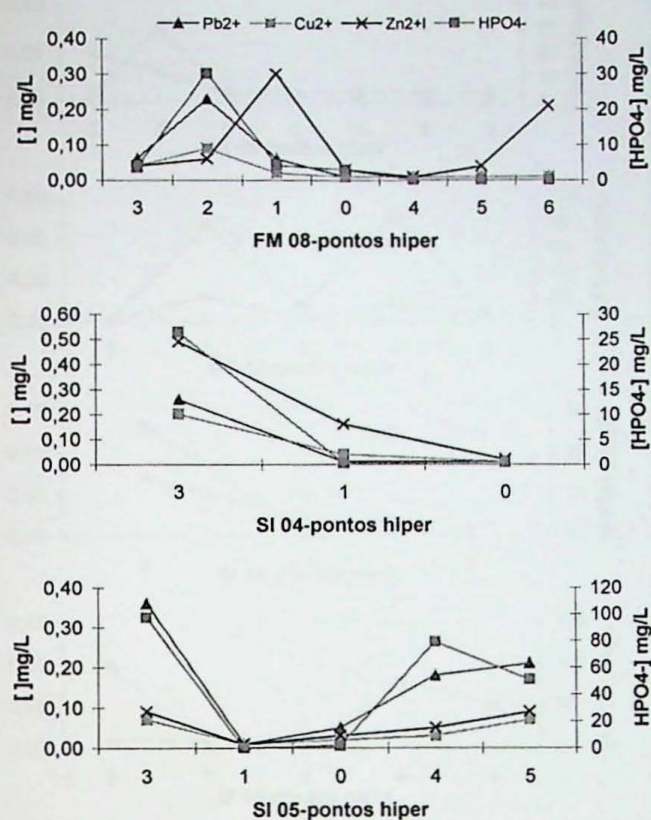


Figura 16. Diagramas de conteúdo Fe e Mn versus HPO4-

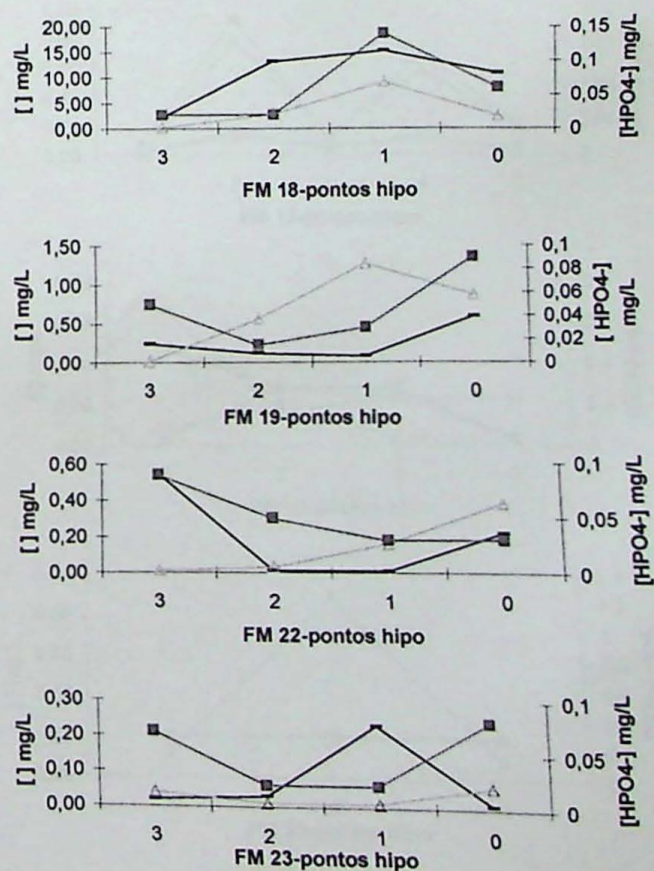
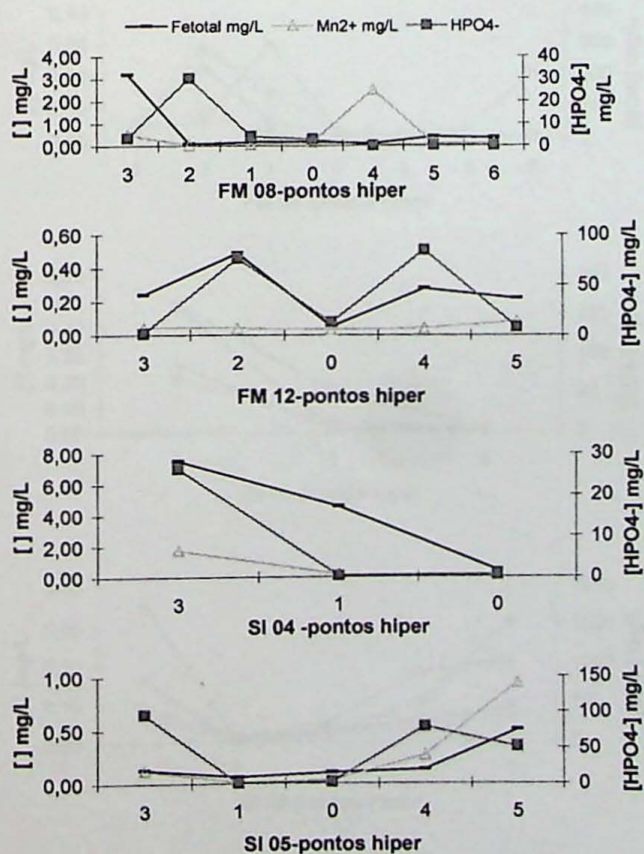


Figura 17. Diagramas de conteúdo Ni e Cr versus HPO4-

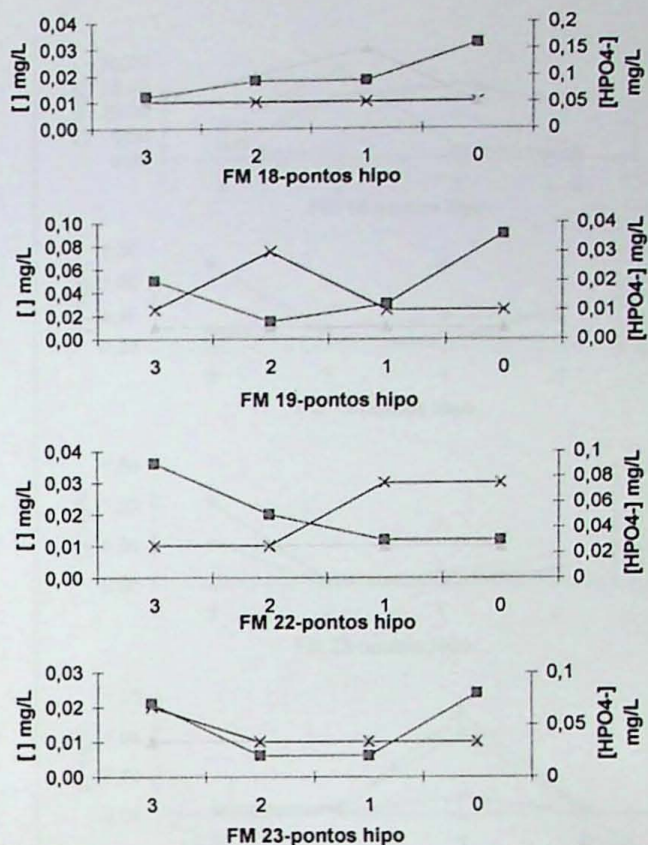
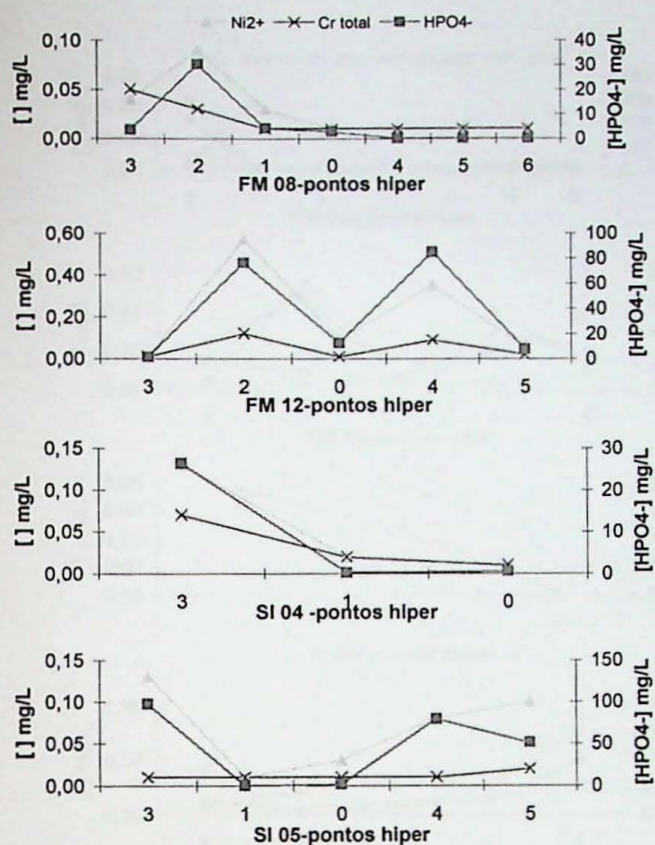


Figura 18. Diagramas de conteúdo Pb, Cu e Zn versus SO4-

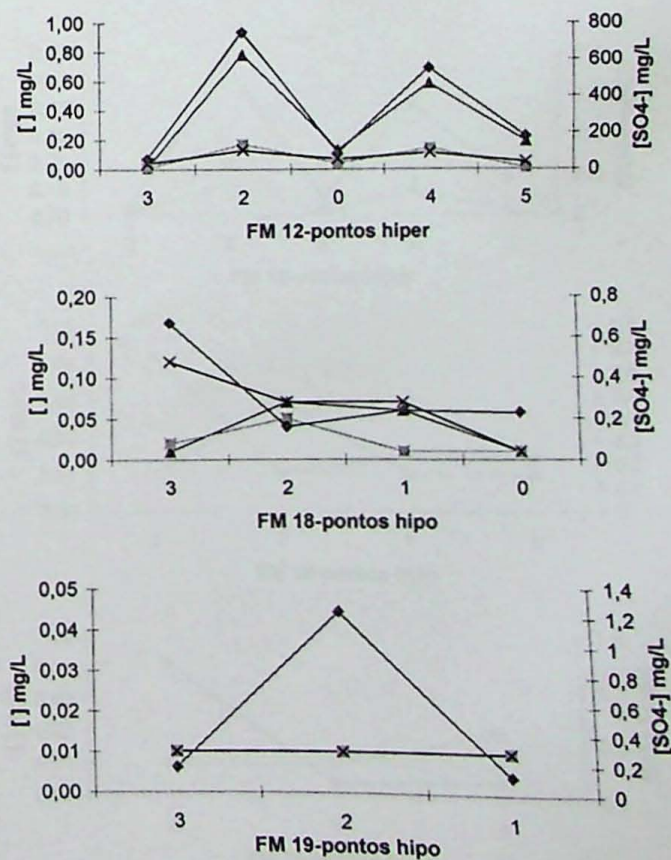
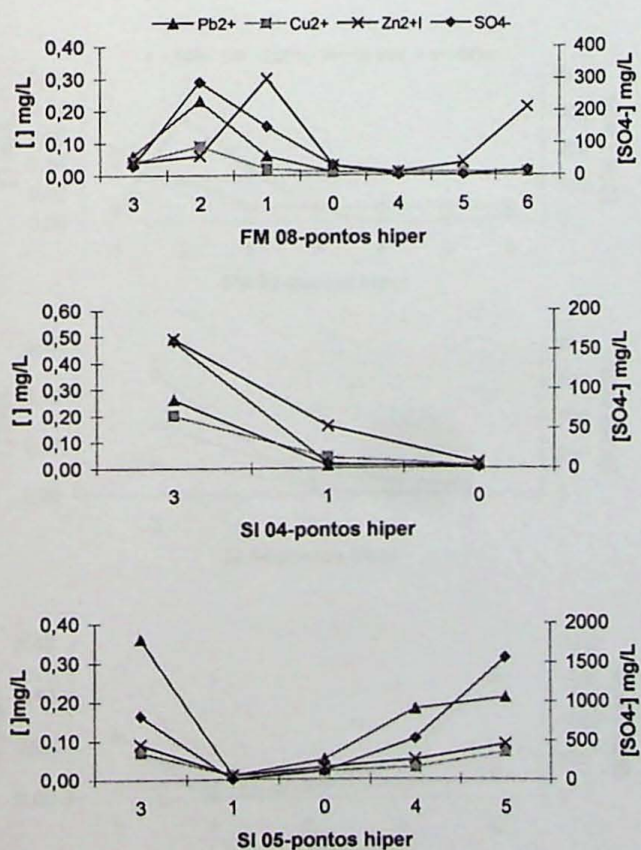


Figura 19. Diagramas de conteúdo Fe, Mn e Al versus SO_4 -

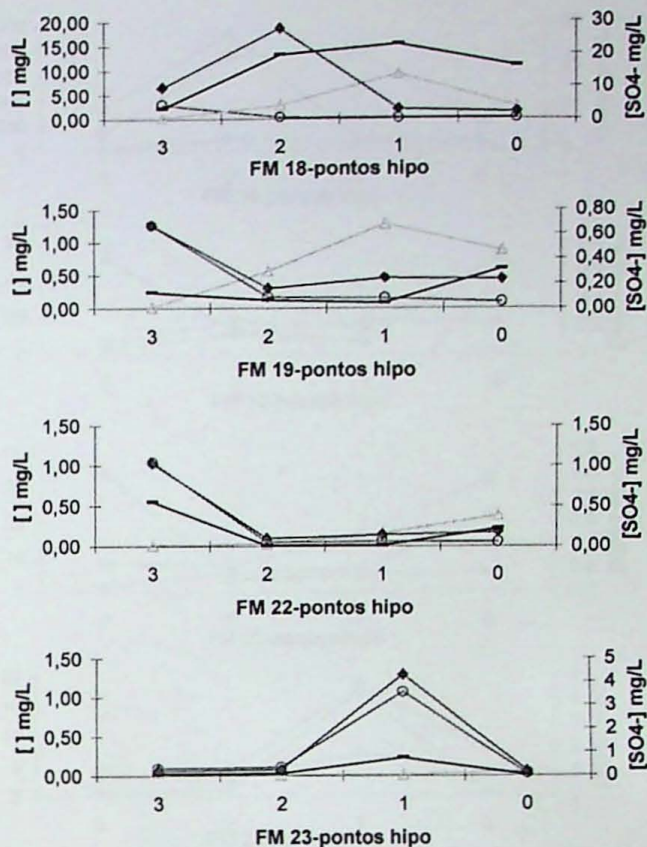
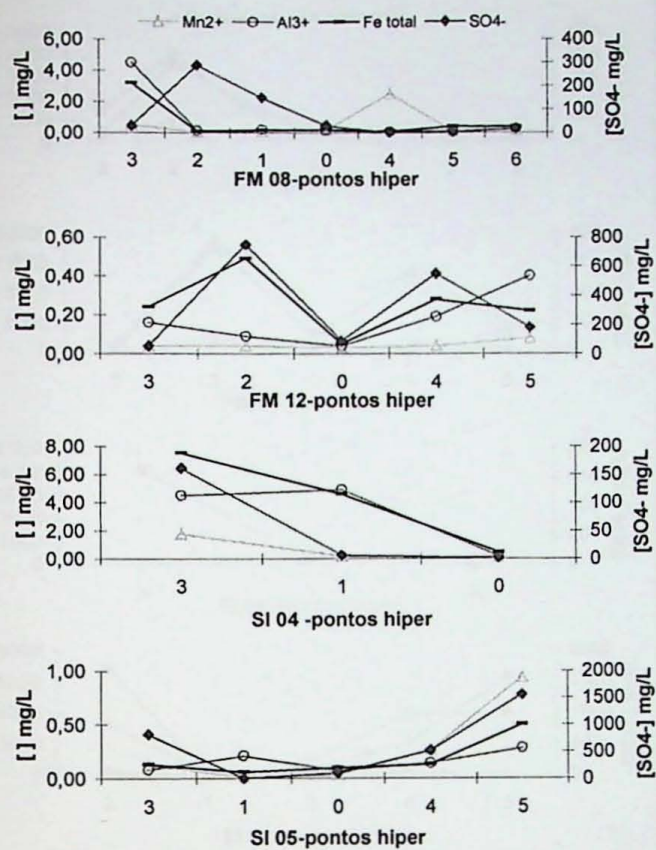


Figura 20. Diagramas de conteúdo Ni, Cd, Cr versus SO_4 -

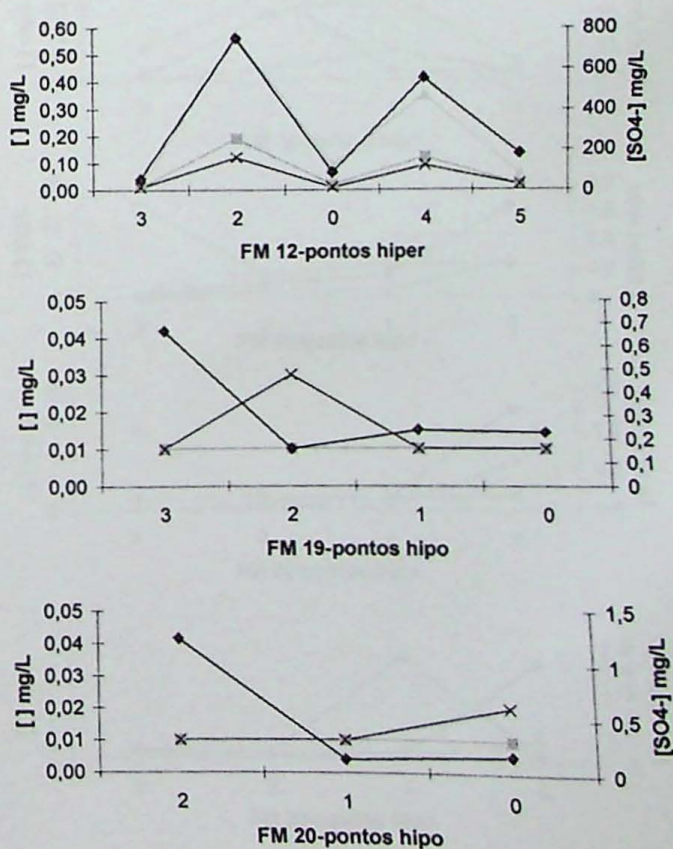
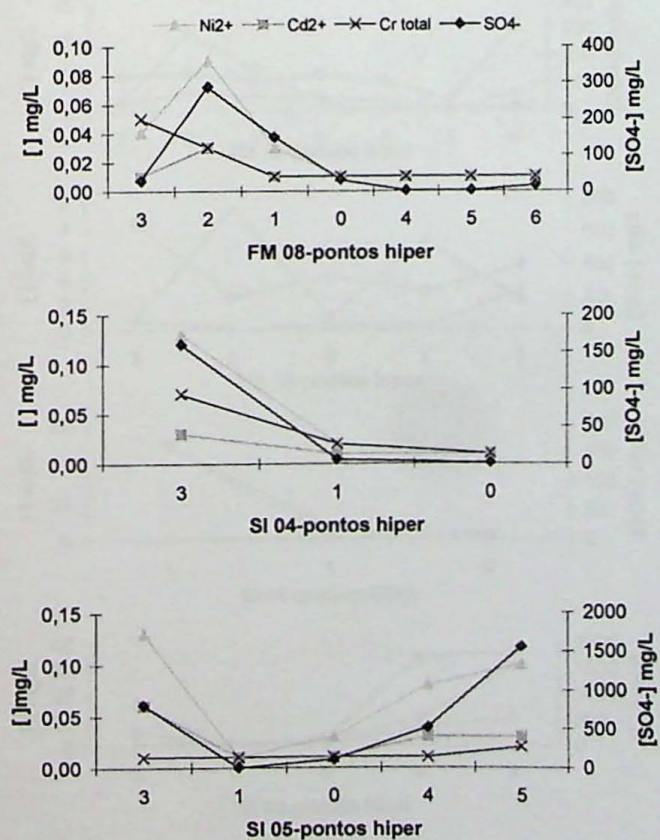


Figura 21. Diagramas de conteúdo Na e K versus SO4-

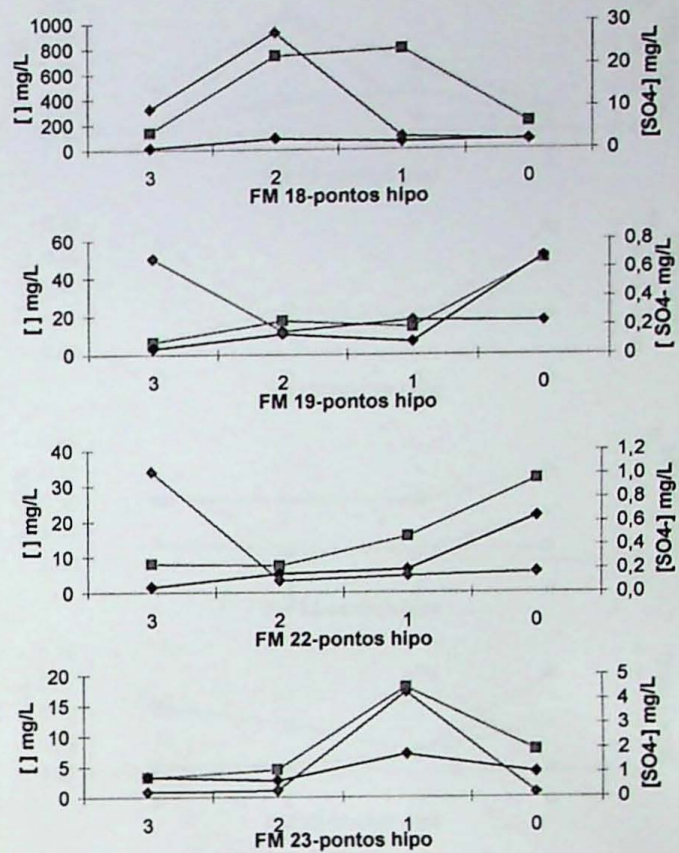
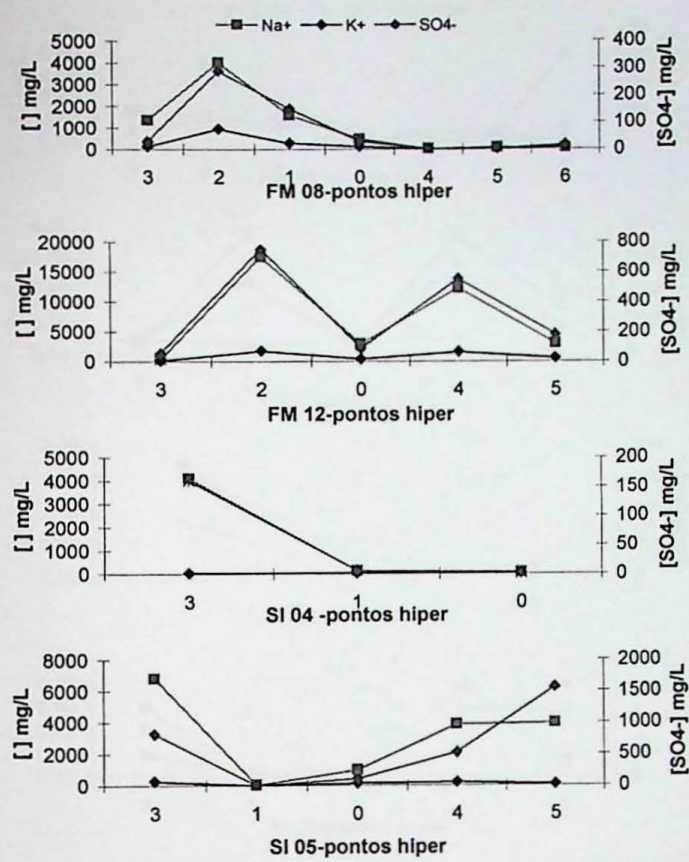


Figura 22. Diagramas de conteúdo Ca e Mg versus SO4-

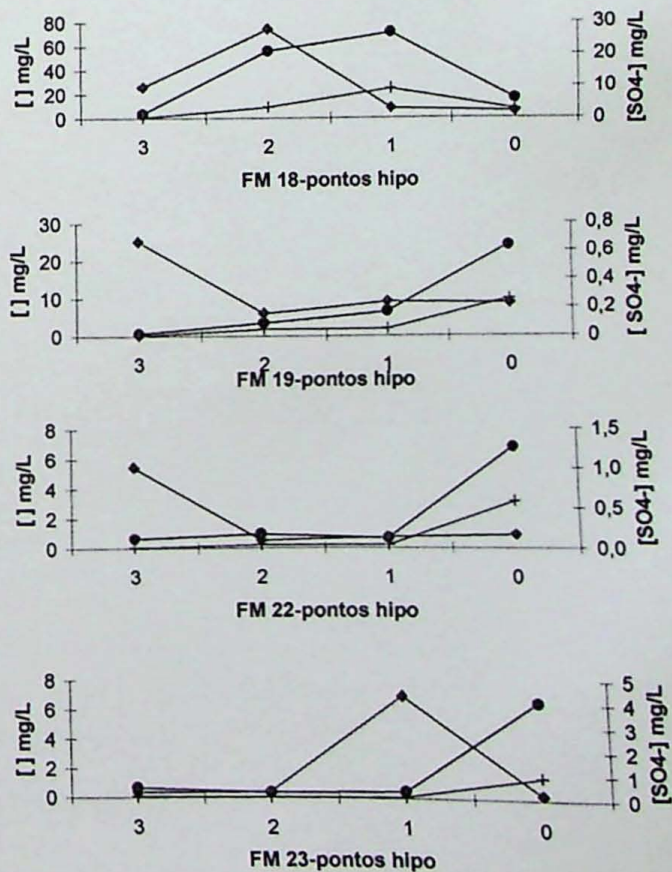
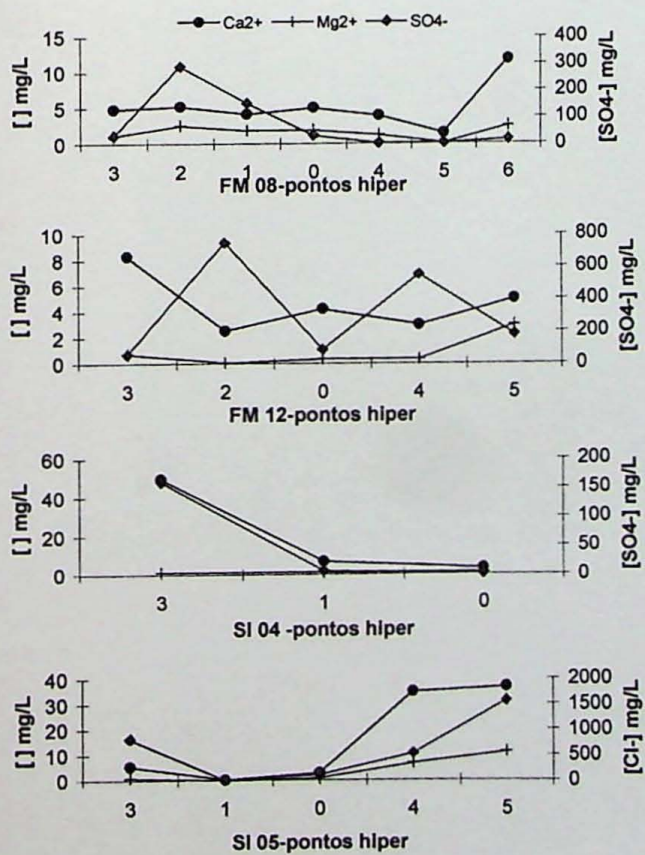


Figura 23. Diagramas de conteúdo Ba e Sr versus SO4-

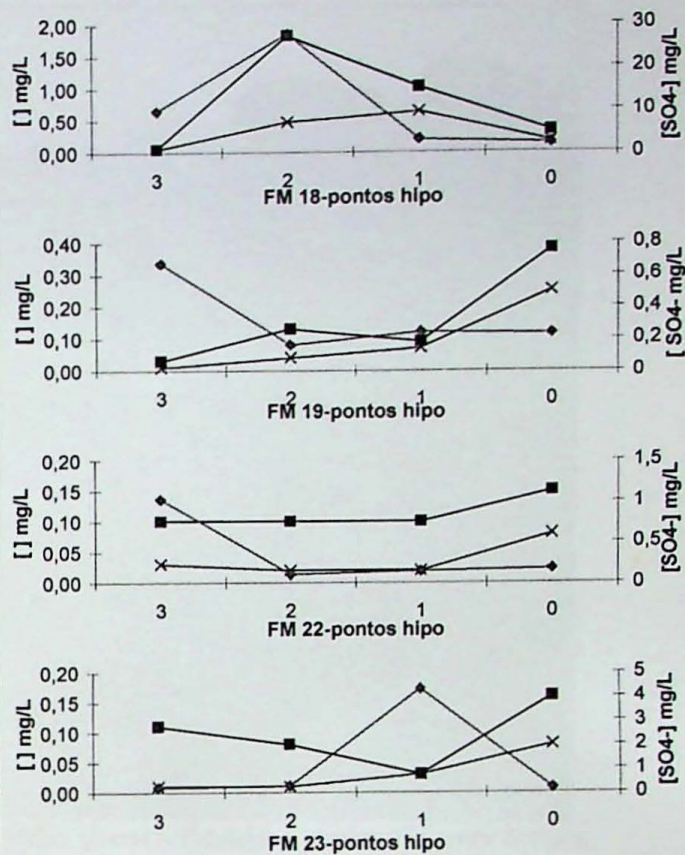
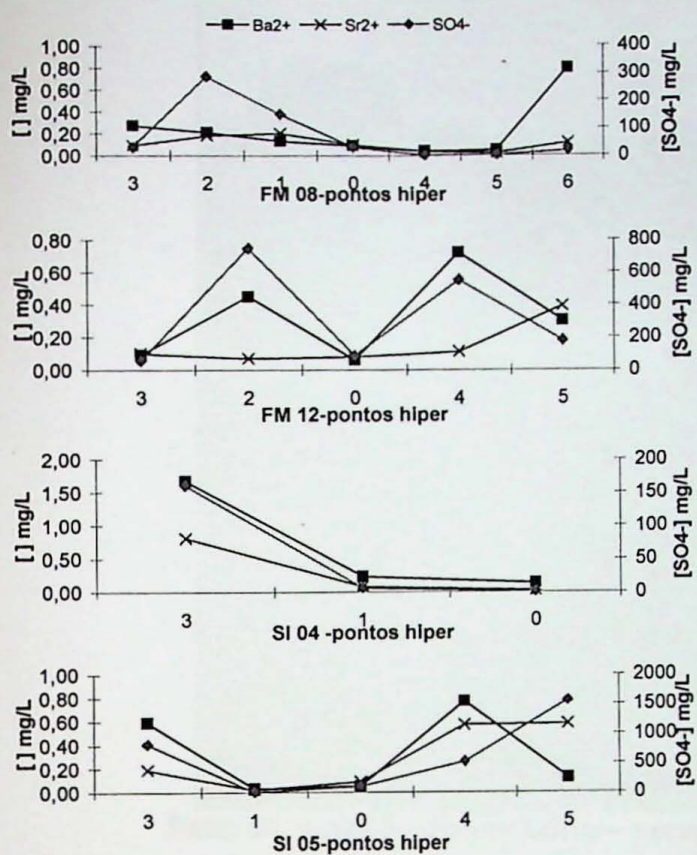




Foto 01. Lagoa Hipoalcalina – vegetação diversificada e animais presentes.



Foto 02. Lagoa Hiperlcalina- vegetação pouco diversificada e apresenta borda de areia-“praia”.



Foto 03. Lagoa Hiperlcalina com carandás associada na borda.



Foto 04. Carandás mortos nas lagoas secas.



Foto 05. Procedimento de coleta de água de subsuperfície, utilizando trado.



Foto 06. Determinações de pH, temperatura, condutividade elétrica.



Foto 05. Procedimento de coleta de água de superfície, utilizando frasco.



Foto 06. Determinações de pH, temperatura, condutividade.

DOAÇÃO	_____
IGC-USP	
Data:	27/03/06



Foto 07. Lixiviação de sílica na borda da lagoa hiperalcalina.



Foto 08. Próximo aos carandás ocorre lixiviação da sílica no canto inferior da foto, devido ao pH elevado da água.

