

ESTUDO HIDROQUÍMICO DA BACIA DO RIACHO DO NAVIO-PE

Tereza Cristina Campos Falcão *

José de Menezes Leal *

* SUDENE

RESUMÉ

Le bassin versant RIACHO DO NAVIO est localisé à l'intérieur de l'Etat du Pernambuco sur la zone du SERTÃO comprenant une surface de 3.420 Km². Il s'agit du bassin versant du plus important affluent du fleuve PAJEÚ dont le drainage s'arrête pendant l'année à cause de conditions climatiques variées: baisse pluviosité, hautes températures et taux élevé d'aridité. Du point de vue géologique on peut trouver sur le terrain des roches cristallines qui sont prédominantes et aussi des petites enclaves sédimentaires notamment aux bords du bassin du JATOBA et un petit "graben" sur la SERRA da ARARA déjà cartographié à nord-est de la ville de BETÂNIA dans l'Etat du Pernambuco. Le socle cristallin se compose presque uniquement de migmatites variées, de schistes verts, de granites, de calcaires cristallins, de amphibolites et quartz très déformés. D'après ses petites dimensions, le bassin dans son ensemble présente les mêmes potentialités hydrogéologiques (de bas débits et une haute salinité) présentant des meilleures possibilités d'exploitation dans sa moitié sud. Les débits enregistrés et le taux de salinité ont limité l'utilisation des eaux potables et son application à l'irrigation; toute fois on registre une vocation naturelle pour l'élevage notamment le troupeau bovin d'adaptation très bonne au milieu.

1 - INTRODUÇÃO

Este trabalho foi realizado objetivando um conhecimento hidroquímico das águas subterrâneas da bacia do riacho do Navio-PE, compreendendo uma área de 3.420 Km², complementando o estudo hidrogeológico, em execução pela Divisão de Recursos Minerais do Departamento de Recursos Naturais da SUDENE.

O estudo foi efetuado com o intuito de fornecer subsídios à implantação de projetos agro-pecuários e de abastecimento de pequenas comunidades rurais, selecionando-se áreas com maior vocação hidroquímica, com base no resíduo seco das amostras d'água analisadas.

Para atingir as metas, empregaram-se métodos convencionais e modernos, fazendo-se uma análise comparativa dos mesmos para verificar a confiabilidade dos resultados encontrados, conforme enfatizado na pesquisa em desenvolvimento.

2 - LOCALIZAÇÃO E ACESSO

A bacia hidrográfica do riacho do Navio, maior afluente pela margem esquerda do rio Pajeú, situa-se na porção média do Estado de Pernambuco, englobada por um retângulo que abrange no total ou em parte os Municípios de Betânia, Floresta, Custódia, Flores, Calumbi e Serra Talha da limitada pelas coordenadas: 08° 00' - 08° 45' Latitude S, 37° 45' - 38° 45' Longitude O Gr, como mostra a figura 2.1.

O acesso à área é feito através da BR-232 até Sítio dos Nunes e daí pela PE-42 até Betânia.

3 - GEOLOGIA

3.1 - Geologia Regional (Província Borborema)

A área estudada situa-se na Província Borborema, coincidindo com a região de Dobramentos Nordeste, que se desenvolveu durante o Ciclo Brasileiro.

Os dobramentos, de caráter holomórfico, estão dispostos segundo as bordas dos crátons com vergências em relação aos mesmos, e são recobertos por depósitos singeossinclinais, com poucas deformações. O metamorfismo é de caráter plurifacial, com variações que vão desde o fácies xisto verde a anfibolítico, num ambiente de baixa pressão e temperatura.

As seqüências terrígenas basais apresentam-se freqüentemente migmatizadas.

O magmatismo de natureza básica, "pré-folding", apresentou-se pouco intenso, em contraposição ao sintectônico, bastante ativo, originando stocks e batólitos granitóides, com idade aproximada de 650 m.a. O magmatismo granítico, pós-tectônico, ocorreu há cerca de 540 m.a.

Desenvolveram-se alguns depósitos molássicos nas intrafossas e antifossas, que se associam aos sistemas marginais, estendendo-se para os crátons onde apresentam pouca espessura e grau de deformação.

Complexos gnáissico-migmatíticos que constituem os maciços medianos e geanticlínios representam os altos do embasamento e datam do pré-cambriano inferior a médio. Tais rochas foram remobilizadas durante o Ciclo Brasileiro.

O sistema de dobramentos foi afetado por falhas, destacando-se o lineamento Pernambuco, com direção E-W, por suas dimensões, tendo sido reativado por vários processos em épocas distintas.

Essas falhas, quando sofreram reativação, originaram pequenas bacias, onde foram depositados restos de cobertura paleozóicas e mesozóicas que anteriormente faziam parte de coberturas mais extensas pré-existent.

Vários trabalhos foram realizados na região em apreço (Neves, 1975) como pode ser visto no quadro 3.1.

3.2 - Geologia Local (Bacia do Navio)

Verifica-se uma variedade litológica na área da bacia estudada, abrangendo rochas pré-cambrianas, geralmente migmatíticas, e rochas sedimentares, incluindo arenitos, folhelhos, calcários, margas, além de aluviões diversos.

Um estudo mais completo da área, feito por O. BARBOSA, 1964, permitiu a elaboração da seguinte coluna lito-estratigráfica:

PERÍODO	UNIDADE LITO-ESTRATIGRÁFICA	SÍMBOLO	LITOLOGIA
QUATERNÁRIO	Aluvião	Qa	Areias, argilas
	Eluvião	Qe	Areias pouco argilosas
CRETÁCIO	Formação Feira Nova (Exu)	Kfn (Ke)	Arenitos
	Formação Santana	Ksan	Calcários, margas
	Formação Marizal	Km	Arenitos, conglomerados, argilas e folhelhos
SILURIANO	Formação Tacaratu	St	Conglomerados, arenitos
PRÉ-CAMBRIANO	Grupo Cachoeirinha (Xistos verdes)	xv	Filitos, quartzitos
	Grupo Uauá (Caicô)	q cm gn/mx a mi g	Quartzitos Calcários cristalinos Gnaisses/micaxistos Anfibolitos Migmatitos Granitos

QUADRO 3.1
COLUNAS LITOESTRATIGRÁFICAS PROPOSTAS NO SISTEMA
DE DOBRAMENTOS PAJEŪ

J. M. LEAL, 1966 (Bacia do Pajeū)	E.G.U.F.PE., 1965/67 (Médio e Baixo Pajeū)	E.G.U.F.PE., 1972 (Alto Pajeū)	BRITO NEVES, B.B., 1975 (Pajeū - Paraíba)
Filitos	Biotita e Muscovita- xistos, lentes de calcário.	Filitos	Filitos/Quartzitos
	Quartzitos		
Biotita-gnaïsse e xistos Intercalações quartzí- ticas, calcários e anfíbolíticas. Migmatitos. Intercala- ções quartzíticas, calcárias e anfíbolíti- cas.	Paragnaïsses com inter- tercalações de hemati- ta-quartzitos. Migmatitos de estru- turas variadas com in- tercalações calcárias, anfíbolíticas e quartzí- ticas. Granitos e Granitos gnaïsses.	Xistos com muitas intercalações cal- cárias e anfíbolí- ticas no topo. Me- tagrauvacas bioti- ticas e gnaïsses bimicáceos, com intercalações cal- cárias, anfíbolíti- cas. Metagrauvacas migmatizadas. Migmatitos.	Micaxistos com inter- calações calcárias e calco-silicáticas. Me- tagrauvaca biotítica e granadífera. Gnaïsses.
Migmatitos (anatexitos e embrechitos). Gnaïsses graníticos.	Migmatitos	Granitos metasso- máticos. Migmatitos variados.	Gnaïsses micáceos, in- tercalações quartzíti- cas.

FONTE: BRITO NEVES, B.B., 1975.

3.3 - Estrutural

Caracterizam a área mapeada duas fases tectônicas bem definidas: uma primeira, essencialmente plástica e uma segunda, rutila.

O primeiro movimento tectônico seria o responsável pelos fortes dobramentos do bloco pré-cambriano, que culminaram com as grandes falhas de rejeito direcional. A direção desse esforço, mais antigo, seria norte-sul, atuando em profundidade, onde domina a pressão hidrostática, em virtude do somatório da sobrecarga de massa rochosa.

As falhas de rejeito direcional, como apresenta o mapa geológico - co, orientam-se sempre na direção este-oeste, a partir dos arredores da cidade de Floresta, sofrendo, em seguida, virgações, ora para nordeste, ora para sudeste. É pois ali o ponto de divergência entre três eixos estruturais coincidentes com as direções Paraíba, Pernambuco e Floresta (Leal, 1975), que caracterizam o embasamento cristalino do Nordeste brasileiro. Embora haja um profuso leque de falhas, duas podem ser bem assinaladas, quer pelas suas extensões, quer pelas modificações que geram no aspecto estrutural da região.

A primeira falha, partindo de Floresta, PE, acompanha o leito principal do riacho do Navio, com larga faixa milonítica e núcleos corneos de granito róseo. Continua bordejando a bacia de Jatobá, paralelamente a serra do Pereira, e se bifurca, mais a este, em dois ramos. O meridional continua limitando a bacia de Jatobá, mascarado sob o espesso pedimento desta, passa por Ibimirim, PE e estende-se além dos limites deste mapa geológico, por Arcoverde, Caruaru, PE, até atingir o litoral pernambucano. O segundo ramo encurva-se fortemente para norte, deformando e evidenciado pelo estrangulamento do grande núcleo granítico, que foi dividido em duas metades. A porção oeste foi deslocada para sul, constituindo a serra da Barra, enquanto a leste foi arrastada para o norte, formando a serra da Maravilha. Essa falha transpõe os limites de Pernambuco e entra no Estado da Paraíba.

A segunda falha passa a norte da cidade de Floresta, PE e evolui na direção nordeste, limitando o bordo sudeste da bacia sedimentar da serra da Arara e, tangenciando os corpos graníticos do Sítio dos Nunes (Floresta, PE), se perde, também, extrapolando a área estudada.

Esse esforço tectônico plástico é, sem dúvida, mais acentuado a oeste da área, a partir da confluência riacho do Navio/rio Pajeú, onde as lineações se comprimem num feixe adelgado, que se abre progressivamente para este, no sentido de maior dispersão de energia. As falhas direcionais parecem ter forte influência nos processos metamórficos, pois, se aglomeram, em sua trajetória às principais serras da região, sempre constituídas de granitos róseos, corneos ou migmatitos enrigecidos por forças compressivas. Tal observação pode ser extensiva às serras Grande, da Maravilha, do Saco, da Bernarda, do Bonito, da Conoa, além de outras de somenos importância.

Por outro lado, as linhas estruturais refletem um dobramento profundamente complexo, que se acentua no quadrante nordeste da área. Somente o anticlinal de Pirpipã guarda uma certa regularidade em suas linhas, justamente por se originar de esforços bem dirigidos. Sua dobra é isoclinal e está grosseiramente orientada na direção este-oeste, com mergulho subvertical para norte. Acha-se coroada por quartzitos abundantes e entremeados com micaxistos, em camadas delgadas. Somente, a sul, foi truncado pelo sistema de falhas direcionais, já descrito acima, que altera completamente a textura das suas rochas, gerando milonitos e cataclitos em profusão. Foi no eixo principal dessa dobra que o riacho do Navio cavou seu leito principal, desde a embocadura até a zona perianticlinal da mesma, à montante de Airi (Floresta, PE).

Os esforços rutilais, mais recentes, originaram falhas de gravidade, que delimitam naturalmente as bacias sedimentares de Tucano e da serra da Arara, além de "horsts" e "grabens" outros, encontrados dispersos pela região. Geralmente surgem pelo ativamento das fraturas de cisalhamento pré-existentes que sofreram deslocamentos verticais de grande monta. Na bacia de Jatobá tal aprofundamento atinge centenas de metros, ao passo que na serra da Arara, não vai além de 80 m, conforme sondagens realizadas na região, pela CONESP/SUDENE.

4 - HIDROGEOLOGIA

4.1 - Generalidades

Conforme mapa hidrogeológico anexo e catálogo de pontos d'água (quadro 4.1), existem 51 (cinquenta e um) pontos d'água, dos quais 32 (trinta e dois) são poços, com profundidade média de 35,67 m.

Coerentemente com a natureza cristalina predominante dos terrenos, os poços apresentam baixas vazões, com uma média de 2.615 l/h para um rebaixamento médio de 12,00 m. A vazão específica média não ultrapassa, portanto, os 218 l/h/m.

A porção sul da bacia apresenta maior vocação hidrogeológica, face ao intenso cisalhamento, especialmente quando se consideram os riachos-fendas de direções paralelas às linhas de "stress", ou seja, geralmente de norte para sul.

A porção norte da bacia é mais complexa hidrogeologicamente, pois predominam ali rochas maciças, granitoides, afetadas particularmente por falhamentos de gravidade, originando "grabens" (bacia da serra da Arara) ou "horsts", por vezes de grandes dimensões, tal como ocorre nas proximidades da cidade de Betânia. As fendas, nessas paragens, são mais obscuras, em suas direções, dificultando sobremaneira a prospecção de água subterrânea.

A bacia sedimentar da serra da Arara, possui dimensões pequenas ($\pm 300 \text{ Km}^2$) porém apresenta melhores condições hidrogeológicas, tanto pela natureza do depósito clástico, em geral arenoso, grosseiro, como pela pouca profundidade do nível estático do aquífero livre. A espessura média da bacia é de aproximadamente 100,00 m (confirmada por testes geofísicos) e da zona de saturação, em torno de 65,00 m. Os testes de bombeamento realizados pela CONESP/SUDENE determinaram para esse aquífero, as seguintes constantes hidrodinâmicas:

$$T = 1,40 \cdot 10^{-5} \text{ e } S = 1,57 \cdot 10^{-4}$$

A sudeste, uma porção da bacia de Jatobá, acha-se incluída no perímetro da área estudada. Ali, a captação de água subterrânea apresenta vários problemas em virtude das camadas mais promissoras, como o arenito Tacaratu, estarem a grandes profundidades, em decorrência do próprio mergulho regional do "graben" que se orienta no sentido noroeste. Torna-se imprevisível o conhecimento pelos métodos tradicionais das profundidades das camadas aquíferas, mesmo da Formação Marizal, tendo em conta os diferentes rejeitos de falhas que recortam a bacia. Dessa forma, existem poços prejudicados pela pouca espessura da camada sedimentar, contrastando com outros que atingiram profundidades superiores aos 150,00 m.

As aluviões são comuns em toda a área, alcançando larguras consideráveis, no leito principal do riacho do Navio, como se constata desde a vila de Airi (Floresta, PE), até sua confluência com o rio Pajeú. Verifica-se entretanto, através de sondagens, que esses depósitos são delgados, ao ponto de muitas vezes deixarem aflorar o embasamento rochoso. A profundidade média atinge os 9,00 m.

Foram perfurados alguns poços nessas aluviões, obtendo-se vazões variáveis, desde nulas até 11.376 l/h.

4.2 - Recarga de aquífero cristalinos

Foram instalados pela SUDENE, no período 1970-1971, três linígrafos em poços existentes nos municípios de Floresta e Betânia, PE, no domínio da bacia de Jatobá, sendo possível constatar que o nível freático das águas profundas nos terrenos cristalinos fraturados, sofre influência diária da maré e da pressão atmosférica, além de responder rapidamente ao processo de recarga natural durante o ciclo hidrológico.

Linígrafos instalados no município de Betânia, na sede e no povoado de Remédio, mostram o processo de recarga no aquífero cristalino. Verifica-se que a resposta entre as quedas pluviométricas e a elevação do nível estático, nos poços, é quase imediata e medida em poucas horas. Essa oscilação é fraca e não atinge 1,00 m entre o período seco e o chuvoso.

4.3 - Circulação das águas profundas

Construíram-se vários poços na bacia do riacho do Navio, objetivando um estudo da circulação das águas profundas, nos seus diversos sistemas aquíferos, ou seja, cristalino, cristalino/aluvião e sedimento, utilizando-se traçadores radioativos de grande sensibilidade.

O cristalino foi estudado no povoado de Angico (Betânia, PE), o sistema cristalino/aluvião foi pesquisado no lugar Várzea Comprida (Floresta, PE), enquanto a circulação nos terrenos sedimentares, foi estudada na bacia de serra da Arara, no local Baixo da Formação, à margem direita da antiga estrada Betânia-Serra Talhada.

Os testes foram executados pelo Departamento de Energia Nuclear da Universidade Federal de Pernambuco, em três campanhas, utilizando o radioisótopo BROMO-82, na forma complexa $NH_4 Br$, de vida média de 36 horas.

Os resultados demonstraram haver uma circulação insignificante nos terrenos cristalinos, podendo ser considerada nula. A ocorrência de capramento aluvial tem um papel bastante relevante no mecanismo de circulação de água subterrâneas, ativando sensivelmente o processo de recarga do sistema aquífero. No aquífero sedimentar, a circulação hídrica é mais intensa, observando-se que se torna mais ativa nos níveis superiores das camadas saturadas.

5 - HIDROQUÍMICA

5.1 - Generalidades

Para efetivação do estudo hidroquímico da bacia do Riacho do Navio, realizou-se uma coleta sistemática de amostras d'água, no período de 1964 a 1974 em 32 poços e 19 fontes existentes, para execução de análises químicas, indicando os componentes principais das mesmas e caracterizando os tipos d'água, de acordo com a sua adequabilidade para o aproveitamento no consumo humano, agrícola e pecuário.

Desse modo, foram coletadas 273 amostras de água procedendo-se em campo, a determinação de temperatura e remetendo-as posteriormente ao Laboratório de Análises Minerais da SUDENE, para se efetuar as seguintes determinações: resistividade a 25°C em ohm/cm, alcalinidade e dureza em °F, pH, resíduo seco a 110°C em mg/l e principais constituintes iônicos (cálcio, magnésio, sódio, potássio, cloretos, sulfatos e carbonatos e testes qualitativos de nitritos e ferro) em mg/l e meq/l, subsidiando o conhecimento da origem e movimento das águas. O grau de acuracidade dos resultados foi verificado através da comparação entre a soma dos ânions e cátions, estando os mesmos dentro dos limites de erro estabelecido (Logan, 1965, p. 8).

Para a classificação das águas em famílias (fácies hidroquímicas) utilizou-se o diagrama de FÉRÉ, enquanto a potabilidade foi definida pelo método de Schoeller-Berkaloff.

Na tentativa de selecionar, dentro da bacia hidrográfica, áreas potencialmente aproveitáveis para técnicas de irrigação, efetuou-se um estudo detalhado através do método americano, que relaciona adsorção de sódio pelo solo com o risco de salinidade.

Vários cálculos e relações matemáticas entre os diversos elementos componentes das águas subterrâneas foram realizados na tentativa de explicar influências de natureza climática, geográfica, geológica e estrutural sobre o comportamento hidroquímico das águas subterrâneas.

Foi confeccionado um mapa hidroquímico, tomando por base o resíduo seco em mg/l, como pode ser visto na fig. 5.1.

5.2 - Características Químicas das Águas

Foram selecionadas, dentro da bacia, as 51 análises químicas completas, mais representativas, referentes a igual número de pontos d'água existentes, para determinação das características químicas das águas subterrâneas, cujos resultados serão considerados a seguir.

Para uma melhor visualização dos resultados referentes à composição química das amostras d'água analisadas, foram elaborados diagramas de Stiff, que estão apresentados no mapa da figura 5.2 e diagrama circular, contendo os percentuais das concentrações médias dos elementos principais das amostras d'água (fig. 5.3).

5.3 - Determinação das Famílias

Para determinação das famílias das águas analisadas, foi utilizado o Diagrama de Fêre (Fig. 5.4) que consiste em plotar os valores percentuais em miliequivalentes, referentes aos diversos íons, em dois diagramas triangulares, que correspondem aos cations e anions, respectivamente.

A distribuição das diversas famílias de águas subterrâneas, é a seguinte:

- Águas cloretadas sódio-potássicas.....	39,22%
- Águas cloretadas mistas.....	35,30%
- Águas bicarbonatadas mistas.....	7,84%
- Águas bicarbonatadas sódio-potássicas.....	5,88%
- Águas mistas.....	5,88%
- Águas cloretadas magnesianas.....	3,92%
- Águas sulfatadas sódio-potássicas.....	1,96%

Na área da bacia estudada, nota-se uma predominância de águas cloretadas sódio-potássicas e cloretadas mistas, cuja soma percentual atinge 75% aproximadamente.

5.4 - Qualificação Química das águas para diversos usos

5.4.1 - Qualidade das Águas para o Consumo Humano

No Brasil, para que uma água seja consumida pelo homem ela deve atender a diversos padrões estabelecidos pela ABNT.

Além do conhecimento de suas características físico-químicas de ver-se-ia efetuar análises bacteriológicas das águas para um melhor enquadramento da sua adequabilidade ao consumo humano.

As águas ora estudadas não foram analisadas sob o aspecto físico ou bacteriológico e os dados referentes às análises químicas, serviram para indicar a potabilidade das mesmas, com auxílio do diagrama de Schoeller-Berkaloff.

Trata-se de um diagrama bastante simples e amplamente utilizado, onde foram plotados os valores, em miligramas por litro, dos íons, da dureza total e pH.

De um modo geral, observou-se que de todas as águas analisadas, 43% apresentam potabilidade boa a passável e que essas águas pertencem, em sua maioria, às famílias de águas bicarbonatadas mistas, sódio-potássicas e mistas. Essas águas, em sua maior parte, estão distribuídas na porção sudeste da área correspondente ao baixo curso do riacho do Navio. Do restante, 18% possuem potabilidade medíocre, 21% má, 10% momentânea, enquanto 8% não são potáveis.

Todas as águas exibem certo grau de alcalinidade, o que deve ser observado em projetos de exploração das águas subterrâneas da bacia, em virtude do caráter agressivo das mesmas.

Relacionou-se o número de amostras distribuídas com os tipos de rochas existentes, considerando a frequência dos valores limites de potabilidade da tabela de H. Schoeller. Observou-se que no cristalino apenas 22 amostras apresentam potabilidade permanente, no sedimento, todas as 02 amostras estão dentro dos limites e nas aluviões, 15 podem ser consideradas dentro dos valores admissíveis. Na bacia, como um todo, existem 39 amostras d'água coletadas que apresentam valores dentro dos limites de potabilidade estabelecidos.

5.4.2 - Qualidade das Águas para Uso Agrícola

Existem várias classificações para definir as águas destinadas à irrigação. Neste estudo, adotou-se a classificação da U. S. Salinity Laboratory Staff, que utiliza o índice SAR (Custódio, 1976, p. 1.890).

A classificação se baseia na concentração de sais solúveis expressa pela condutibilidade elétrica em micromhos por cm a 25°C e na concentração relativa do sódio em relação ao cálcio e magnésio, denominada SAR ou RAS e que é expressa pela fórmula:

$$\text{RAS} = \frac{r \text{ Na}}{\sqrt{r(\text{Ca} + \text{Mg})/2}} \quad r = \text{meq/l}$$

Na figura 5.5 pode-se ver em que classes se enquadram as amostras d'água da bacia.

Classe C₂ - S₁ - água de salinidade média e condutibilidade entre 250 e 750 micromhos por cm a 25°C e com baixo teor de sódio.

A quantidade de sódio é baixa, o que tornaria essas águas utilizáveis na maioria dos solos, não fosse a salinidade que limita o seu uso ao cultivo de plantas que toleram moderadamente a presença de sais (como o da uva, tomate, cebola, arroz, etc.).

Correspondem a 23% das águas analisadas, sendo o principal tipo de classe existente. Ocorrem em todos os tipos litológicos existentes, porém o maior percentual provém das aluviões.

Classe C₂ - S₂ - são águas com salinidade média, como as anteriormente descritas, porém seu emprego torna-se mais restrito, face ao conteúdo médio de sódio. Podem representar perigo em condições de baixa lixiviação, em solos de textura fina, com alta capacidade de troca de cátions. Em solos com boa textura e contendo gesso em abundância, podem ser utilizadas.

Representam apenas 02% das amostras d'água analisadas.

C₃ - S₁ - são águas com baixo teor de cálcio, porém altamente salinas. Apresentam condutibilidade entre 750 e 2.250 micromhos/cm e 25°C. Não podem ser utilizadas em terreno com drenagem deficiente, devendo-se efetuar uma seleção de culturas muito tolerantes (tais como o algodão, beterraba, repolho, etc.) e verificar a possibilidade de controle da salinidade do solo.

Correspondem a 18% das águas analisadas.

C₃ - S₂ - em virtude da alta salinidade e do conteúdo médio de sódio, as águas dessa classe só devem ser utilizadas em condições especiais em que haja uma boa drenagem e gesso em abundância.

Representam 2% do total de análises d'água efetuadas.

C₄ - S₂ - são águas com alta salinidade e com um conteúdo médio de sódio. Só podem ser utilizadas em raros casos, onde a cultura tolera concentrações altas de sal e em solos bastante permeáveis e bem drenados.

A sua percentagem atinge os 21% das águas analisadas.

As outras classes restantes (C₄ - S₃, C₅ - S₂, C₅ - S₃ e C₅ - S₄) são constituídas de águas imprestáveis à irrigação, em virtude do alto teor salino e grande quantidade de sódio.

Em conjunto, essas águas complementam os restantes 34% do total de amostras d'água realizadas.

5.4.3 - Qualidade das Águas para Consumo Animal

Os critérios utilizados para seleção de água para o consumo animal são bastante complexos e estão condicionados a diversos fatores como as espécies e variedades dos animais, clima, tipos de alimentação e até pela adaptação do gado a certas águas, dependendo da disponibilidade destas.

A tabela abaixo proposta por Hem (SUDENE - CONESP/OESA) contendo os limites de resíduo seco para consumo animal, é a mais aceita em todo o mundo.

Animal	Resíduo seco (mg/l)
Aves	2.900
Porcos	4.300
Cavalos	6.400
Gado leiteiro	7.200
Gado de corte	10.000
Carneiros	12.900

Como não se conhece a atuação de altas concentrações de sais no organismo de animais, não é recomendável a utilização de águas com resíduo seco superior a 5.000 mg/l.

Acredita-se que altas quantidades de sódio, magnésio e sulfato são indesejáveis ao consumo do gado e se os animais tiverem que consumir água salobra, o sal dissolvido deve ser principalmente o cloreto de cálcio (Logan, 1965).

Até o presente, no Brasil, não existem padrões definidos sobre a qualidade de águas para uso animal.

Considerando as águas encontradas na bacia em estudo, conclui-se que 78% apresentam resíduo seco igual ou inferior a 5.000 mg/l, sendo aconselhável a utilização das mesmas para o consumo animal. Na prática,

entretanto, constata-se que todas essas águas são aproveitadas pelo gado, face à escassez das mesmas na região.

5.5 - Salinização das Águas Subterrâneas

Foram construídos gráficos para mostrar a variação sazonal das águas subterrâneas, em poços tubulares e em fontes existentes, na área estudada. Nota-se que não há uma variação uniforme nos polígonos de frequência. Entretanto, aplicando-se a regressão (método dos mínimos quadrados) encontram-se duas retas de tendência, quase paralelas, que mostram um incremento de salinidade de janeiro para dezembro, na passagem dos meses chuvosos (janeiro/abril) para o período de estio prolongado que se verifica de maio a dezembro.

Alguns gráficos foram elaborados e mostram a relação dos íons cloro, cálcio, sulfato, magnésio, bicarbonato e sódio + potássio, com o resíduo seco das amostras analisadas. Nota-se que os elementos mais raros, na composição das rochas, como cloro, sulfato, magnésio não sofrem quase alteração nas suas proporções, guardando sempre uma relação linear. Isso sugere que esses elementos já chegam à superfície da terra em proporções definidas nas águas meteóricas, sofrendo apenas concentrações posteriores em decorrência das condições climáticas. Já os elementos mais frequentes nas rochas afetam sensivelmente as suas relações com o resíduo seco de acordo com o tipo de rocha onde circulam as águas, fugindo completamente à tendência linear dos elementos químicos anteriores, tal como se verifica com o carbonato, o sódio e o potássio.

Muitas teorias há para explicar a origem dos compostos salinos nas águas subterrâneas do Nordeste brasileiro, principalmente no conteúdo de cloreto, SCHOFF (Cruz, 1968) atribui essa salinidade a transgressões marinhas do Cretáceo, enquanto técnicos de Israel atribuem a mesma a processos de diluição de sais de rochas sedimentares, em processo de erosão. Entretanto, a teoria mais importante do momento se baseia nos sais aerotransportados, tendo o mar como fonte e as massas de ar como veículo de propagação. Essa possibilidade tem sido pesquisada por REBOUÇAS, 1973 e também por técnicos da Comissão Nacional de Energia Nuclear, recebendo boa aceitação, de um modo geral.

6 - PRINCIPAIS CONCLUSÕES

As águas profundas (fendas) bem como as águas superficiais, de fontes diversas, sofrem variações sazonais que se relacionam intimamente com as vicissitudes climáticas, mostrando valores mínimos de resíduo seco, no período chuvoso, e máximo, no período de estio.

O alto conteúdo de cloreto das águas da bacia hidrográfica, em geral, entra em choque com a natureza litológica dos terrenos, inaptos de liberar, por si sós, através de decomposição química, tão altos índices desses sais.

Por outro lado, a constância, na relação cloreto/resíduo seco, nas águas da bacia, indica que não existe uma influência importante de litologia sobre a qualidade química das mesmas. Tudo parece funcionar como se os compostos químicos já existissem, no solo, cabendo às águas pluviais apenas o papel de solvente e carreador dos sais.

As altas concentrações de magnésio, em relação ao cálcio, medidas, nas águas, em 61% das amostras analisadas, sugerem uma grande influência marinha, nos vários níveis do Ciclo Hidrológico, podendo ser atribuída a ingressões marinhas, conforme a teoria de SCHOFF e/ou ao transporte de sais, através das massas de ar, partindo dos oceanos no sentido do continente.

Presentemente, ganha maior aceitação a teoria dos sais aerotransportados para explicar o alto resíduo seco das águas subterrâneas, principalmente em cloretos. O oceano é a fonte, as massas de ar o veículo e o clima semi-árido o agente concentrador, através de evaporação intensa.

As águas pluviais infiltram-se no solo e, em parte, retornam à superfície por capilaridade. Esse movimento vertical, cíclico, acarreta a salinização do solo que vai atingir também o nível das águas subterrâneas, através das fendas de tensão, mineralizando-as.

A classificação das águas, em geral, através do diagrama de Fêrê, revela que 74,52% das amostras são cloretadas, 14,82% bicarbonatadas, 5,88% mistas e as restantes sulfatadas, com apenas 1,96% do total.

Das 51 (cinquenta e uma) amostras de água coletadas um total de 39 enquadra-se nos limites de potabilidade permanente.

Das águas existentes, 78% podem ser consumidas pelo gado bovino e ovino, havendo restrições apenas para aves, suínos e caprinos.

Algumas águas se prestam para técnica de irrigação, porém essa alternativa deve ser refutada, tendo em vista as baixas vazões medidas nos poços da região.

B I B L I O G R A F I A

1. ARAÚJO, Clodionor Carvalho de. Projeto estudo global dos recursos minerais da Bacia Sedimentar do Parnaíba; sub-projeto Hidrogeologia. Relatório final - Folha 12 - Teresina-SO. Recife, CPRM, 1979. v. 1. Convênio DNPM-CPRM.
2. BRASIL. SUDENE, CONESP., OESA. Estudos de reconhecimento e estudos hidrogeológicos para aproveitamento integrado. Região Centro-Leste da Bacia Potiguar e Bacias Costeiras da Paraíba e Pernambuco. Área A. Estudos hidrogeológicos. Minuta do relatório final. Recife [s.d.] v.
3. CASTANY, G. Traité pratique des eaux souterraines. Paris, Dunod, 1963 657 p. il.
4. CUSTÓDIO, Emílio & LLAMAS, Manoel Ramon. Hidrologia subterrânea. Barcelona, Omega, 1976. 2 v. il.
5. CRUZ, Waldemir Barbosa da. Alguns aspectos da circulação e salinização de águas subterrâneas em rochas cristalinas do Nordeste do Brasil. Recife, SUDENE. Div. Documentação, 1967, 9 f. (Brasil. SUDENE. Hidrogeologia, 8).
6. CRUZ, Waldemir Barbosa da & MELO, Francisco de Assis Ferreira de. Estudo geoquímico preliminar das águas subterrâneas do Nordeste do Brasil. Recife, SUDENE, Div. de Documentação, 1973. 125 p. il. (Brasil. SUDENE, Hidrogeologia, 19). Bibliografia.
7. HEM, John, D. Study and interpretation of the chemical characteristics of natural water. Washington, Department of the Interior, 1959. 21 p. il. (Geological Survey Water-Supply Paper, 1473).
8. LEAL, José de Menezes. Bacia representativa do Riacho do Navio - Estudo do hidrogeológico. Recife, SUDENE. (Inedito).
9. — . Estudo geológico e hidrogeológico do Rio Pajeú. Recife, SUDENE, Div. de Documentação, 1966. 24 f. (Brasil. SUDENE. Hidrogeologia, 7). Bibliografia
10. — . Inventário hidrogeológico do Nordeste, Folha nº 20 Aracaju-SE. Recife, SUDENE, Div. Documentação, 1970. 150 p. il. (Brasil. SUDENE. Hidrogeologia, 29). Bibliografia.
11. LOGAN, John. Interpretação de análises químicas da água. Recife, USAID, 1965. 75 p. il.
12. REBOUÇAS, Aldo da Cunha & GASPARY, Jean. As águas subterrâneas do Nordeste; estimativas preliminares. 2 ed. Recife, SUDENE. Div. Documentação, 1971. 46 p. il. (Brasil, SUDENE, Hidrogeologia, 6). Bibliografia.
13. REBOUÇAS, Aldo da Cunha; MANOEL FILHO, João; BENOIT, Hubert. Bacia Potiguar; estudo hidrogeológico. Recife, SUDENE, Div. Documentação, 1967. 2 v. (Brasil. SUDENE. Hidrogeologia, 15).
14. REBOUÇAS, Aldo da Cunha. Le problème de l'eau dans le zone semi-aride du Brésil. Strasbourg, Université Louis Pasteur, 1973. These.
15. SANTOS, José Pompeu dos. Hidroquímica das águas subterrâneas. In. - CETESB. Cursos. Construção, Operação e Manutenção de Poços. São Paulo, U.S.P. [1973] p. 213-229 (Lição nº 15).
16. SCHOELLER, H. Ensaio sobre a qualidade química da água destinada a alimentação do homem nos países áridos. Recife, CONESP, SUDENE, 1964. 7 f.

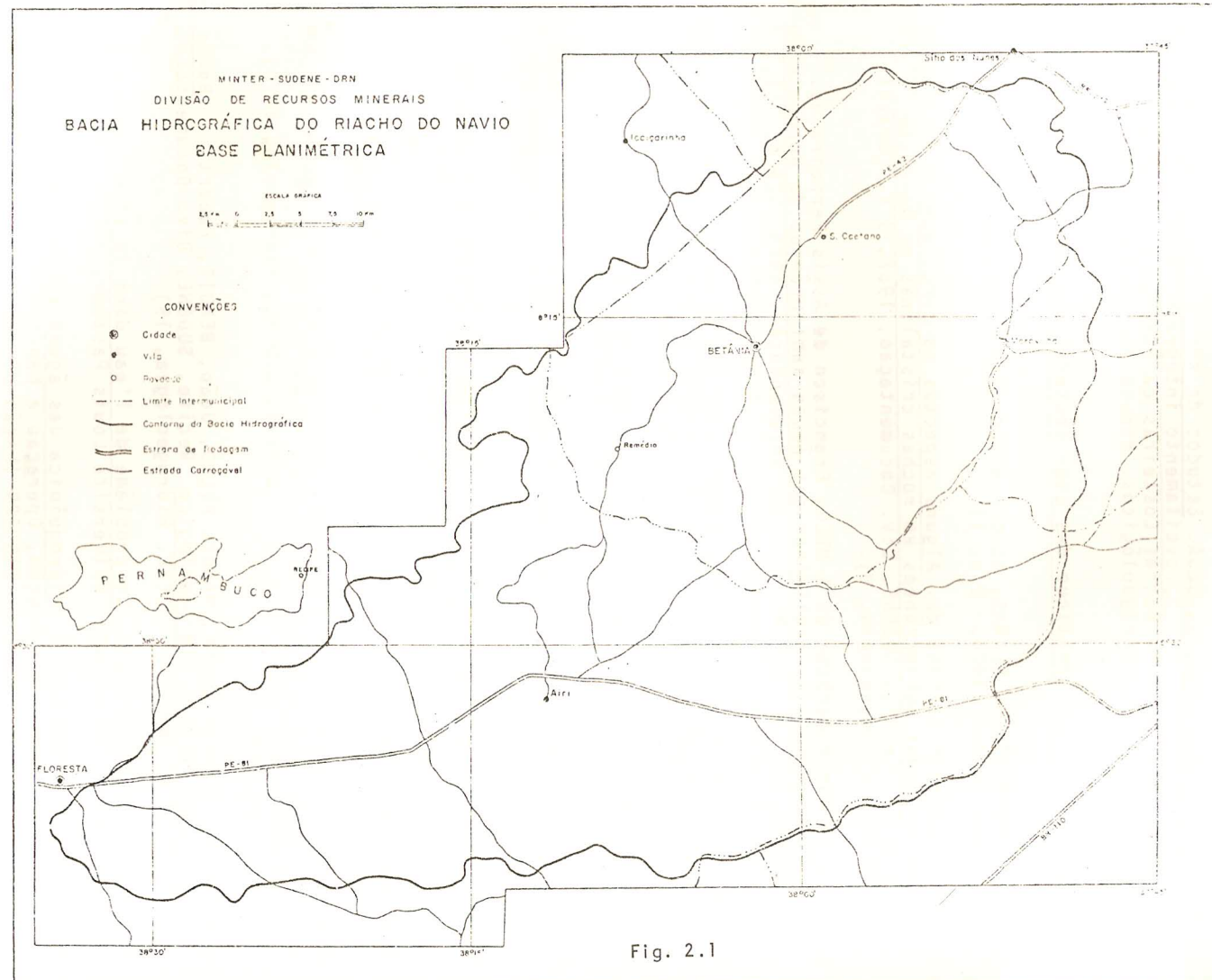


Fig. 2.1

Fonte: D. Viveiro de Geografia - SUDENE

CATÁLOGO DE PONTOS D'ÁGUA

Nº	Símbolo	LOCALIZAÇÃO				DATA		CARACTERÍSTICAS DO POÇO						Unidade de bombeamento		
		Local	Município	Proprietário	COORDENADAS		Perfuração	Coleta	Prof. (m)	BOCA		ND (m)	Abertura (to (m))		Vazão (l/h)	
					X	Y				h (m)	h (m)					
01	◇	ANGICO, POV.	BETÂNIA	FURENE			02.10.72									
02	◇	ARRAIAL, SÍTIO	BETÂNIA		38°02'52"	08°20'05"		28.10.72								
03	◇	BANDEIRA, FAZ.	BETÂNIA	Jandir Morais	38°09'09"	08°14'25"		19.10.71	43,00	6,00	6"		20,00	14,00	4.000	B.Manual
04	◇	BARRA DO JUÁ, POV.	BETÂNIA													
05	◇	BREJINHO, FAZ.	BETÂNIA	Manoel Fernandes	38°05'38"	08°13'17"		20.10.71	32,00	6,00			15,00	9,00	2.500	Roldana
06	◇	BUENOS AIRES, FAZ.	BETÂNIA													
07	◇	CACIMBINA, FAZ.	BETÂNIA	Cel. Otacílio Ferraz	37°56'30"	08°19'38"		10.11.72	41,00	5,00	6"		12,00	7,00	3.000	Catavento
08	◇	CACHOEIRA, FAZ.	BETÂNIA													
09	◇	CARAÍBA, FAZ.	BETÂNIA	Antonio Sã Feltosa	38°02'52"	08°21'00"		18.10.71	30,00	3,00	6"		15,00	12,00	5.000	B.Manual
10	◇	CATOLÉ, FAZ.	BETÂNIA	Antonio Angelo	38°05'38"	08°14'39"	08.08.70	18.10.71	34,00	4,00	6"		20,00	16,00	3.000	B.Manual
11	◇	CONCEIÇÃO, FAZ.	BETÂNIA					24.10.71								
12	◇	CURRAL NOVO, FAZ.	BETÂNIA													
13	◇	FAZENDA NOVA, FAZ.	BETÂNIA	Major Fernandes	38°01'25"	08°16'55"	02.08.70	06.11.72	17,00	3,00	6"		10,00	7,00	1.440	Catavento
14	◇	JARDIM, FAZ.	BETÂNIA	Joel Inocêncio	38°07'15"	08°19'25"	19.03.70	17.10.71	20,00	7,00	6"	0,75	16,00	9,00	1.200	B.Manual
15	◇	JATOBÁ, FAZ.	BETÂNIA										30,00	18,00	3.000	
16	◇	NACACOS, FAZ.	BETÂNIA	Josué Sobrinho	37°59'15"	08°09'20"	02.09.70	05.11.72	20,00	1,00	6"		16,00	15,90	1.000	Catavento
17	◇	OLHO D'ÁGUA, FAZ.	BETÂNIA	José Lúcio	38°06'45"	08°16'33"	21.05.71	01.11.72	41,00	7,00	6"		11,00	4,00	5.000	Catavento
18	◇	POÇO DO PAU, FAZ.	BETÂNIA	Severino Lima	38°02'17"	08°17'35"	03.02.70	18.10.71	30,00	7,00	6"		13,00	6,00	1.000	Catavento
19	◇	PRENSA, FAZ.	BETÂNIA	Luiz Epaminondas	38°08'50"	08°16'40"	31.12.67		42,00	8,00	6"		39,00	31,00	468	B.Manual
20	◇	QUEIMADA, FAZ.	BETÂNIA	Olímpio Ferraz	38°04'05"	08°15'16"	18.12.69		25,00	3,00	6"		6,00	3,00	1.380	B.Manual
21	◇	QUIXABA, FAZ.	BETÂNIA													
22	◇	REMÉDIO, POV.	BETÂNIA	Prefeitura	38°08'22"	08°21'10"										
23	◇	RIACHO DA CRUZ, FAZ.	BETÂNIA	João Pereira da Cruz	38°04'03"	08°12'31"	10.04.68		27,00	9,00	6"				410	B.Manual
24	◇	RIBEIRA DO MANDACARU	BETÂNIA	FURENE			24.10.72		51,00	8,50			20,00	11,50	1.656	
25	◇	SANTO AMARO, FAZ.	BETÂNIA	Osires Ferraz	38°02'36"	08°39'30"	25.03.70		20,00				5,00	3,00	1.110	Catavento
26	◇	SÃO CAETANO, VILA	BETÂNIA	SUDENE/CONESP	37°58'52"	08°11'32"										
27	◇	SEDE	BETÂNIA	Prefeitura	38°02'05"	08°16'05"	15.09.67		30,00	2,50	6"		30,00	27,50	972	
28	◇	SERRA DA ARARA	BETÂNIA	FURENE			08.09.72		74,00	8,00	6"		18,00	10,00	3.040	
29	◇	SERRA DAS PIABAS, POV.	BETÂNIA													
30	◇	SERROTINHO, FAZ.	BETÂNIA	José Lúcio	38°08'40"	08°15'42"	24.11.67		28,00	10,00	6"		18,00	8,00	1.476	Catavento
31	◇	BAIXAS, POV.	CUSTÓDIA	FURENE			22.10.72		50,00	15,00	6"		19,00	4,00	1.720	
32	◇	AGLAPE, FAZ.	FLORESTA	Antonio de Sousa	38°25'02"	08°37'52"										
33	◇	AIRI, VILA	FLORESTA		38°11'35"	08°32'39"										M.Bomba
34	◇	BARRA DO JUÁ, POV.	FLORESTA	J. Sousa Ferraz	38°04'20"	08°26'38"										
35	◇	BOA VISTA, FAZ.	FLORESTA													
36	◇	CACHOEIRA, FAZ.	FLORESTA	José do Nascimento	38°12'08"	08°25'40"	26.10.70		50,00	15,00	6"		35,00	20,00	1.500	M.Bomba
37	◇	CURRALINHO	FLORESTA	Olga Menezes	38°33'20"	08°37'55"										
38	◇	CURRAL NOVO, SÍTIO	FLORESTA	Armando Ferraz	38°17'00"	08°34'55"										
39	◇	FORSECA, FAZ.	FLORESTA	Antonio Novais	38°00'50"	08°34'35"	01.03.72		35,00	13,00	6"		19,00	6,00	3.000	
40	◇	ILHA GRANDE	FLORESTA	FURENE			10.09.72		50,00	4,70	6"					
41	◇	JACARÉ	FLORESTA	FURENE			25.10.72		32,00	6,50	6"		15,00	8,50	7.128	
42	◇	JATOBÁ	FLORESTA	H. de Sá Ferraz	38°12'00"	08°29'25"	17.08.71		40,00	12,00	6"		30,00	18,00	2.988	Catavento
43	◇	LAGE DAS POMBAS, FAZ.	FLORESTA	Fernando Ferraz	38°16'10"	08°27'05"	01.02.72		37,00	10,00	6"	1,15	30,00	20,00	3.000	Catavento
44	◇	NAVIO, FAZ.	FLORESTA	Afonso Ferraz	38°21'50"	08°37'20"										
45	◇	QUEBRA UNHA	FLORESTA													
46	◇	RANCHO DOS HOMENS	FLORESTA													
47	◇	REALENGO, FAZ.	FLORESTA	SUDENE/CONESP	37°56'15"	08°33'30"										
48	◇	STA. TEREZINHA, POV.	FLORESTA		38°34'45"	08°38'15"	24.08.72		7,70	6,60						
49	◇	URUGU, FAZ.	FLORESTA	Florêncio Pedro	38°09'00"	08°30'58"										
50	◇	VARJOTA	FLORESTA	SUDENE/CONESP	38°23'37"	08°35'15"										
51	◇	VÁRZEA COMPRIDA	FLORESTA	FURENE			12.09.72		17,00	5,50	6"		8,00	2,50	2.628	

QUADRO 5.1

CATALOGO DE PONTOS D'AGUA

Nº	D A D O S Q U I M I C O S													Dureza Total	TAC	ρ	pH				
	Análise		Ca		Mg		Na		K		Cl		SO ₄					HCO ₃		RS	
	Nº	Data	mg/L	meq/L	mg/L	meq/L	mg/L	meq/L	mg/L	meq/L	mg/L	meq/L	mg/L					meq/L	mg/L		meq/L
01	160/68	22.11.67	560	27,94	301	24,78	362	15,77	34	0,88	1.800	50,76	573	11,92	220	3,60	5.130	264,00	18,00	218	7,55
02	12/74	14.12.73	112	5,59	73	5,99	310	13,48	27	0,70	680	19,18	104	2,16	239	3,92	1.686	58,00	22,00	380	8,30
03	15/73	23.03.72	198	9,88	95	7,79	320	13,92	60	1,53	960	27,02	140	2,92	161	2,64	2.288	88,50	13,20	300	7,80
04	13/74	28.10.72	69	3,43	25	2,08	146	6,36	12	0,31	320	9,02	31	0,64	149	2,44	799	27,60	12,20	820	7,60
05	14/73	23.03.72	15	0,76	12	1,00	125	5,44	15	0,40	19	0,54	11	0,22	383	6,28	480	8,80	34,20	1.350	8,70
06	149/74	16.07.73	60	2,99	83	6,79	500	21,75	37	0,96	880	24,82	154	3,20	249	4,08	2.200	49,00	22,00	310	8,30
07	44/74	14.12.73	178	8,88	106	8,69	335	14,57	28	0,71	740	20,87	92	1,92	356	5,84	2.328	88,00	32,00	300	8,40
08	47/72	16.11.71	120	5,99	220	18,09	480	20,88	46	1,19	1.350	38,07	86	1,80	244	4,00	2.814	120,50	21,60	220	8,30
09	21/73	23.03.72	432	21,56	338	27,76	1.250	54,37	67	1,71	1.175	33,14	3.191	66,36	371	6,08	7.486	247,00	30,40	100	7,50
10	16/73	23.03.72	26	1,28	15	1,20	46	2,01	14	0,35	08	0,20	08	0,16	146	2,40	366	12,40	12,00	1.900	7,50
11	08/73	23.03.72	70	3,51	29	2,36	112	4,89	33	0,84	245	6,91	13	0,28	266	4,31	723	29,40	21,80	860	7,00
12	225/74	25.06.73	74	3,69	34	2,80	217	9,46	28	0,72	385	10,86	35	0,72	285	4,68	1.120	32,50	24,60	610	8,30
13	37/74	14.12.73	54	2,69	84	6,89	565	24,58	31	0,79	880	24,82	158	3,28	342	5,60	2.222	48,00	32,00	300	8,40
14	23/73	23.03.72	24	1,20	53	4,39	455	19,79	24	0,61	560	15,79	73	1,52	454	7,44	1.802	27,00	41,20	380	8,50
15	201/71	21.09.71	358	17,86	136	11,18	400	17,40	53	1,36	1.420	40,04	12	0,26	439	7,20	3.074	145,50	36,00	220	7,70
16	36/74	14.12.73	48	2,40	61	5,03	120	5,22	15	0,38	290	8,18	67	1,40	185	3,04	833	37,20	16,40	770	8,30
17	24/74	14.12.73	24	1,20	78	6,39	487	21,21	34	0,87	600	16,92	338	7,04	195	3,20	2.024	38,00	20,00	3.500	8,80
18	17/73	23.03.72	172	8,58	126	10,39	610	26,53	15	0,38	1.360	38,35	131	2,72	224	3,68	2.920	95,00	18,40	220	8,10
19	22/73	23.03.72	418	20,86	168	13,78	385	16,75	24	0,61	1.725	48,64	37	0,76	102	1,68	3.230	173,50	8,40	180	7,90
20	13/73	23.03.72	19	0,96	17	1,36	59	2,59	05	0,38	52	1,47	07	0,14	203	3,32	310	11,60	18,60	1.800	8,80
21	51/72	16.11.70	127	6,34	115	9,49	342	14,88	33	0,85	820	23,12	87	1,82	156	2,56	2.114	77,00	15,20	320	8,30
22	53/72	16.11.70	134	6,69	305	25,07	1.600	69,60	56	1,43	2.700	76,14	911	18,95	195	3,20	7.182	161,50	20,00	99	8,40
23	35/74	14.12.73	460	22,95	544	44,74	750	32,62	95	2,42	3.000	84,60	684	14,23	127	2,08	6.446	339,00	10,40	100	7,70
24	26/73	23.03.72	14	0,70	97	7,99	367	15,99	39	1,01	600	16,92	158	3,28	229	3,76	1.684	43,50	22,80	380	8,50
25	18/73	23.02.72	238	11,88	259	21,29	435	18,92	24	0,60	1.420	40,04	354	7,36	88	1,44	3.206	166,00	7,20	190	8,00
26	38/74	14.12.73	32	1,60	09	0,72	63	2,76	06	0,21	99	2,76	05	0,10	139	2,28	340	11,60	12,20	1.800	8,30
27	10/74	14.12.73	164	8,18	197	16,18	690	30,01	37	0,96	1.825	51,46	50	1,04	137	2,24	3.490	122,00	11,20	180	8,10
28	09/74	14.12.73	45	2,24	42	3,43	81	3,51	29	0,73	260	7,33	10	0,20	95	1,56	1.000	28,40	7,80	1.000	8,00
29	09/73	23.03.72	242	12,08	73	5,99	230	10,00	18	0,47	880	24,82	17	0,36	215	3,48	1.866	90,50	17,60	350	7,60
30	12/73	23.03.72	756	37,24	607	49,94	850	36,97	86	2,21	4.400	124,08	4.612	0,96	78	1,28	7.160	439,00	6,40	810	7,70
31	227/73	10.11.72	47	2,36	38	3,10	-	-	-	-	700	19,74	-	-	140	2,30	1.070	23,20	12,00	1.000	7,20
32	05/73	23.03.72	30	1,48	10	0,80	13	0,58	10	0,25	15	0,42	07	0,20	154	2,49	191	11,40	12,60	3.300	7,00
33	269/72	23.03.72	52	2,58	23	1,87	87	3,80	08	0,21	208	5,87	18	0,38	140	2,30	582	22,25	11,50	1.200	7,00
34	267/72	23.03.72	37	1,86	19	1,53	107	4,68	07	0,18	206	5,81	41	0,85	94	1,54	556	16,95	7,70	1.200	7,50
35	148/74	16.07.73	19	0,96	19	1,60	27	1,17	07	0,18	30	0,85	06	0,12	181	2,96	247	12,80	14,80	2.600	8,00
36	107/74	14.12.73	404	20,16	556	45,74	3.000	130,50	150	3,82	6.400	180,48	830	17,27	112	1,84	12.658	330,00	11,60	50	8,30
37	07/73	23.03.72	22	1,12	12	0,96	21	0,91	06	0,16	53	1,49	10	0,20	90	1,46	195	9,40	7,40	3.200	7,90
38	270/72	11.10.71	22	1,10	10	0,83	21	0,90	05	0,14	33	0,92	08	0,16	110	1,80	180	9,60	9,00	3.500	7,20
39	41/74	14.12.73	664	33,13	216	17,78	420	18,27	34	0,88	2.175	61,33	192	4,00	89	1,46	4.552	255,00	7,20	140	7,70
40	94/74	14.12.73	620	30,94	501	41,15	1.850	8,47	86	2,21	5.000	141,00	596	12,39	39	0,64	9.656	361,00	3,20	70	7,30
41	175/73	26.10.72	61	3,03	55	4,55	-	-	-	-	325	9,16	-	-	410	6,72	1.267	38,00	33,60	550	7,70
42	201/71	21.09.71	358	17,86	136	11,19	400	17,40	53	1,35	1.420	40,04	12	0,26	439	7,20	3.074	145,50	36,00	220	7,70
43	24/73	23.03.72	100	4,99	219	17,98	620	26,97	51	1,31	1.450	40,89	254	5,28	190	3,12	3.342	115,00	15,60	180	8,00
44	17/74	14.12.73	53	2,63	33	2,72	130	5,65	15	0,38	290	8,18	25	0,52	149	2,44	735	26,80	13,80	870	8,40
45	103/72	14.12.73	940	46,91	1.033	84,89	1.962	85,37	132	3,38	7.400	208,68	492	10,23	122	2,00	14.148	660,00	10,00	48	7,60
46	355/64	30.08.64	251	12,52	343	28,23	1.287	56,01	110	2,81	3.325	93,76	236	4,92	105	1,72	6.208	204,00	8,60	106	7,00
47	43/72	14.12.73	44	2,20	31	2,52	46	2,00	12	0,32	82	2,33	35	0,72	122	2,00	453	23,60	10,80	1.500	8,30
48	36/73	23.03.72	26	1,28	10	0,84	31	1,35	09	0,22	62	1,75	07	0,14	115	1,86	233	10,60	9,40	2.700	7,90
49	268/72	23.03.72	52	2,61	27	2,25	164	7,13	05	0,14	288	8,12	52	1,07	168	2,76	794	24,25	13,80	830	7,00
50	39/74	14.12.73	20	1,00	13	1,04	116	5,03	11	0,28	34	0,96	14	0,30	317	5,20	485	10,20	29,20	1.400	8,80
51	97/74	14.12.73	528	26,35	287	23,57	2.350	102,27	90	2,29	5.200	146,64	315	6,56	122	2,00	9.392	250,00	10,00	67	7,90

QUADRO 5.1 (Cont.)

BACIA HIDROGRÁFICA DO RIACHO DO NAVIO
MAPA HIDROQUÍMICO
(Resíduo Sólido em mg/l)

ESCALA GRÁFICA
0 25 50 100

LEGENDA

- Contorno da Bacia Hidrográfica
- 0 — 1000 mg/l
- ▨ 1000 — 4000 mg/l
- ▩ 4000 — 14000 mg/l

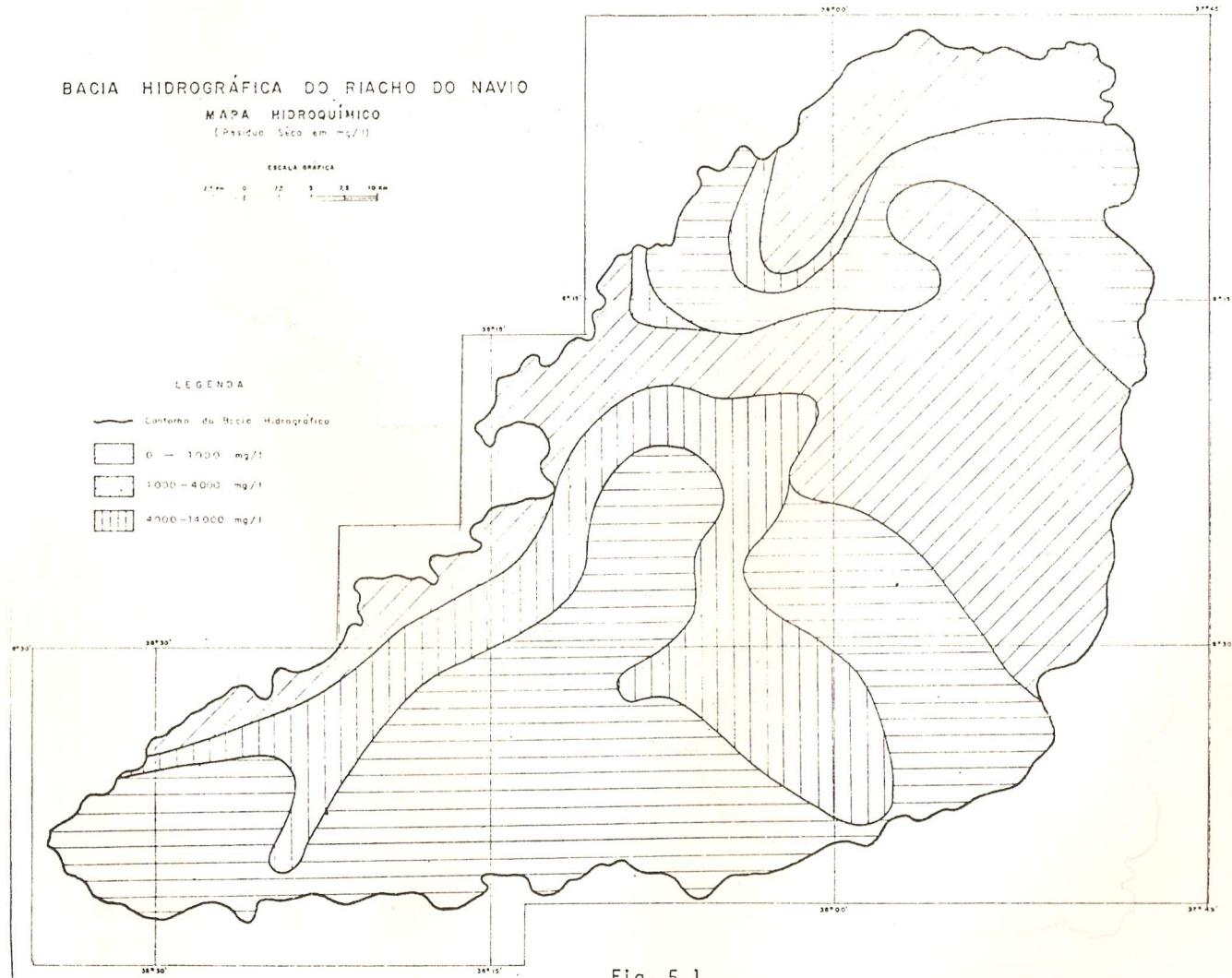
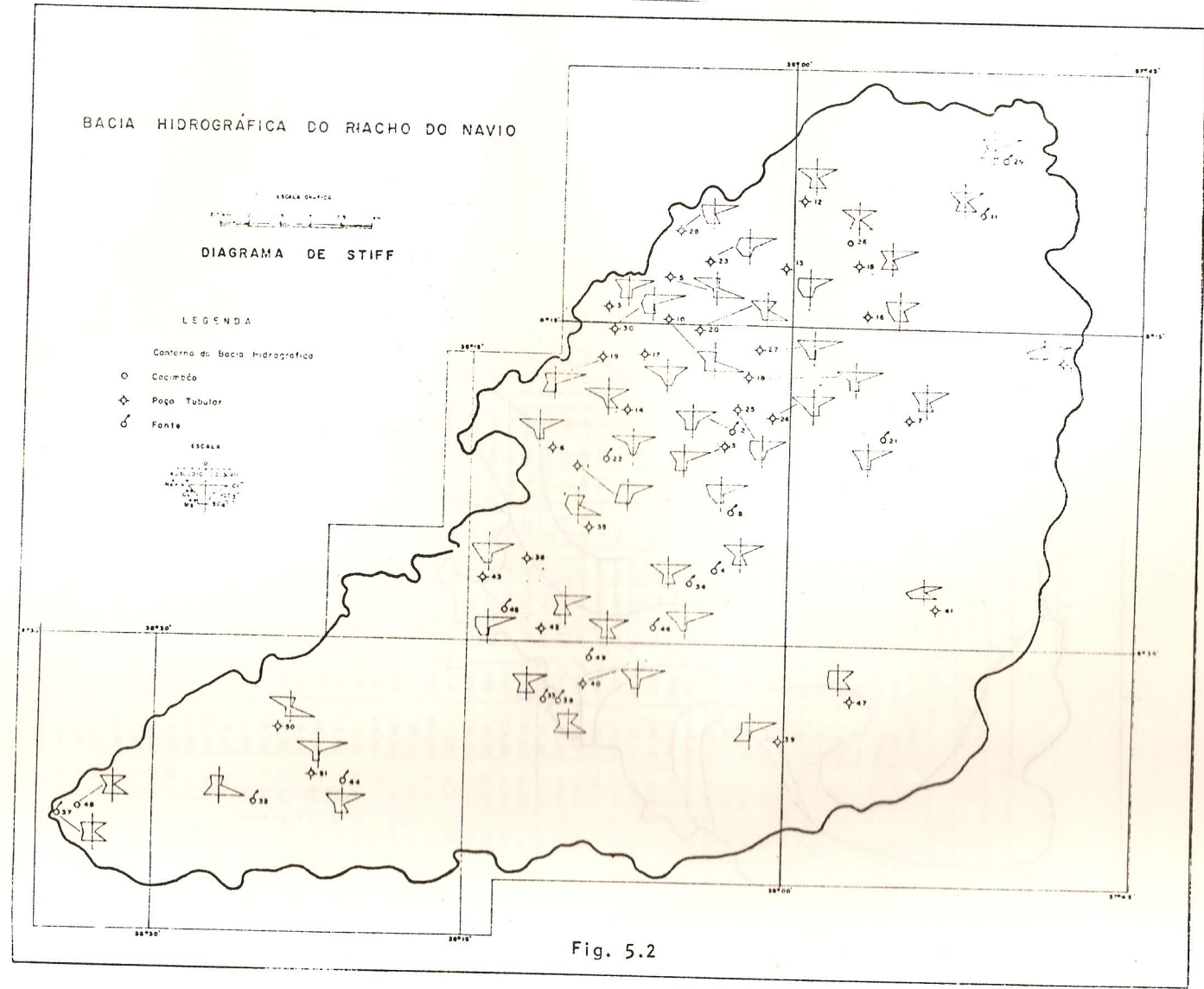


Fig. 5.1



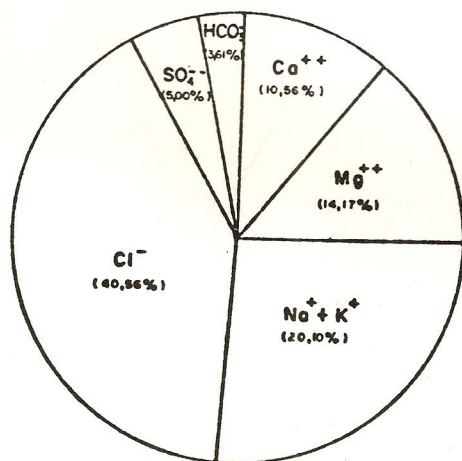


Fig. 5.3 - Representação das concentrações médias (meq/l) dos elementos principais das amostras de águas coletadas

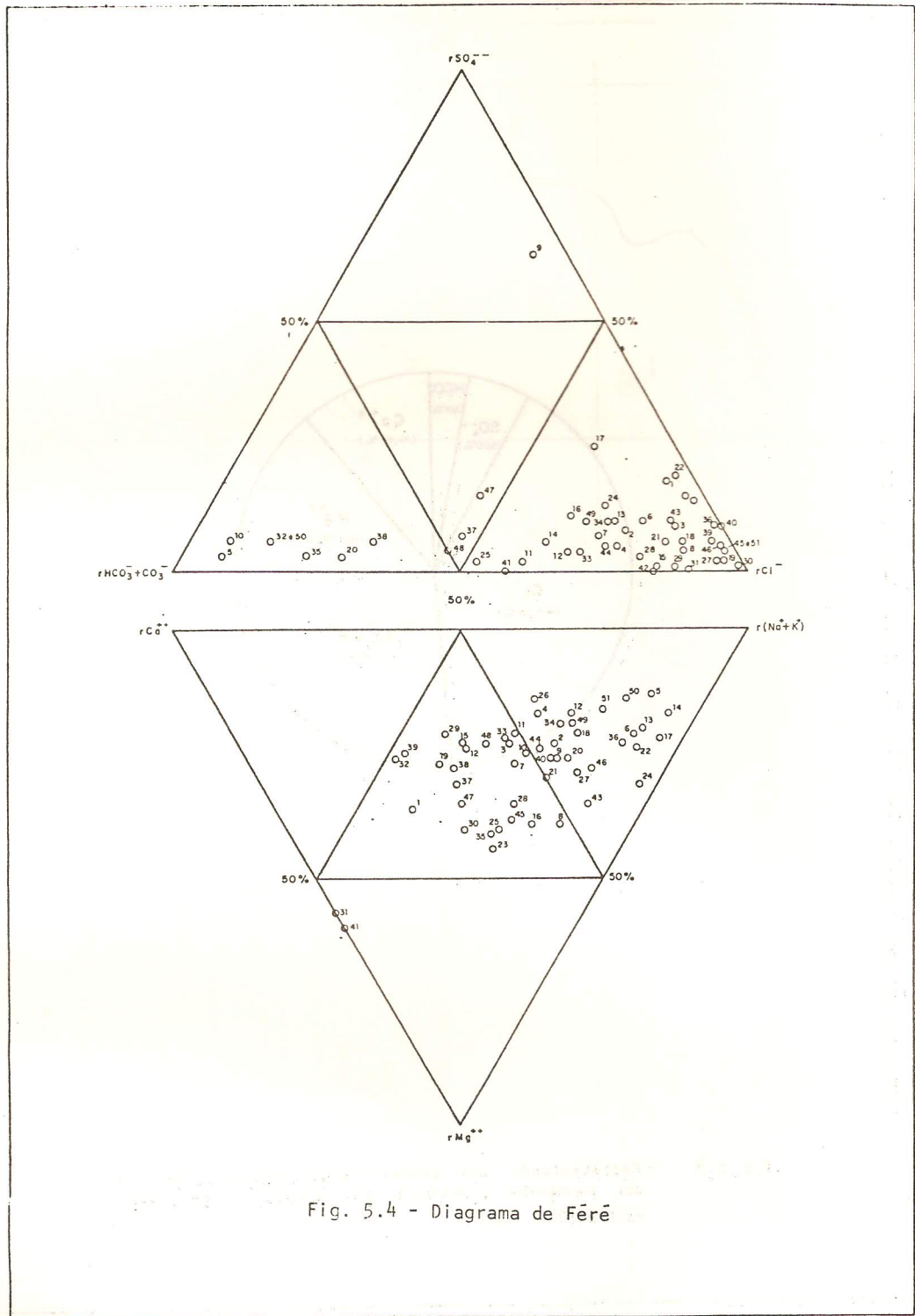


Fig. 5.4 - Diagrama de Féré

CLASSIFICAÇÃO DAS ÁGUAS PARA IRRIGAÇÃO

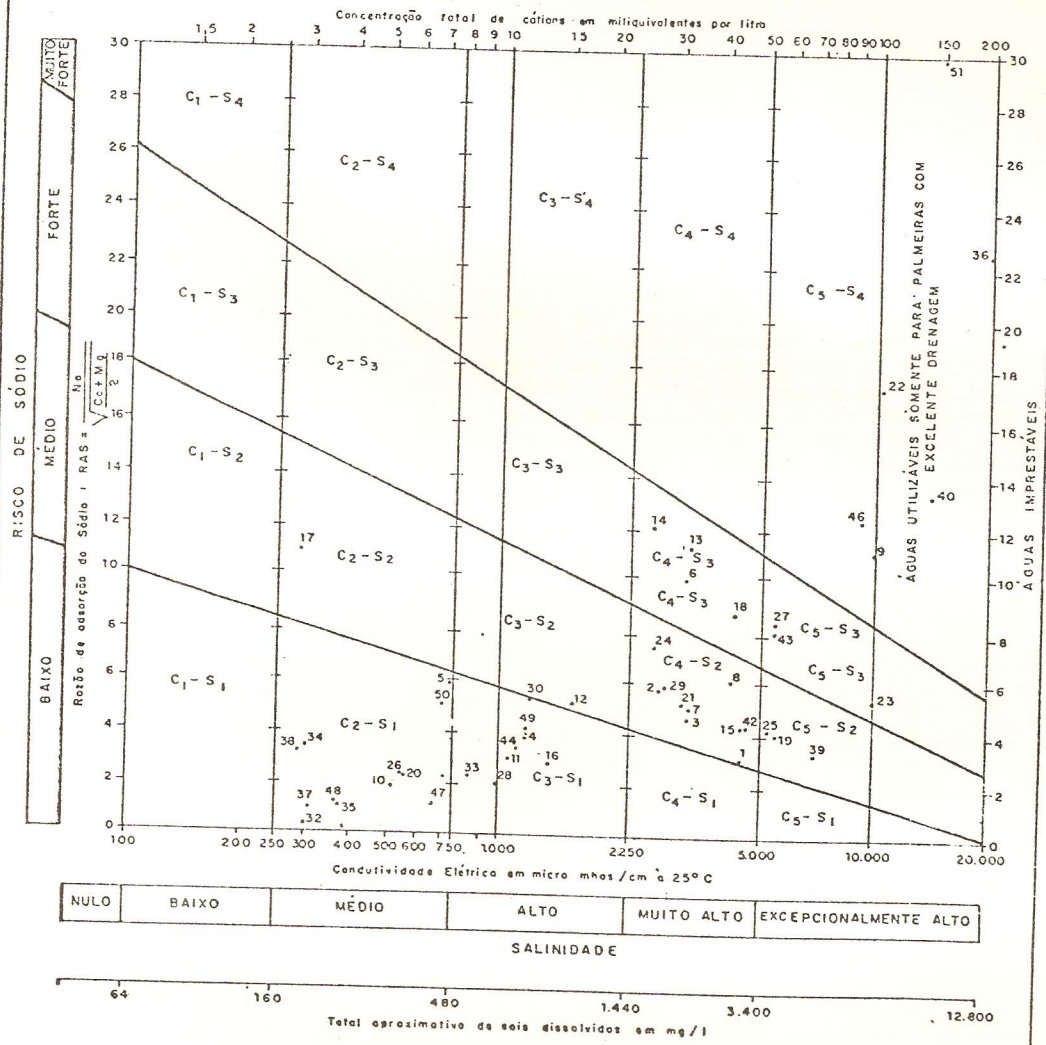


Fig. 5.5