

PRINCIPAIS ÁREAS DE RECARGA DO SISTEMA HIDROGEOLÓGICO LIVRE, DA FOLHA SA-23 – V - C - I -1-SO E SUAS IMPLICAÇÕES AMBIENTAIS.

Íris Celeste Nascimento Bandeira¹; Francisco de Assis Matos de Abreu²

RESUMO

A área de estudo localiza-se na porção centro-oeste do município de Castanhal, estado do Pará, onde está ocorrendo um processo de urbanização, devido o crescimento populacional da cidade. Este processo está provocando algumas alterações ambientais, entre elas a locação desordenada de fontes de poluição/contaminação de aquíferos. O que demonstra a relevância deste trabalho, que contribuirá com informações relacionadas à caracterização litológica em subsuperfície, análise do comportamento geométrico do fluxo hídrico subterrâneo e exibição das áreas de descarga e recarga dos aquíferos freáticos, assim como apresenta as principais fontes potenciais de poluição e contaminação das águas subterrâneas da região. A integração destes dados mostrou que os sistemas hidrogeológicos livres (Superior e Barreiras) estão sendo recarregados em duas áreas, uma localizada próximo ao igarapé Couro de Curió e a outra próxima ao igarapé Defunto. Estas áreas merecem uma atenção maior por parte dos gestores, pois a locação de fontes potenciais de poluição sem medidas de controle poderá comprometer a qualidade da água, uma vez que são regiões de infiltração natural e com vulnerabilidade.

Palavras Chaves: Recarga, Poluição, Gestão, Castanhal – PA.

ABSTRACT

The study area is located in the middle-west section of the Castanhal city, state of Pará, where is occurring an urbanization process, due the populational increase of this region. This process is causing some environmental changes, as the disorderly location of the aquifer pollution / contamination sources. What shows the relevance of this study that will contribute with informations related to lithological characterization in subsurface, geometric behavior analysis of the underground water flow and display of the areas of discharge and recharge of aquifers, such as presents the main potential sources of

¹ Técnica em Gestão de Meio Ambiente da Secretaria de Estado de Meio Ambiente – SEMA/PA; Travessa Lomas Valentinas, 2717, CEP: 66095-770, Belém-PA; (91)81051558; bandeira4@yahoo.com.br

² Professor do Instituto de Geologia da Universidade Federal do Estado do Pará – UFPA; Av. Augusto Corrêa Nº1, CEP: 66.075-900 Belém-PA; (91) 32017619; famatos@ufpa.

pollution and contamination of groundwater in the region. The integration of these data shows that the free hydrological systems (Superior e Barreiras) are being recharged in two areas, one is located near the igarapé Couro de Curió and another one near the igarapé Defunto. These areas deserve a bigger special attention by managers, because the potentials pollution source locations without control measures may implicate water quality, once that are regions of natural infiltration and with vulnerability.

Keywords: Charge, Pollution, Management, Castanhal – PA.

1 INTRODUÇÃO

Apesar da área de estudo estar inserida no contexto de zona rural, apresenta fatores que favorecem as políticas públicas urbanísticas, visto que a mesma teve um aumento populacional, causado pela expansão urbana da cidade de Castanhal. Portanto, para que haja um planejamento urbano e gestão dos recursos naturais adequado é necessário uma série de informações sobre os meios: físico, biótico e antrópico.

Desta forma, este trabalho vem contribuir com informações pertinentes relacionadas ao meio físico, como caracterização litológica de subsuperfície, comportamento geométrico do fluxo hídrico subterrâneo e exibição das áreas de descarga e recarga dos aquíferos freáticos. Assim como apresenta as principais fontes potenciais de poluição e contaminação das águas subterrâneas da região, no intuito de possibilitar aos gestores municipais, conhecimentos básicos para equacionarem o planejamento urbano e identificarem impactos ambientais relacionados à água subterrânea.

1.1 Objetivo

Definir o comportamento do fluxo subterrâneo e suas implicações ambientais em termos de recarga e descarga.

1.2 Localização

A área estudada corresponde a Folha SA-23 – V - C - I -1-SO, ou seja, recobre o centro oeste do município de Castanhal e sul do município de Santo Antônio do Tauá (Figura 1). Essa se encontra distante a 4 (quatro) Km da cidade de Castanhal.

A área como um todo é recortada por diversas estradas como PA 242, 136 e BR 316, a qual liga Castanhal a Belém em uma distância aproximada de 60 km.

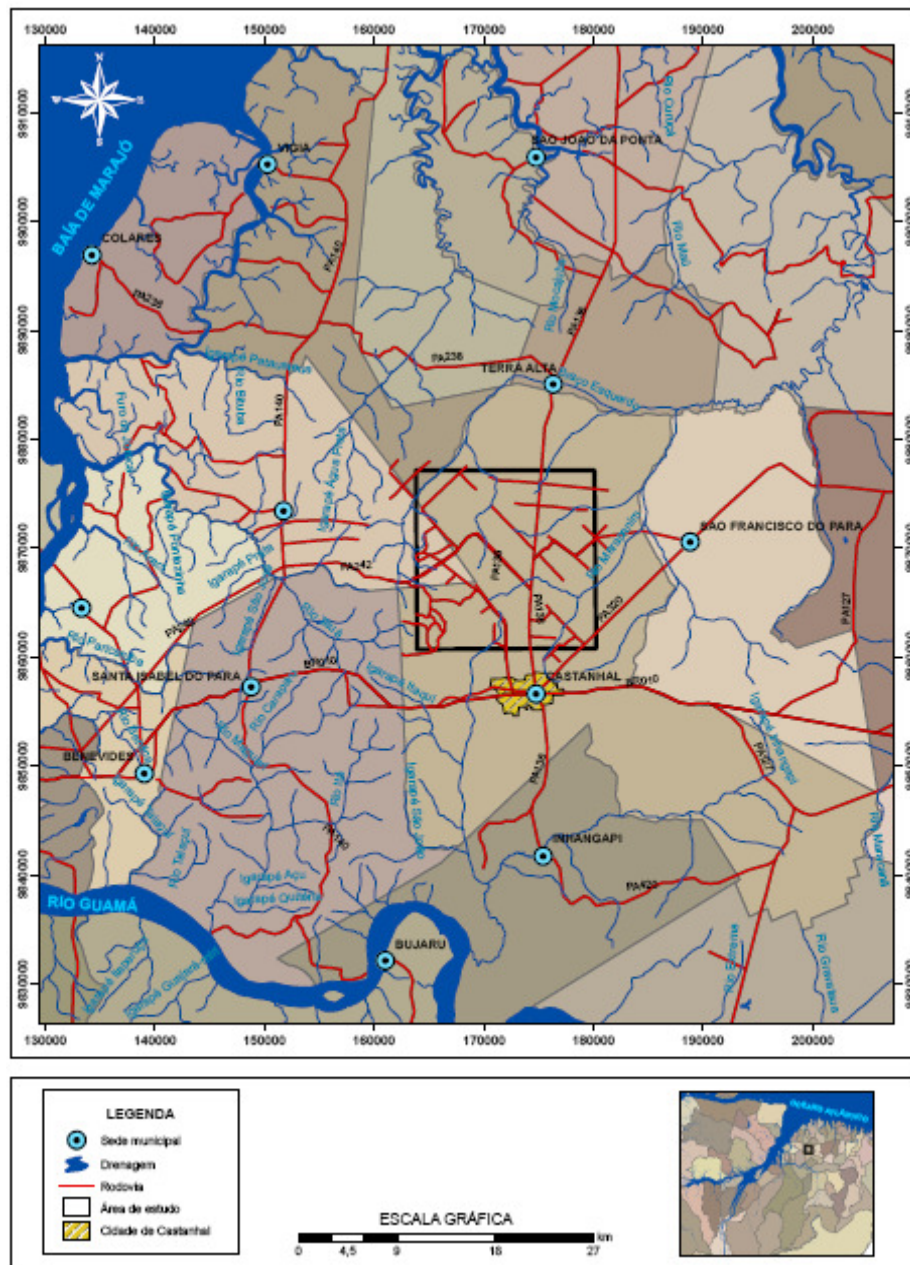


Figura 1: Mapa de localização da área de estudo.

1.3 Metodologia

Para elaboração deste trabalho seguiu-se a seguinte metodologia.

1.3.1 Pesquisa bibliográfica e coleta de informações técnicas

A primeira fase compreendeu um extenso estudo bibliográfico em livros, dissertações e teses, no sentido de buscar informações sobre as características fisiográficas, geológicas e hidrogeológicas do município de Castanhal e arredores, assim como buscar a metodologia que melhor permitisse alcançar os objetivos declarados neste trabalho.

As informações técnicas foram coletadas em órgãos como a CPRM – Serviço Geológico do Brasil, Companhia de Saneamento do Pará - COSAMPA, Prefeitura de Castanhal, Secretaria de Estado de Meio Ambiente - SEMA e empresas de construção de poços.

1.3.2 Investigação litológica de subsuperfície

Para se obter informações da subsuperfície da área de estudo, utilizou-se o método geofísico de eletroresistividade, que permitiu a obtenção de forma indireta o valor de resistividade elétrica (ρ) dos materiais geológicos em subsuperfície, em função da composição mineralógica e dos aspectos texturais dos corpos rochosos. Ele foi aplicado através de 8 (oito) Sondagens Elétricas Verticais (SEV) utilizando o arranjo Schlumberger, com abertura máxima dos eletrodos de corrente AB/2 de 320m, com profundidade máxima de investigação de 150m.

1.3.3 Mapeamento do fluxo subterrâneo

Para o estudo do fluxo subterrâneo do aquífero livre foi feito, coleta de dados em dois períodos distintos (abril e setembro de 2007), com o intuito de fazer um mapa de fluxo do período mais chuvoso e do menos chuvoso do ano de 2007 observando, se ocorreram mudanças nas linhas equipotenciais das áreas de recarga e descarga e na variação dos gradientes hidráulicos.

Em cada coleta seguiu-se a seguinte metodologia:

- ✓ Cadastramento dos poços, em que se considerou a localização de cada poço em coordenadas UTM, o nome da localidade, o tipo de poço, a finalidade, a data de perfuração, o tipo de revestimento, o número de pessoas atendidas, o nível estático, a profundidade do poço e a cota topográfica.
- ✓ Para cada um dos 38 poços cadastrados mediu-se a profundidade do nível estático, utilizando-se de um medidor de nível de alarme sonoro. Esta medição foi realizada quando o nível da água estava estável, ou seja, não houve bombeamento ou captação de água nos poços, aproximadamente oito horas antes da medição.
- ✓ Obtenção de dados altimétricos, através de altímetros e mapas topográficos;
- ✓ Cálculo da carga hidráulica, obtida a partir, da subtração da cota topográfica pelo valor do nível da água do aquífero livre. Os valores obtidos foram plotados em mapas através do programa Surfer 8.0 e para o estabelecimento das linhas equipotenciais e a caracterização da superfície potenciométrica, bem como dos vetores de direção e sentido do fluxo subterrâneo;
- ✓ Cálculo do Gradiente Hidráulico, que é a taxa de perda de carga por unidade de comprimento, ou seja, a diferença de cargas hidráulicas (h_1-h_2) dividida pelo comprimento (L).
- ✓ Com base nos mapas de fluxo e dados da precipitação, foi possível determinar as prováveis zonas de recarga dos sistemas hidrogeológicos existentes na área.

2 FONTES DE POLUIÇÃO e CONTAMINAÇÃO

A poluição e a contaminação capaz de atingir as águas subterrâneas podem ter fontes distintas, tais como:

2.1 Fontes Pontuais

As fontes pontuais de poluição são as que atingem o aquífero através de um ponto e são responsáveis por poluições altamente concentradas na forma de plumas.

Observou-se que as comunidades existentes na área estudada mostram problemas no aspecto de saneamento básico, nos quais a falta de uma rede de esgoto se sobressai.

Outra fonte potencial de poluição das águas subterrâneas é o efluente gerado pela mistura de fezes de gado e cavalo com a água da chuva. Isto porque estes animais são

criados em áreas sem permeabilização do solo, em que despejam fezes que se misturam com a água e este efluente infiltra no solo, podendo chegar até o lençol freático.

Os poços existentes na região, na sua maioria amazonas, com menos de 15 metros de profundidade, e na maioria perfurados manualmente sem qualquer preocupação técnica ou cuidados de higiene, também são considerados uma fonte potencial de poluição. Na região em questão, há muitos poços construídos sem normas técnicas, os quais estão se proliferando devido principalmente à deficiência, e algumas vezes, inexistência de abastecimento de água por parte dos poderes constituídos.

Esses poços escavados, bem como os poços tubulares rasos, construídos fora dos mínimos padrões técnicos passam a constituir um risco potencial na condução das cargas poluentes até as camadas aquíferas.

2.2 Fontes lineares

São provocadas pela infiltração de águas superficiais de rios e canais contaminados. A possibilidade desta poluição ocorrer, dependerá do sentido de fluxo hidráulico existente entre o curso d'água e o aquífero subjacente. No caso da área de estudo este fator não é tão relevante, visto que as águas superficiais são efluentes.

2.3 Fontes difusas

São fontes que contaminam áreas extensas, sendo, normalmente poluentes transportados por correntes aéreas e chuva.

As áreas agrícolas são fontes potenciais de contaminação por fontes difusas, já que a agricultura requer grande quantidade de insumos, como fertilizantes, agrotóxicos e reguladores de crescimento. Na área observam-se fazendas com grandes plantações que utilizam agrotóxicos e fertilizantes.

3 CLIMA

A recarga dos aquíferos superficiais está intimamente ligada à retenção hídrica e tem relação direta com a incidência das chuvas. Nos períodos de deficiência hídrica, os aquíferos poderão ser abastecidos pelas drenagens influentes ocorrendo uma inversão no vetor de recarga, enquanto que em períodos de excedente hídrico o fluxo subterrâneo

apresenta sentido do vetor para as drenagens. Por isso, é de extrema importância entender o comportamento dos aspectos climáticos de uma dada região para conhecer a sua potencialidade hídrica.

3.1 Classificação Climática

A classificação climática de uma dada região é o resultado das diferentes combinações dos processos atmosféricos, o que ocasiona uma grande diversidade de tipos climáticos.

De acordo com os dados fornecidos pelo Instituto Nacional de Meteorologia - INMET, o clima da região de Castanhal corresponde ao tipo "Af", da classificação de Köppen, pois é caracterizado por um clima equatorial tropical, com temperatura oscilando entre 24°C e 32°C, Ocorrência de precipitação em todos os meses do ano, com precipitação média de 876,25 mm/ano.

3.2 Precipitação

A precipitação nas regiões equatoriais é um dos elementos meteorológicos que melhor define o clima. Na região de Castanhal a precipitação apresenta valor médio anual de 876,25 mm (Instituto Nacional de Meteorologia – INMET/ 2º Distrito de Meteorologia/PA, 2007), ocasionando uma temperatura elevada com média de 26°C e máxima de 32°C. Possui pequena amplitude térmica e umidade relativa do ar de 82%. A estação chuvosa ocorre no período de janeiro a maio e a menos chuvosa de junho a dezembro, sendo os meses de setembro e novembro os menos chuvosos (Figura 2).

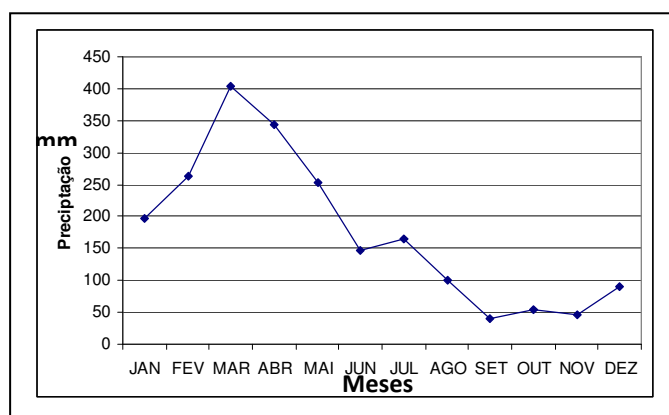


Figura 2: Gráfico mostrando a variação da precipitação média mensal. Período de 2003-2007.

3.3 Balanço Hídrico

LIMA et al., 1994 elaboraram um balanço hídrico da região de Castanhal/PA, com base em dados do ano de 1975 a 1987. O cálculo foi fundamentado na aplicação do princípio de conservação da massa de água, para um dado local ou área, utilizando-se o balanço hídrico proposto por Thornthwaite & Mather (1955) onde, além da obtenção da classificação climática, pode-se ter o comportamento da entrada e saída da água no solo.

Baseado nos dados obteve-se a figura 3 que apresenta o comportamento das linhas de P, DEF e EXC, onde se verifica que durante o período de janeiro a agosto, o comportamento da linha de excedência é semelhante ao da precipitação. Isso é devido ao grande volume de água durante esse período. A deficiência, por sua vez, permanece zero até agosto. A partir de setembro a excedência passa a ser negativa.

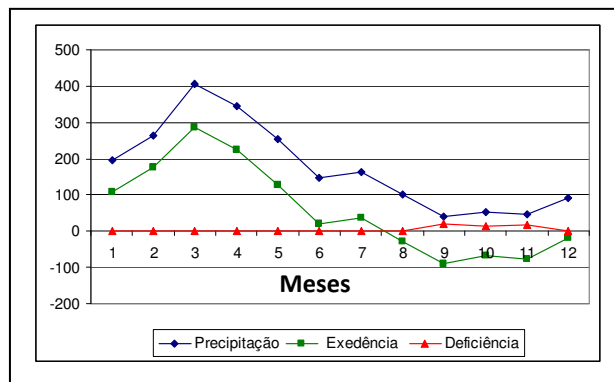


Figura 3: Representação gráfica das linhas P, DEF e EXC para a região de Castanhal (Período de 1975 a 1987).

4 GEOLOGIA

De acordo com Souza Junior et al. (1992), as rochas que afloram no município de Castanhal são caracterizadas como sedimentares, em que destacam-se o Grupo Barreiras, Sedimentos Pós-Barreiras e Sedimentos Recentes (Figura 4 e 5). Dados de poços profundos (Femac) mostram que este pacote sedimentar prolonga-se em subsuperfície, englobando rochas do Grupo Barreiras e Pirabas.

Era	Período	Época	Unidades	Descrição
Cenozóica	Quaternário	Holoceno	Sedimentos Recentes	Argilas de coloração branca acizentada, com manchas vermelhas a amareladas devido à oxidação do ferro.
			Pós-Barreiras	Sedimentos areno - argilosos, maciços, coloração amarela, apresentando grânulos de quartzo e concreções ferruginosas dispersas aleatoriamente.
	Terciário	Pleistoceno	Grupo Barreiras	Sedimentos argilosos com laminação plano paralela, coloração vermelha amarelada com tons esbranquiçados, bioturbados, localmente gretas de contração; sedimentos arenosos de granulação fina a média, estratificações cruzadas do tipo acanalada (Tangencial), sigmoidal e estratificações de maré; sedimentos areno argilosos maciços ou com estratificações insipientes.
		Mioceno Plioceno		
Mioceno	Formação Pirabas	Constitui um conjunto de rochas carbonáticas depositadas durante o Mioceno Inferior e que afloram na região litorânea dos estados do Pará, Maranhão e Piauí (PETRI, 1957; apud GÓES, 1990).		

Figura 4: Coluna Estratigráfica da Região de Castanhal. Fonte: Souza Junior et al.(1992).

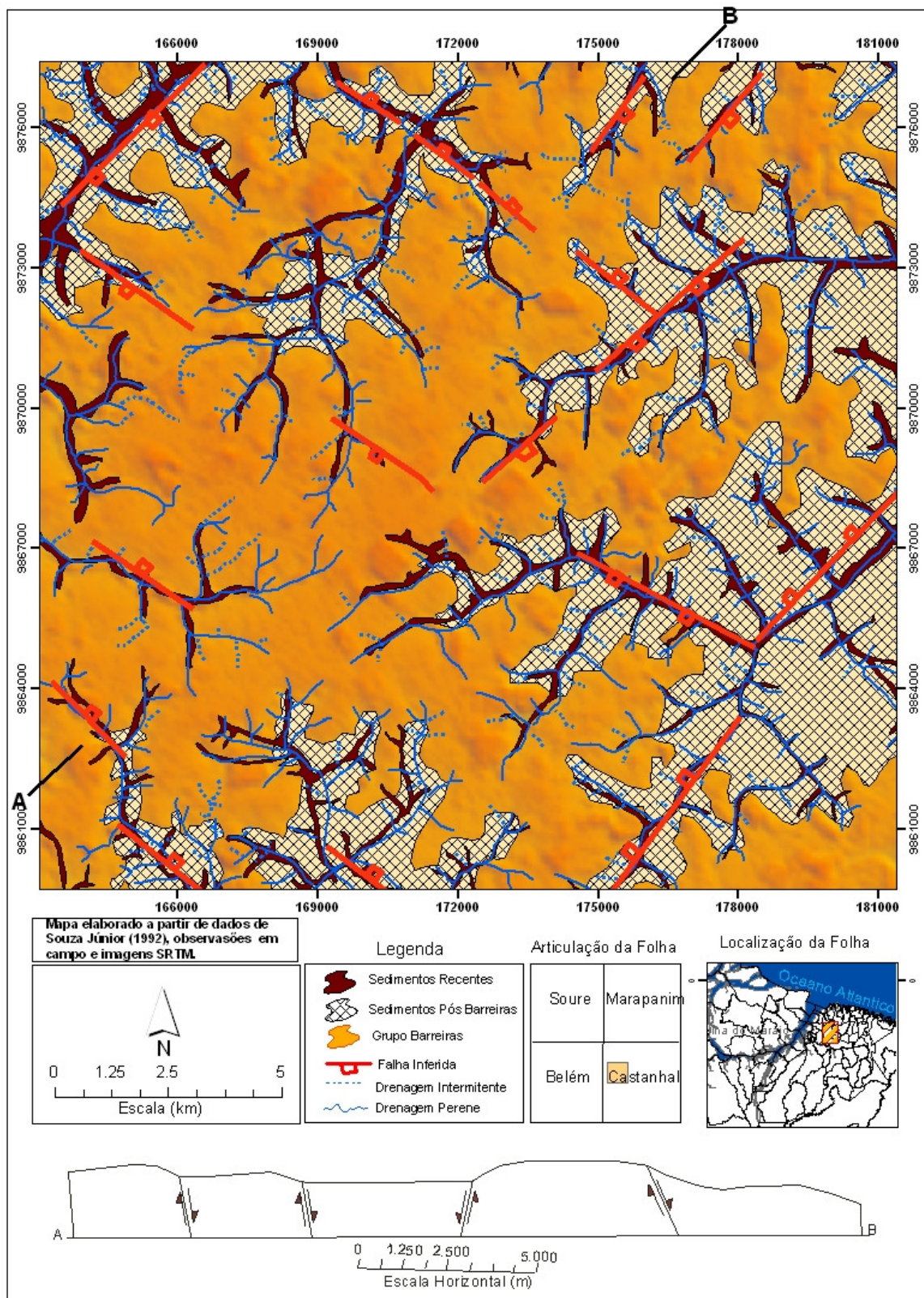


Figura 5: Mapa Geológico da Folha SA-23 – V - C - I - 1 - SO.

5 HIDROGEOLOGIA

Dentro do contexto hidrogeológico foi feito um estudo preliminar da geometria das litologias em subsuperfície, bem como o mapeamento do fluxo hídrico do sistema hidrogeológico livre.

5.1 Sondagens Elétricas Verticais

Na área de estudo não há nenhum trabalho sobre a caracterização dos aquíferos, por isso, foi feita uma comparação com a descrição litológica de poços (Femac) próximos a área de estudo com a análise das oito sondagens elétricas verticais - SEV (Figura 6), para poder saber a litologia e geometria dos aquíferos.

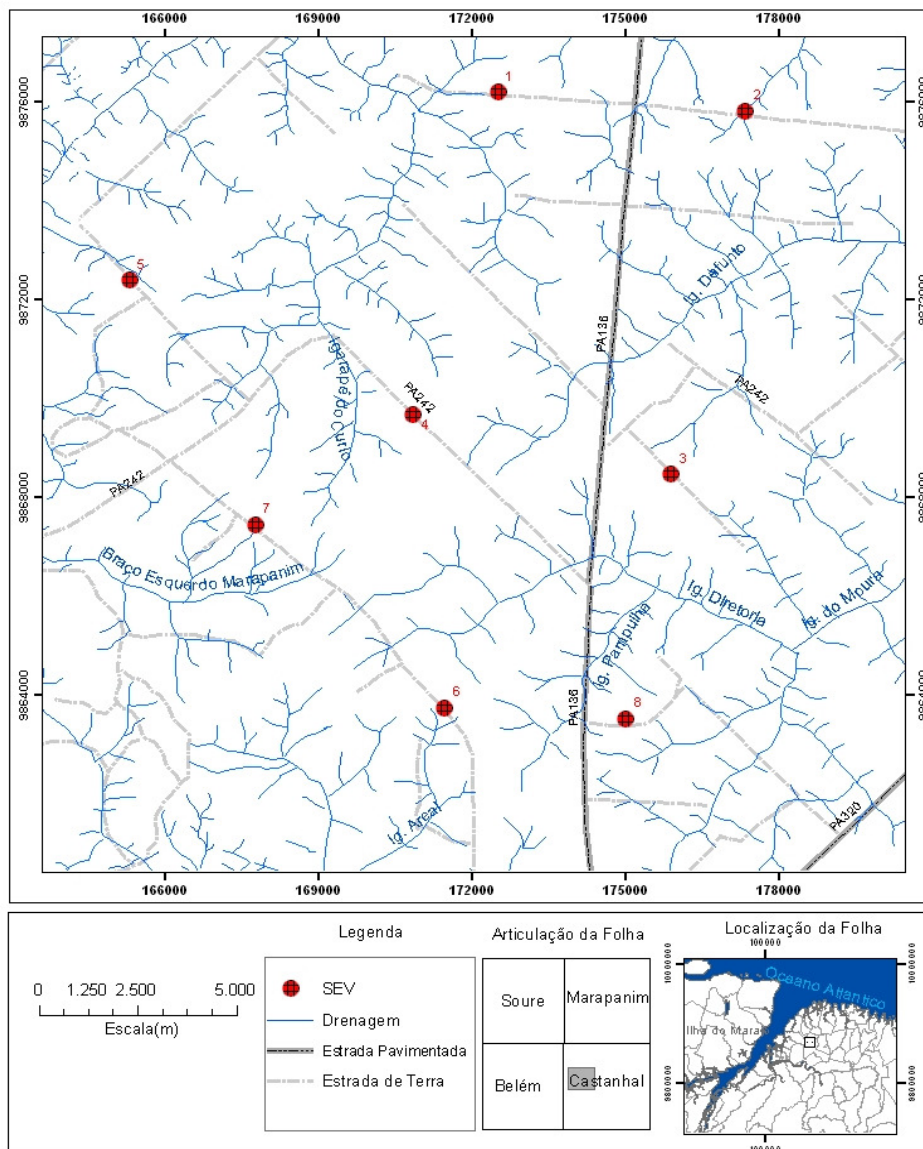


Figura 6: Mapa de localização das Sondagens Elétricas Verticais – SEVs.

Com a interpretação das sondagens elétricas verticais, foi possível elaborar seções das camadas litológicas em sub-superfície (Figura 7 e 8) e nestas pode se observar:

- ✓ Prováveis camadas aquíferas, compostas por arenitos e calcarenitos, justapostos a camadas impermeáveis a semi-permeáveis representadas geralmente por argilitos, folhelhos e siltitos;
- ✓ Descontinuidades (prováveis falhas) com rejeitos verticais impostas pela atuação neotectônica alcançam dezenas de metros, com desníveis que alcançam mais de 20m;
- ✓ Variação lateral das espessuras de camadas, além de eventuais desaparecimento de camadas, observadas em seções contíguas.

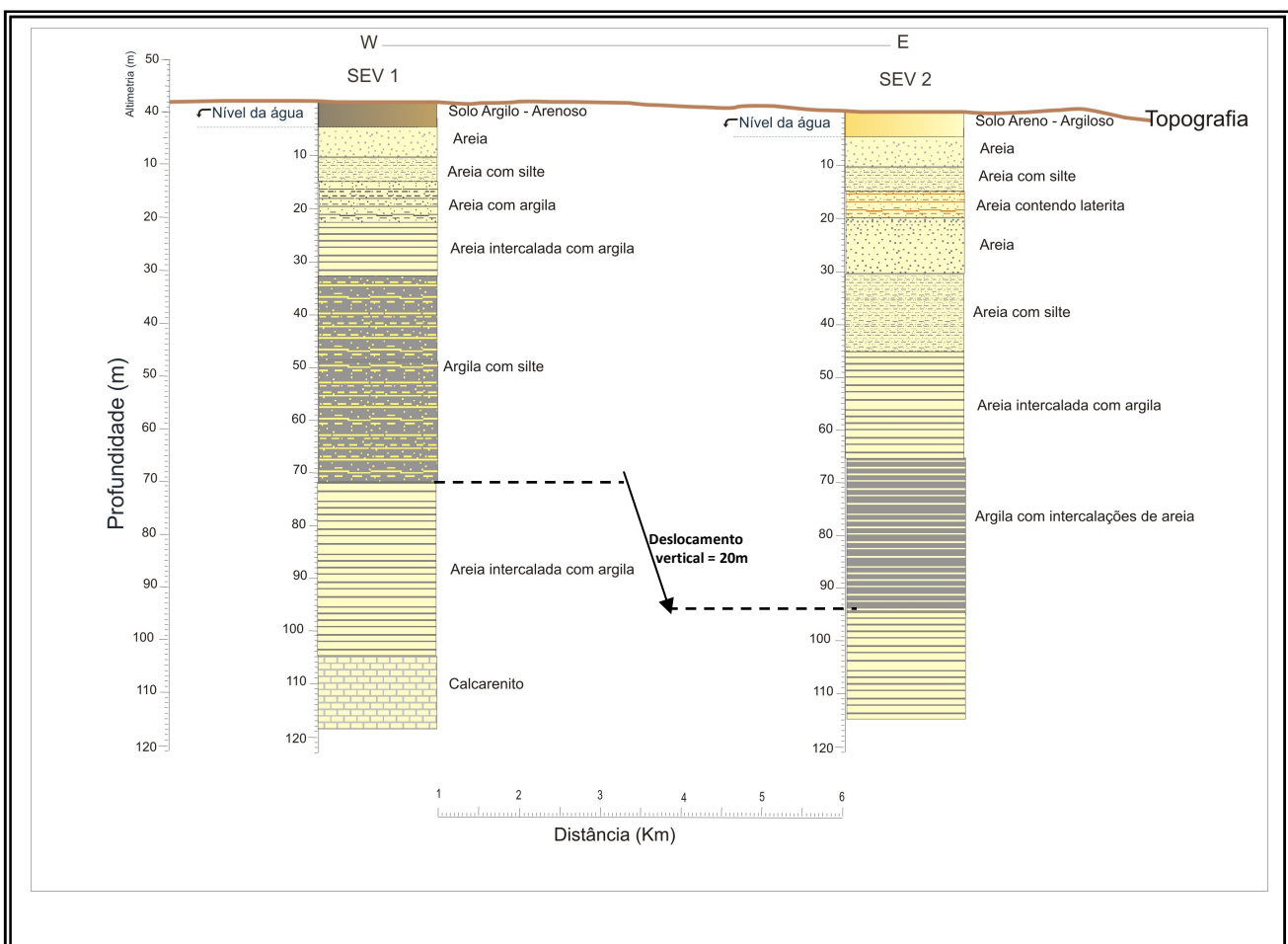


Figura 7: Seção W-E mostrando o deslocamento das camadas (areia com silte) e indicação de falha com mergulho no sentido leste.

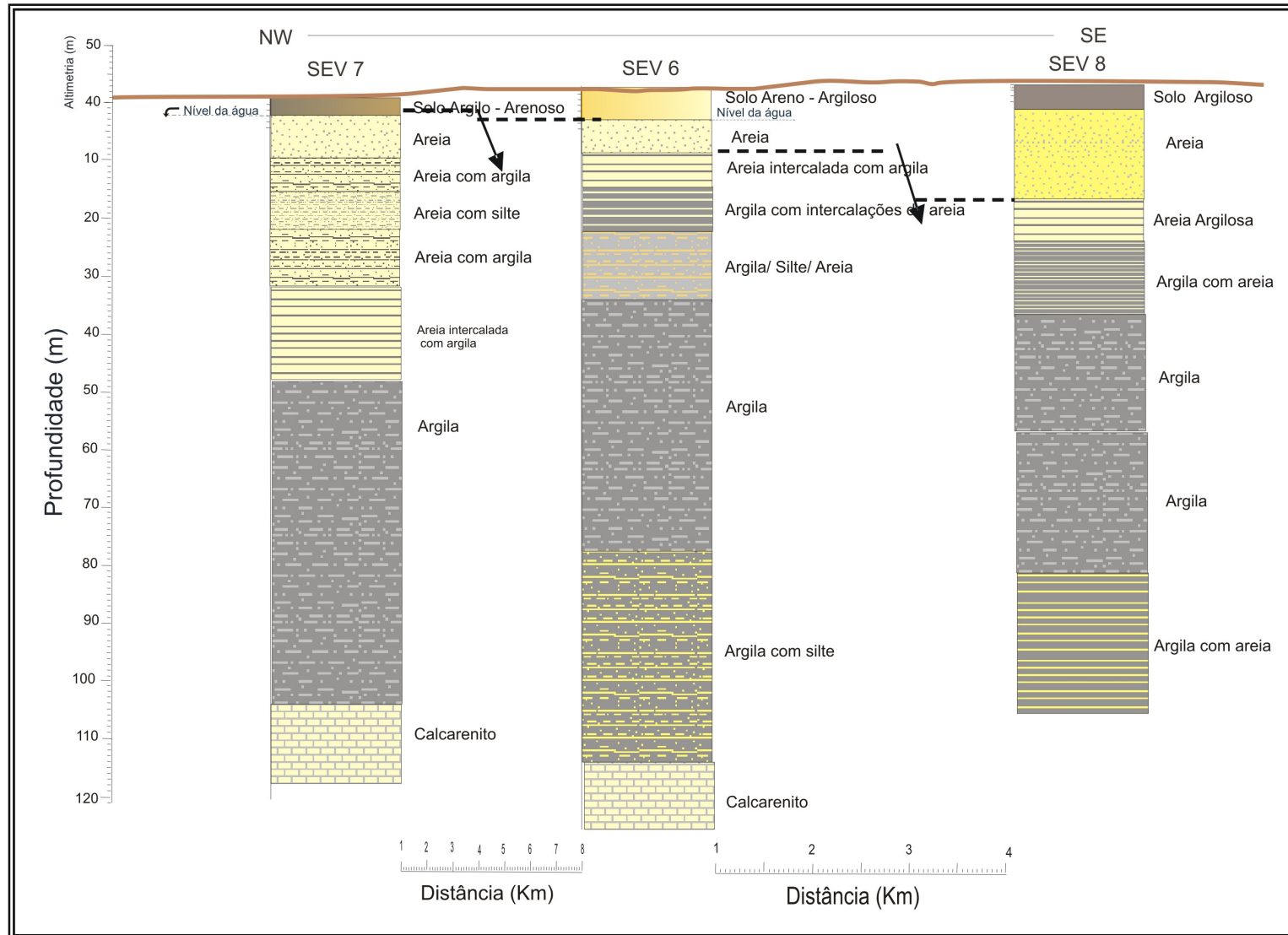


Figura 8: Seção NW-SE mostrando as camadas deslocadas por prováveis falhas com mergulho no sentido SE.

A visão integrada dos dados de SEVs, associados às informações da geologia de superfície e dados de poços, permitiram definir três sistemas hidrogeológicos: Superior, Barreiras e Pirabas.

O Sistema Hidrogeológico Superior pode ser encontrado a partir de 2 a 8m de profundidade e é considerado livre.

O Sistema Hidrogeológico Barreiras encontra-se entre 20 a 30m de profundidade, com espessura média de 25m. Caracterizado como livre a semiconfinado.

O topo do Sistema Hidrogeológico Pirabas pode ser encontrado entre 90 e 115m de profundidade. Esse sistema é sobreposto por uma camada argilosa espessa, que caracteriza o sistema como confinado. Com os dados disponíveis esse sistema se prolonga até profundidades de 150m.

5.2 Mapeamento de Fluxo subterrâneo

O mapeamento do fluxo hídrico subterrâneo considerou os sistemas hidrogeológicos livres, ou seja, o Superior e provavelmente o Barreiras (livre e/ou semiconfinado).

Foi feito o mapeamento do fluxo subterrâneo no mês de menor precipitação (Setembro) e no de maior precipitação (Março), para entender melhor como funciona o sentido do fluxo hídrico, além da possibilidade de interpretação de possíveis áreas de recarga e descarga do Sistema Hidrogeológico Superior da região de Castanhal.

A partir, de medidas do nível estático de 38 poços (Figura 9) foram construídos: dois mapas de fluxo subterrâneo (Figuras 10 e 11).

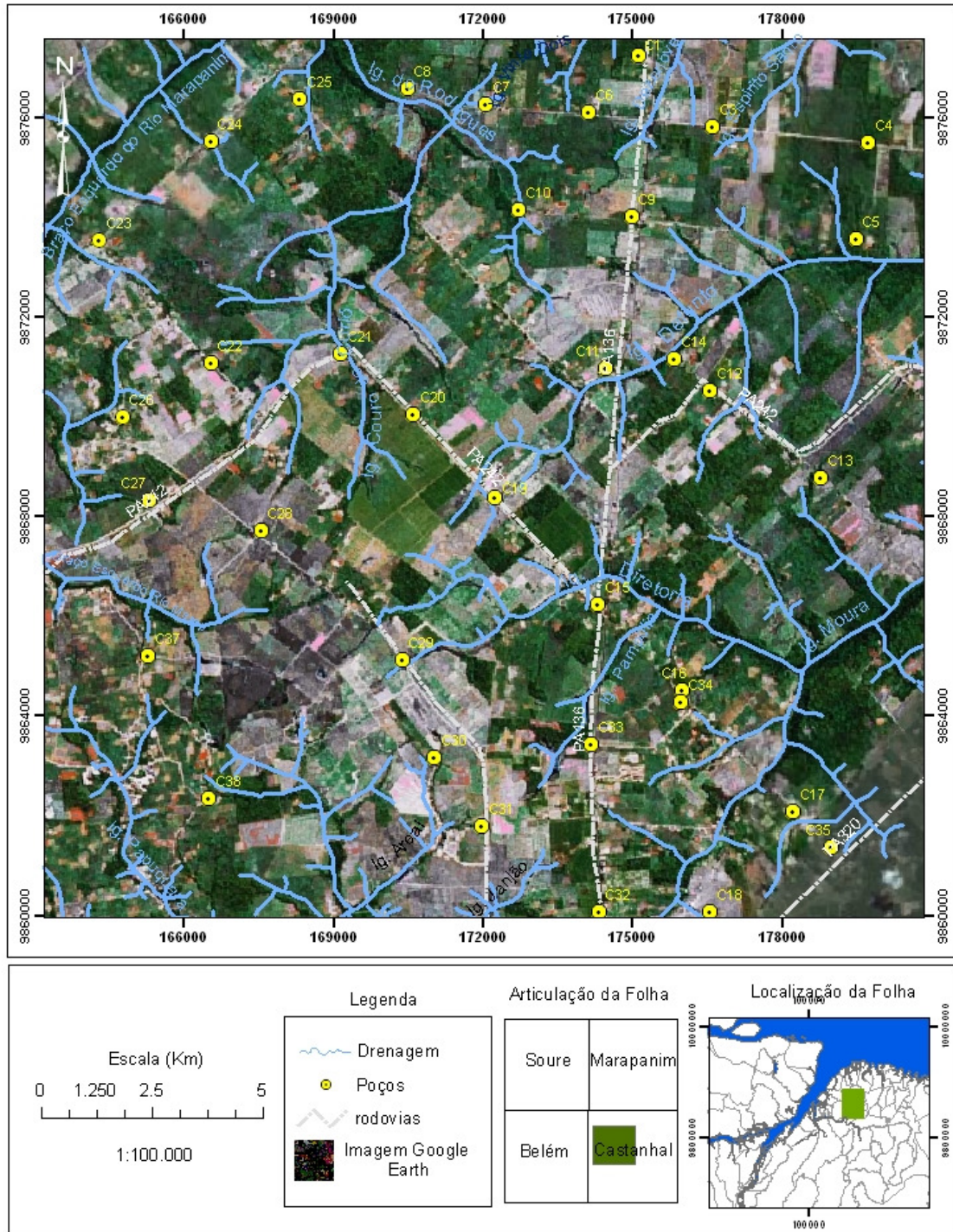


Figura 9: Mapa de localização dos poços utilizados para o mapeamento do fluxo hídrico do Sistema Hidrogeológico Superior da Folha SA-23 – V - C - I - 1 - SO.

5.2.1 Período Chuvoso

Analisando o comportamento da superfície potenciométrica (Figura 10) percebe-se, que o fluxo hídrico subterrâneo possui direção, no sentido centro oeste ao noroeste e leste.

Os valores das cotas desta superfície variam desde máximos acima de 48m, no setor centro-oeste até menos de 23m no norte e nordeste da área.

Esse comportamento da superfície potenciométrica caracteriza o curso d'água superficial da região de Castanhal como efluente nas águas subterrâneas. Isso significa um fluxo da água subterrânea no sentido das águas superficiais.

O Gradiente Hidráulico varia na área, indicando uma mudança de velocidade do fluxo. Na porção noroeste o valor do gradiente varia de 0,0024 a 0,001 , já na porção norte o valor é de 0,0035, indicando fluxo mais veloz. Na porção nordeste o valor é de 0,0034, no leste é de 0,0008, fluxo com velocidade menor. No oeste é de 0,0023 velocidade mediana. No centro é de 0,0022, no sudeste é de 0,0018, no sudoeste é de 0,001. Isso implica um condicionante ambiental, pois as áreas com gradiente hidráulico maior como na porção norte (próximo ao Igarapé Rodrigues), noroeste (montante do Igarapé couro de Curió) e nordeste (montante do Igarapé espírito Santo) terão uma rapidez maior na dispersão de contaminante, se na área houver uma fonte potencial de contaminação.

O mapa de fluxo subterrâneo do Sistema Hidrogeológico Superior quando analisado no contexto da base física construída para a área estudada (Figura 10), mostra de forma bastante clara a existência de, pelo menos, duas áreas de recarga do sistema aquífero superior. A região de recarga é caracterizada pelo padrão divergente dos vetores de fluxo, e pode ser observada na porção centro-oeste do mapa (Figura 10), nas proximidades do Igarapé Couro do Curió. Outra área de recarga que pode ser identificada na porção nordeste da área próximo ao Igarapé Defunto.

5.2.2 Período não Chuvoso

No comportamento da superfície potenciométrica mostrada na figura 11 percebe-se, que a mesma esta condizente com o comportamento mostrado para o período chuvoso, ou seja, o fluxo exhibe uma inclinação do centro oeste pra noroeste e leste, ou seja, acompanha a inclinação do relevo.

Devido estas semelhanças os gradientes hidráulicos não tiveram variação assim como as áreas de recarga e descarga continuaram as mesmas. Mesmo havendo um aumento nos valores do nível da água nos poços, devido o baixo volume pluviométrico do período não chuvoso, o fluxo permaneceu no sentido das águas subterrâneas para as águas superficiais, ou seja, não houve inversão de fluxo.

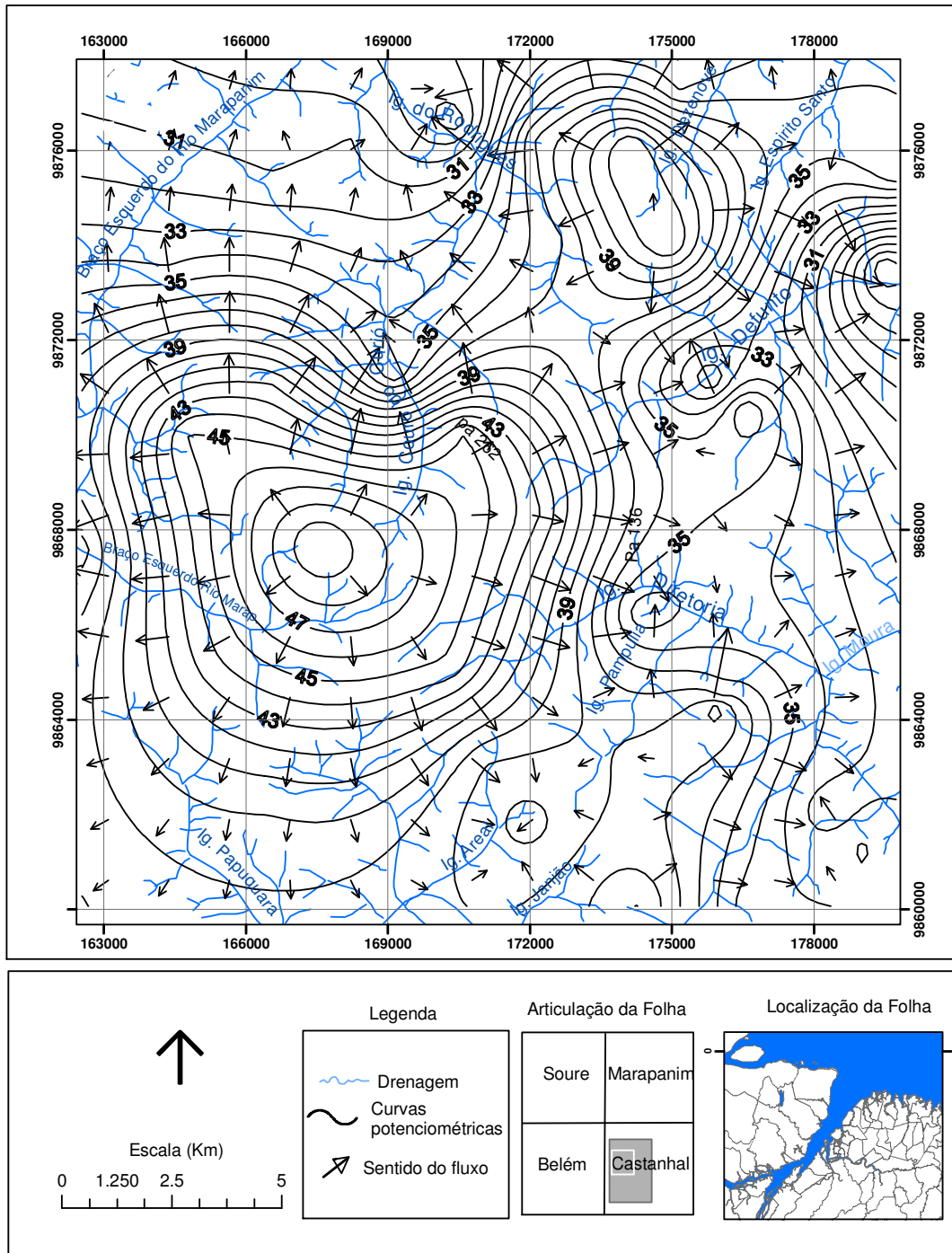


Figura 10: Mapa de Equipotencial Hidráulico do período mais chuvoso da Folha SA-23 – V - C - I -1-SO.

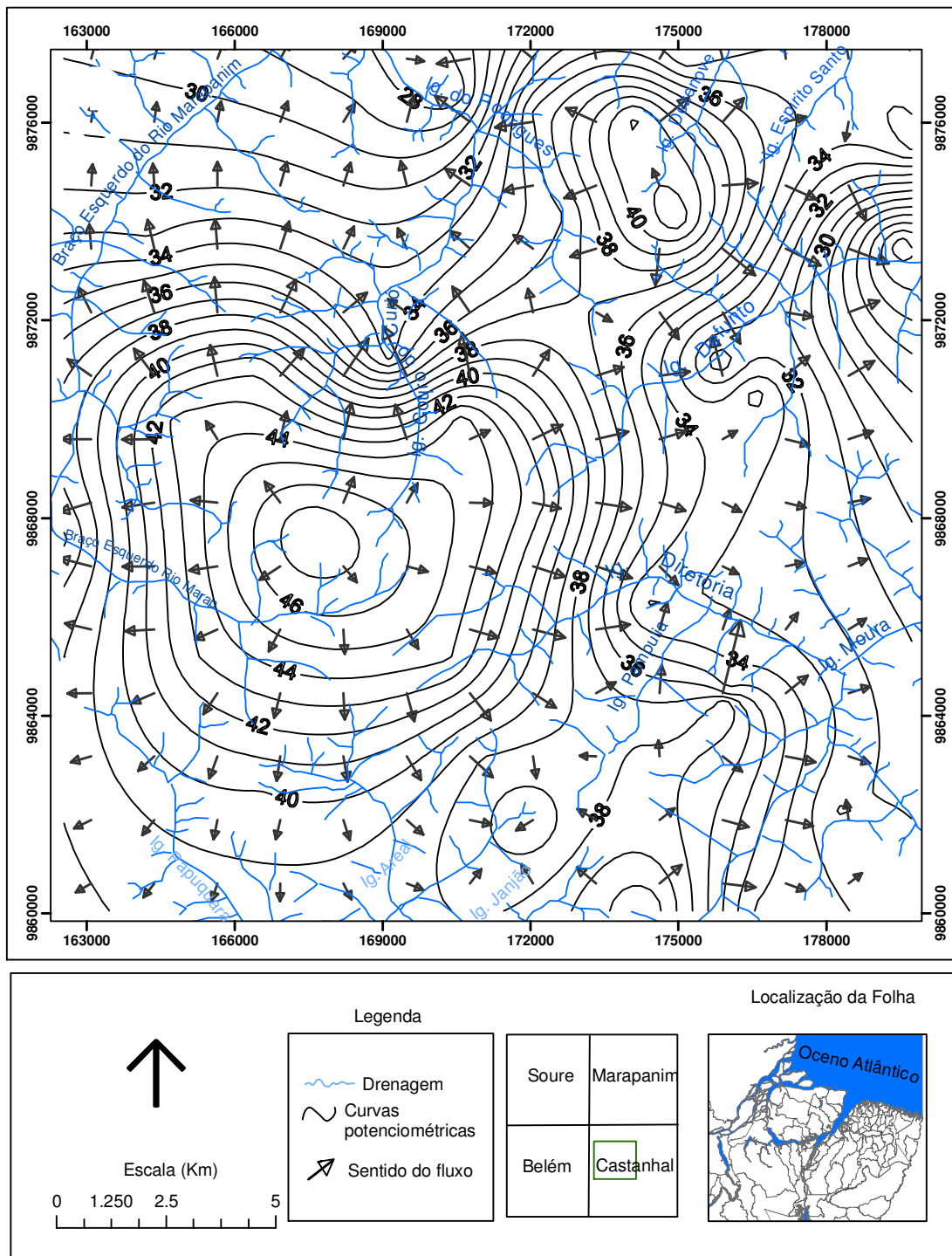


Figura 11: Mapa de Equipotencial Hidráulico do período menos chuvoso da Folha SA-23 – V - C - I -1-SO.

6 CONCLUSÕES

A realização desse estudo proporcionou um bom conhecimento sobre os aspectos geométricos de subsuperfície e do fluxo subterrâneo dos sistemas hidrogeológicos livres (Superior e Barreiras), possibilitando detectar, que a recarga se dá basicamente pela precipitação direta a partir da água da chuva na porção centro-oeste da área de estudo, ou seja, nas proximidades do Igarapé Couro do Curió e na porção nordeste próximo ao Igarapé Defunto. Esta recarga é favorecida pela geologia da área caracterizada por sedimentos permeáveis e pelas condições atmosféricas.

Portanto, tais áreas de recarga devem merecer por parte dos poderes públicos constituídos a atenção necessária no sentido de que sejam áreas protegidas dos processos de futura urbanização ou locação de uma fonte potencial de contaminação como poços mal construídos, esgotamento sanitário ineficiente ou inexistente, lixões, cemitérios, postos de gasolina, plantações com agrotóxicos, entre outros.

Se as fontes de contaminação estiverem localizadas próximo à área de recarga, nas zonas de nível estático raso e em regiões de solos permeáveis, a probabilidade de contaminação das águas dos sistemas hidrogeológicos livres será muito grande.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

GÓES A. M., ROSSETTI, D. F.; NOGUEIRA A. C. R., TOLEDO P. M. 1990. Modelo deposicional preliminar da Formação Pirabas no nordeste do Pará. Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Serie Ciências da Terra v.2, p.3-15.

LIMA, E.P.; QUARESMA, J.B.; NÓBREGA, E.A.T. 1994. Modelo de um aterro sanitário para disposição final de resíduos sólidos na cidade de Castanhal e o Estudo de Impacto Ambiental. ESTUDOS DO NUMA 1. Universidade Federal do Pará. Núcleo de Meio Ambiente. Belém, 72p.

SOUZA JUNIOR, C.M.; QUADROS, M.L. do E.S.; BEZERRA, O.V. 1992. Projeto: Relatório final estágio de campo III, Município de Castanhal. Belém: Universidade Federal do Pará.

THORNTHWAITE, C. W. & MATHER, J. R. 1955. The water balance. *Climatology* v. 8 n. 1.