

CAPÍTULO 7 – INTEGRAÇÃO DE DADOS GEOLÓGICO-ESTRUTURAIS E HIDROGEOLÓGICOS

No Capítulo 6, foram apresentadas correlações tentativas entre alguns fatores potencialmente controladores do fluxo em terrenos cristalinos e a produtividade dos poços tubulares profundos. O presente capítulo é dedicado ao estudo da variação espacial da produtividade, isto é, da variação da produtividade dos poços em função de sua localização quanto aos aspectos geológico-estruturais e morfoestruturais descritos nos Capítulos 3 e 4.

O estudo é conduzido de duas formas: inicialmente em escala regional, envolvendo toda a bacia do rio Jundiaí e as áreas adjacentes, e posteriormente em escala local, por meio da investigação de casos em pequenas áreas selecionadas.

Foram utilizados apenas os poços com dados do teste de bombeamento e com coordenadas de localização. Eles foram separados em três classes, de acordo com os valores de capacidade específica. O intervalo considerado como “Baixo” tem capacidade específica menor do que $0,05 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}$; o intervalo “Médio” tem capacidade específica maior ou igual a $0,05$ e menor que $0,5 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}$ e o intervalo “Alto” tem capacidade específica maior ou igual a $0,5 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}$.

7.1 VARIAÇÃO ESPACIAL DA PRODUTIVIDADE DOS POÇOS EM ESCALA REGIONAL

A variação espacial da produtividade dos poços em escala regional é analisada separadamente para o Sistema Aquífero Cristalino, para o Sistema Aquífero Tubarão e para os poços mistos.

7.1.1 Variação Espacial da Produtividade dos Poços no Sistema Aquífero Cristalino

No Sistema Aquífero Cristalino existem 590 poços cadastrados com dados de localização e de produtividade. A Figura 7.1 mostra a distribuição destes poços, destacados com diferentes cores de acordo com o intervalo de produtividade ao qual pertencem. Os poços têm distribuição extremamente irregular, pois estão concentrados nos centros urbanos e ao longo das principais rodovias. A variação da produtividade na área é aparentemente aleatória: poços altamente produtivos ocorrem ao lado de poços pouco produtivos e poços com produtividade média

aparecem amplamente distribuídos. Além disso, existem muitas áreas entre as zonas urbanas sem poços construídos e/ou sem poços cadastrados.

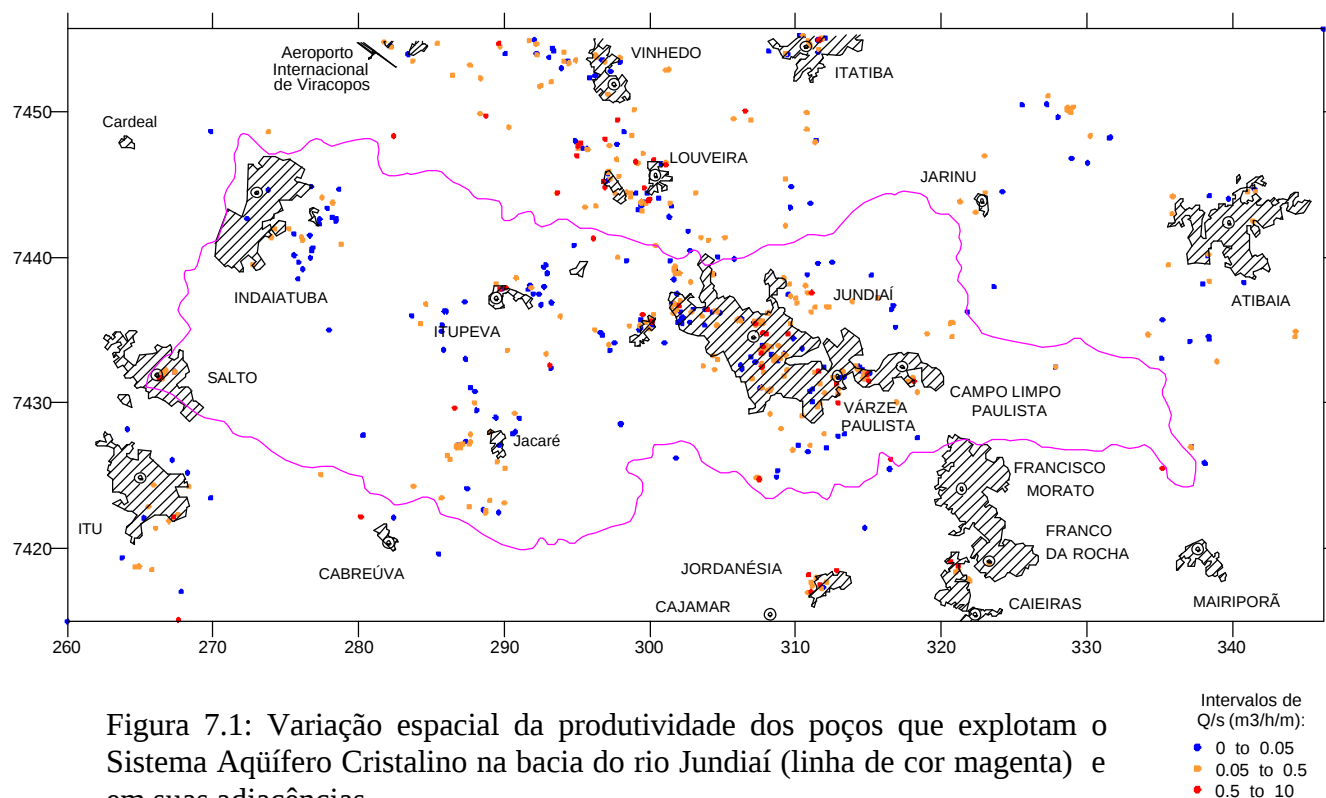


Figura 7.1: Variação espacial da produtividade dos poços que exploram o Sistema Aquífero Cristalino na bacia do rio Jundiaí (linha de cor magenta) e em suas adjacências.

Tal distribuição não permite a aplicação de métodos de interpolação nesta escala de trabalho. No entanto, o mapa de resíduos calculado para a superfície de tendência de primeiro grau destaca algumas concentrações de resíduos positivos, indicando a presença de poços altamente produtivos nestes locais (Figura 7.2).

Para estudar as relações entre a distribuição da produtividade na área e os dados estruturais em macro-escala, o mapa de resíduos revela-se como a ferramenta mais adequada, motivo pelo qual ele será utilizado nas tentativas de correlação apresentadas nos próximos itens.

7.1.1.1 Relação entre a Distribuição da Produtividade dos Poços no Sistema Aquífero Cristalino e os Lineamentos

Este item apresenta uma tentativa de correlação entre a distribuição da produtividade dos poços que exploram o Sistema Aquífero Cristalino e os lineamentos em escala regional. Para tanto, são feitas superposições entre o mapa de resíduos da superfície de tendência de primeiro grau da capacidade específica dos poços e os mapas de lineamentos apresentados e descritos no Capítulo 4.

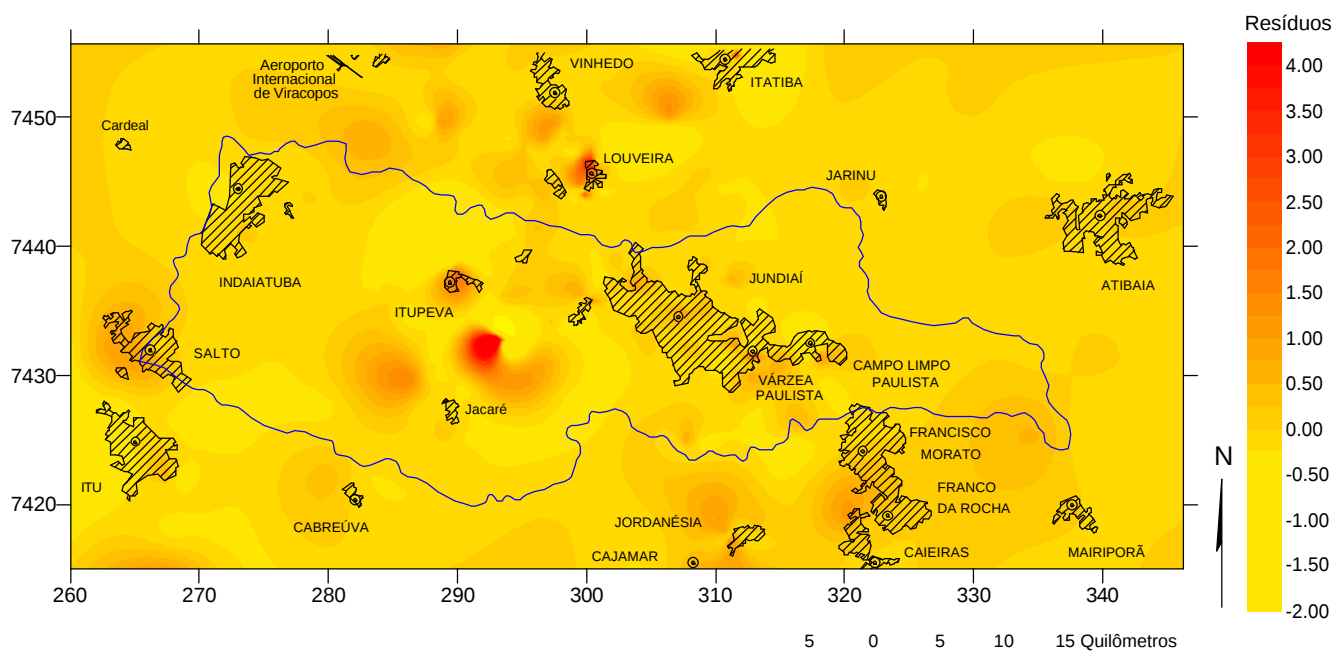


Figura 7.2: Mapa de resíduos da superfície de tendência de primeiro grau da capacidade específica dos poços que exploram o Sistema Aquífero Cristalino na bacia do rio Jundiaí e áreas adjacentes (em azul, o limite da bacia do rio Jundiaí).

Nota-se que não existe vínculo entre a produtividade dos poços e as direções dos lineamentos traçados em escala regional (a partir da imagem de radar 1:250.000), tampouco entre a produtividade dos poços e a densidade de lineamentos (Figura 7.3a). O mesmo acontece em relação aos lineamentos traçados em escala de maior detalhe (extraídos das fotografias aéreas 1:60.000) (Figura 7.3b) e aos lineamentos da rede de drenagem (Figura 7.3c).

Teoricamente, as áreas com ocorrência de mais de um sistema de lineamentos tenderiam a ser mais densamente fraturadas, bem como a apresentar maior quantidade de intersecção de lineamentos pertencentes a sistemas diferentes. No entanto, os mapas de abrangência dos sistemas de lineamentos e o mapa de resíduos da produtividade dos poços não parecem ser correlativos (Figura 7.4).

Uma questão, porém, fica clara: a densidade dos lineamentos traçados a partir das imagens de sensores remotos não tem ligação com a produtividade, o que se percebe pela presença de poços muito produtivos mesmo onde a densidade de lineamentos é baixa. Isto não é de se estranhar, uma vez que em locais com coberturas intemperizadas ou com coberturas colúvio-eluviais, os lineamentos ficam mascarados e não podem ser observados nas imagens de sensores remotos. Ao contrário, sabe-se que as regiões com maior densidade de fraturamento são mais facilmente atacadas pelo intemperismo e, dependendo da composição original da rocha, podem ser formados materiais altamente permeáveis.

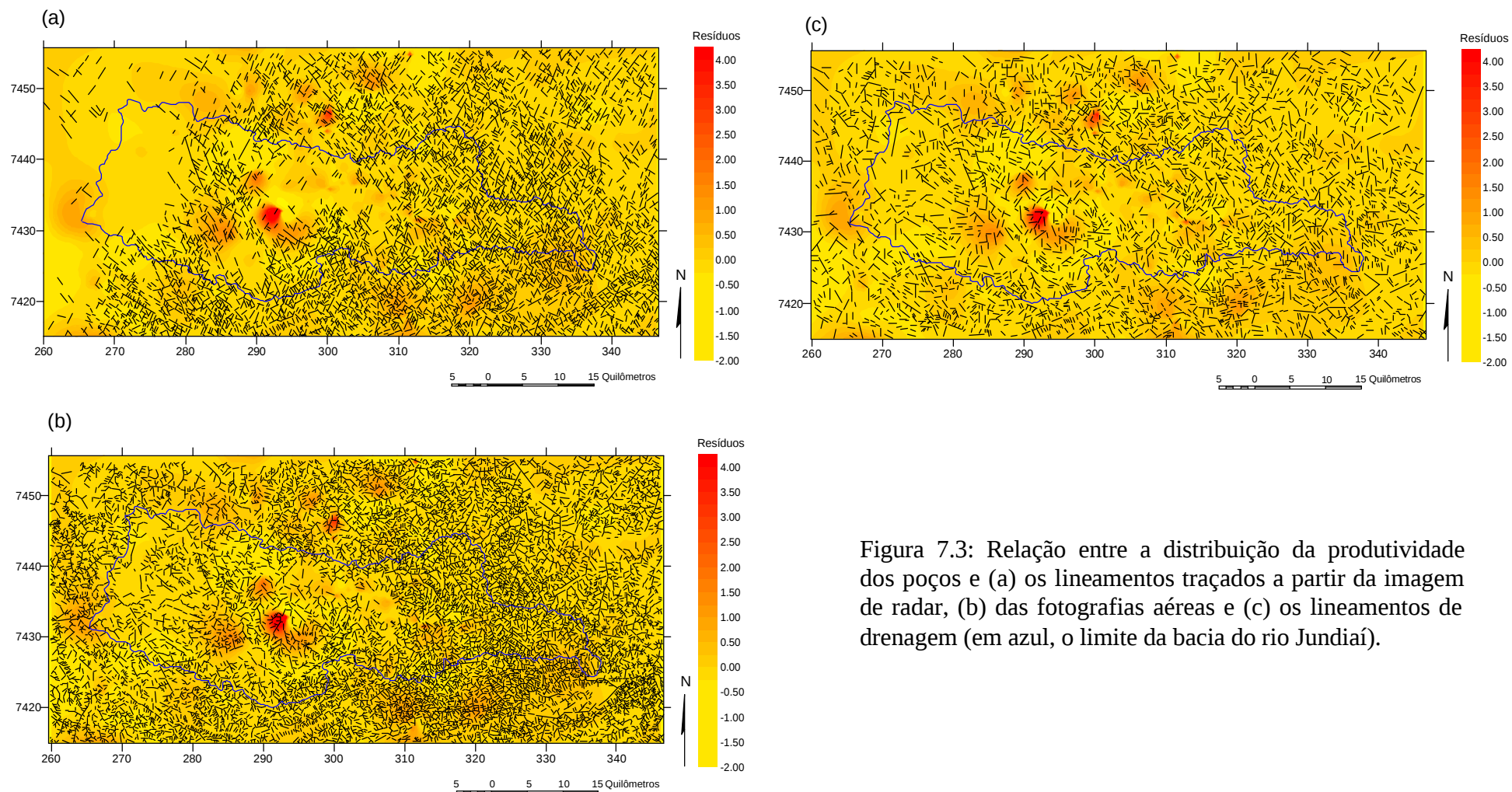


Figura 7.3: Relação entre a distribuição da produtividade dos poços e (a) os lineamentos traçados a partir da imagem de radar, (b) das fotografias aéreas e (c) os lineamentos de drenagem (em azul, o limite da bacia do rio Jundiáí).

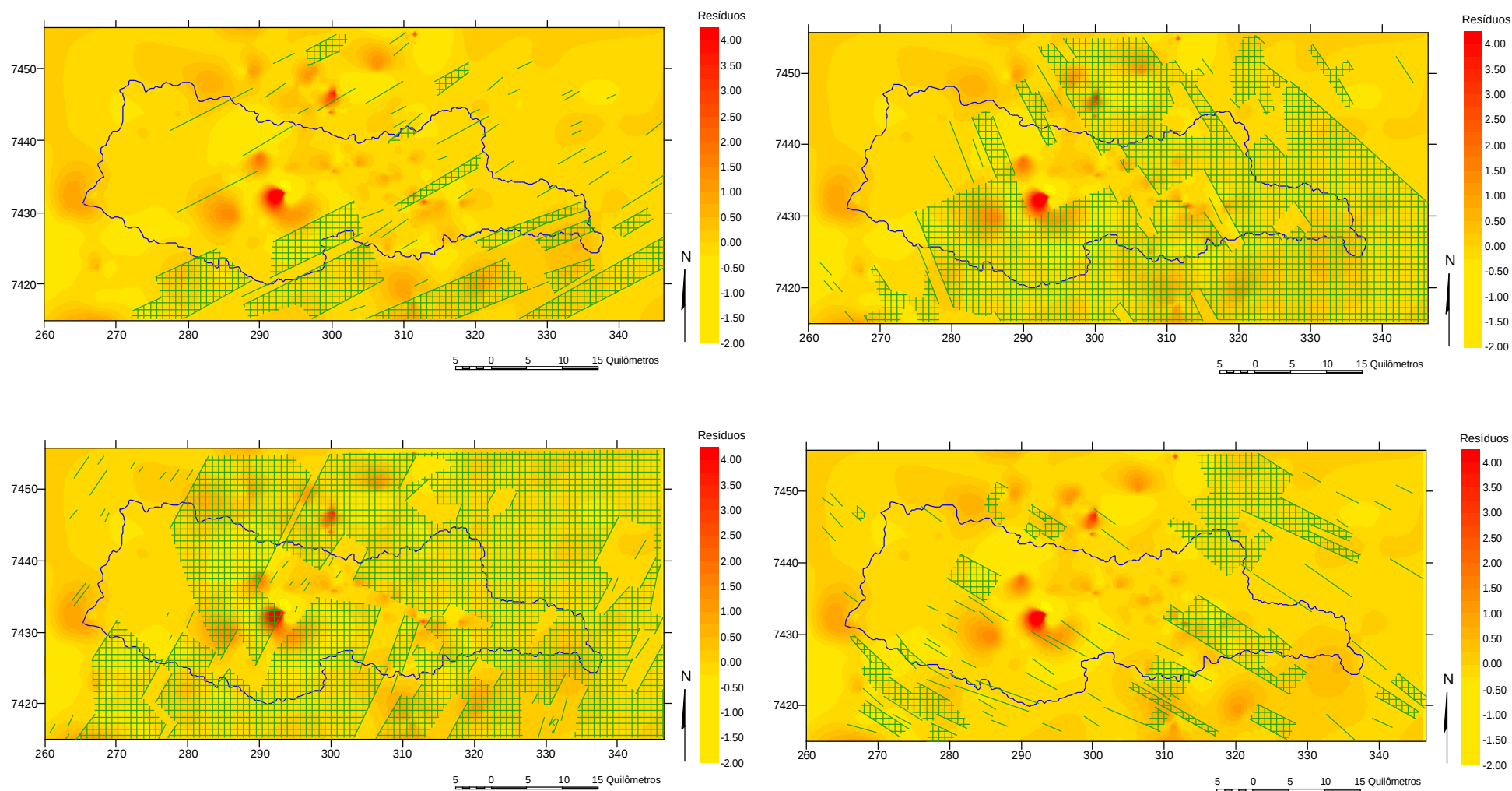


Figura 7.4: Distribuição da produtividade de poços e das áreas de abrangência dos principais sistemas de lineamentos (área hachurada, em verde) traçados a partir da imagem de radar em escala 1:250.000. (a) Sistema NE-SW, (b) Sistema NNE-SSW, (c) Sistema NNW-SSE e (d) Sistema NW-SE (em azul, o limite da bacia do rio Jundiá).

7.1.1.2 Relação entre a Distribuição da Produtividade dos Poços no Sistema Aquífero Cristalino e as Estruturas Regionais

A sobreposição do mapa de resíduos da superfície de tendência de grau 1 da capacidade específica com o mapa de falhas e zonas de cisalhamento regionais mostra que há forte associação entre os poços altamente produtivos e as estruturas que controlam a compartimentação morfoestrutural da área (Figura 7.5).

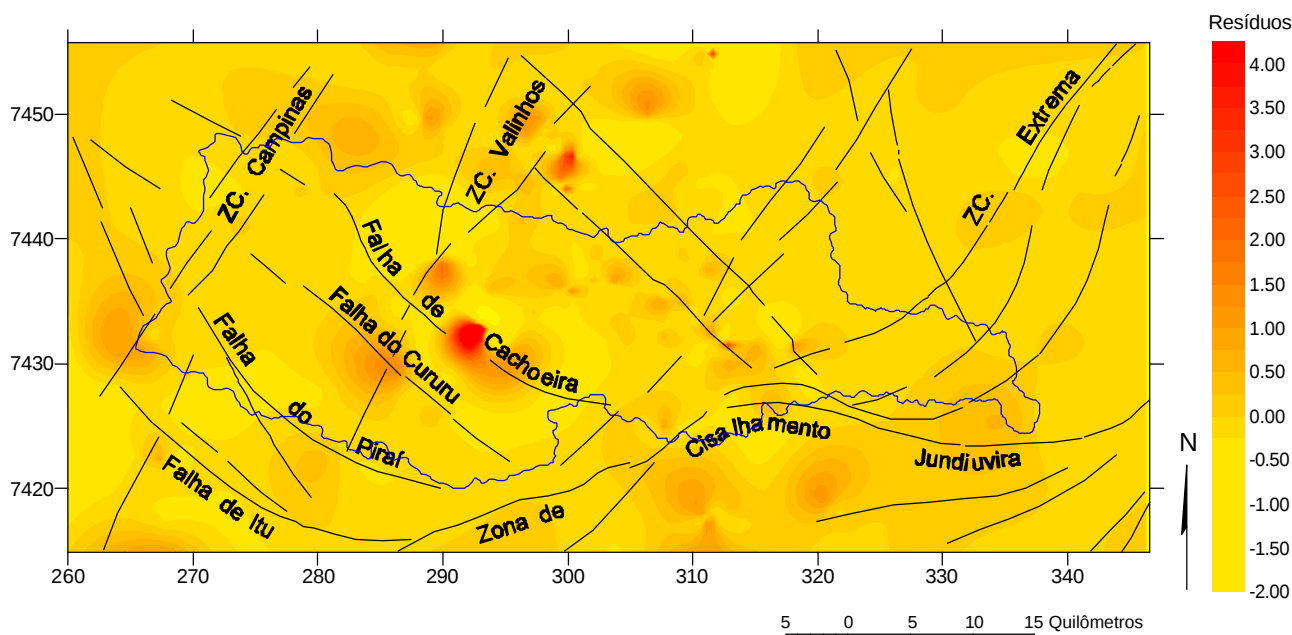


Figura 7.5: Mapa de distribuição da produtividade dos poços que exploram o Sistema Aquífero Cristalino na área de estudos e sua relação com as zonas de falha e zonas de cisalhamento regionais.

Dentre todos os locais com resíduos positivos elevados, o que mais se destaca ocorre junto à falha de Cachoeira. Além deste, há também pontos de anomalias positivas ao longo da zona de cisalhamento Valinhos e em seu cruzamento com a falha do Cururu, na zona de cisalhamento Campinas e próximo à falha de Itu. Entre as falhas de direção NW-SE que controlam as escarpas da serra do Jardim e sobre elas também há pontos com resíduos positivos elevados.

Em apenas duas áreas há pontos altamente produtivos desvinculados dos traços das estruturas regionais. Um deles é a porção central da área e o outro está abaixo da zona de cisalhamento Jundiuvira. As anomalias positivas que ocorrem abaixo da ZC Jundiuvira estão associadas à presença do Grupo São Roque, onde os metassedimentos carbonáticos têm um papel importante no fornecimento de boas produtividades. Isto é atestado pelo gráfico da Figura 6.15 (Capítulo 6), que correlaciona os valores de capacidade específica

dos poços com o litotipo explotado e mostra que os metassedimentos apresentam produtividade mais elevada do que os demais. Já os pontos de anomalias positivas localizados na região central podem estar associados à compartimentação morfoestrutural da área, assunto abordado no próximo item.

7.1.1.3 Relação entre a Distribuição da Produtividade dos Poços no Sistema Aquífero Cristalino e a Compartimentação Morfoestrutural

O mapa da Figura 7.6 mostra o mapa de resíduos da superfície de primeiro grau da capacidade específica dos poços que explotam o Sistema Aquífero Cristalino juntamente com os compartimentos morfoestruturais definidos no Capítulo 4.

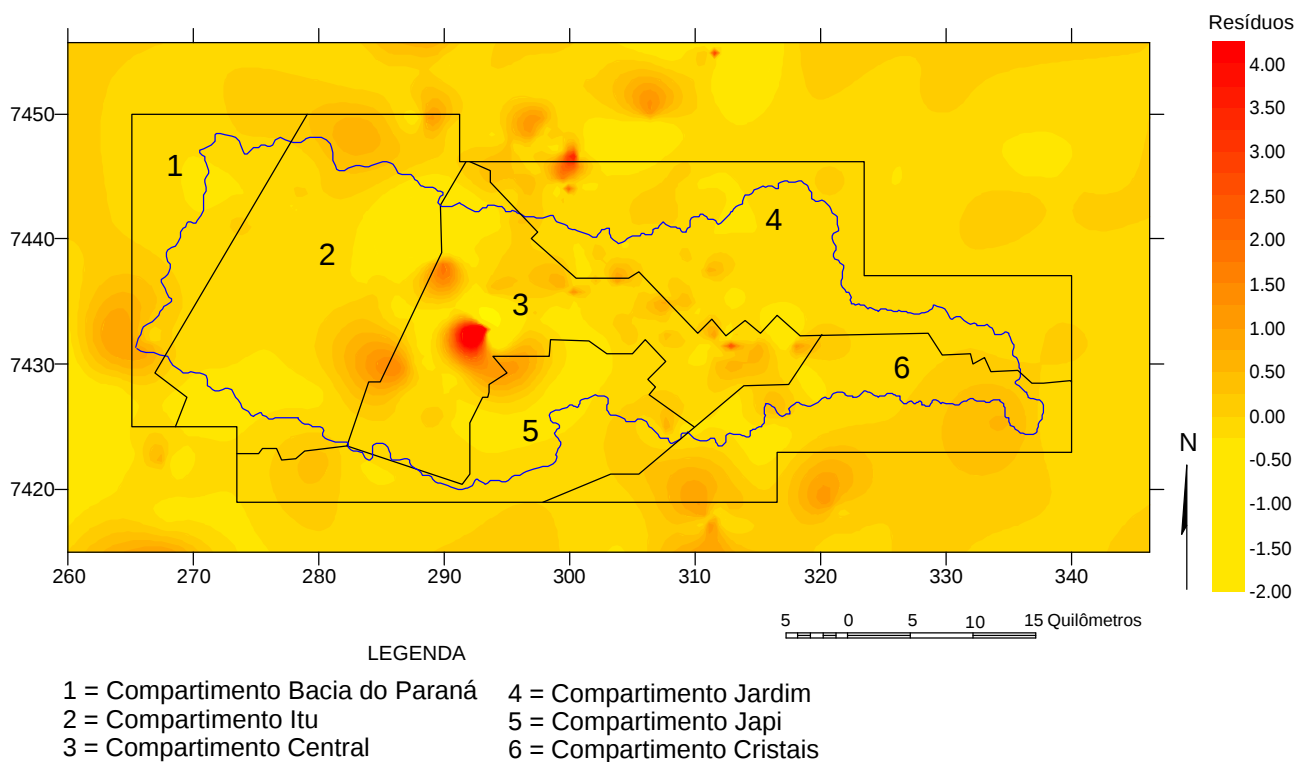


Figura 7.6: Mapa de distribuição da produtividade dos poços que explotam o Sistema Aquífero Cristalino com a compartimentação morfoestrutural da área.

Os resíduos positivos mais elevados se concentram no interior e nos limites do Compartimento Central. O Compartimento Jardim também apresenta várias anomalias positivas, tanto em seu interior quanto na interface com o Compartimento Central. Os compartimentos que não se destacam quanto aos resíduos positivos são os compartimentos Japi e Itu. Os resíduos positivos do Compartimento Cristais estão associados à presença de metassedimentos carbonáticos, como mencionado no item anterior.

7.1.2 Variação Espacial da Produtividade dos Poços no Sistema Aquífero Tubarão

O estudo da variação espacial da produtividade dos poços que exploram o Sistema Aquífero Tubarão foi feito com informações de 33 poços tubulares profundos que trazem tanto os dados de produtividade quanto as coordenadas de localização. Na Figura 7.7a, a distribuição destes poços está representada em cores diferentes, de acordo com os intervalos de produtividade: Alta, Média ou Baixa.

O mapa de resíduos da superfície de tendência de grau 1 da capacidade específica dos poços que exploram o Sistema Aquífero Tubarão (Figura 7.7b) mostra um ponto com resíduos positivos bastante elevados entre Indaiatuba e Salto e dois pontos menos elevados entre Indaiatuba e o Aeroporto de Viracopos e ao sul de Itu.

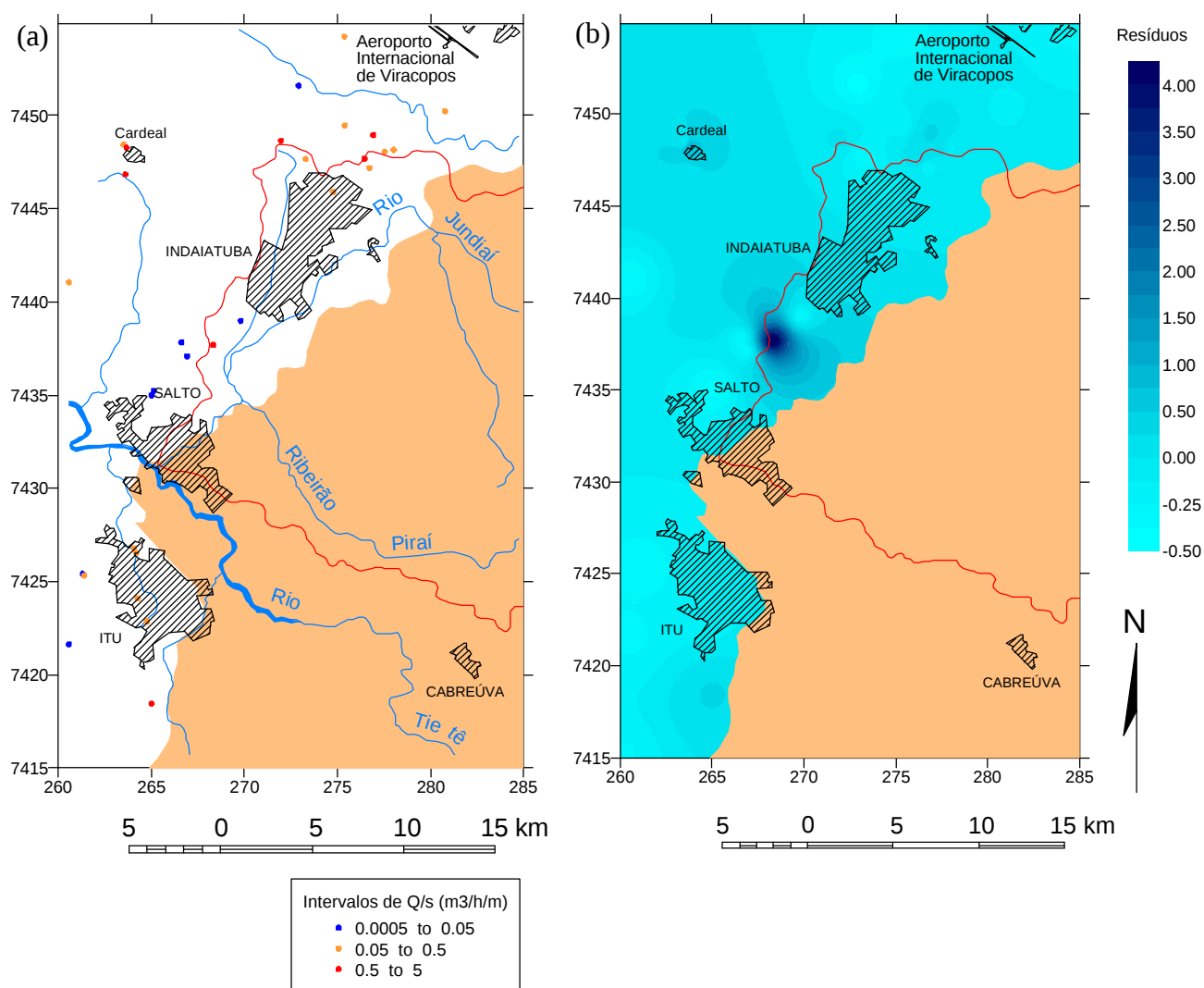


Figura 7.7: (a) Localização dos poços que exploram o Sistema Aquífero Tubarão e (b) mapa de resíduos da superfície de tendência de primeiro grau da capacidade específica destes poços. A área em cor salmão corresponde à ocorrência das rochas cristalinas.

7.1.2.1 Relação entre a Distribuição da Produtividade dos Poços no Sistema Aquífero Tubarão e os Lineamentos

A superposição entre os mapas de lineamentos e o mapa de resíduos da capacidade específica dos poços que exploram o Sistema Aquífero Tubarão (Figura 7.8), assim como no caso do Cristalino, também não evidencia associações entre produtividade dos poços e direções ou densidade de lineamentos.

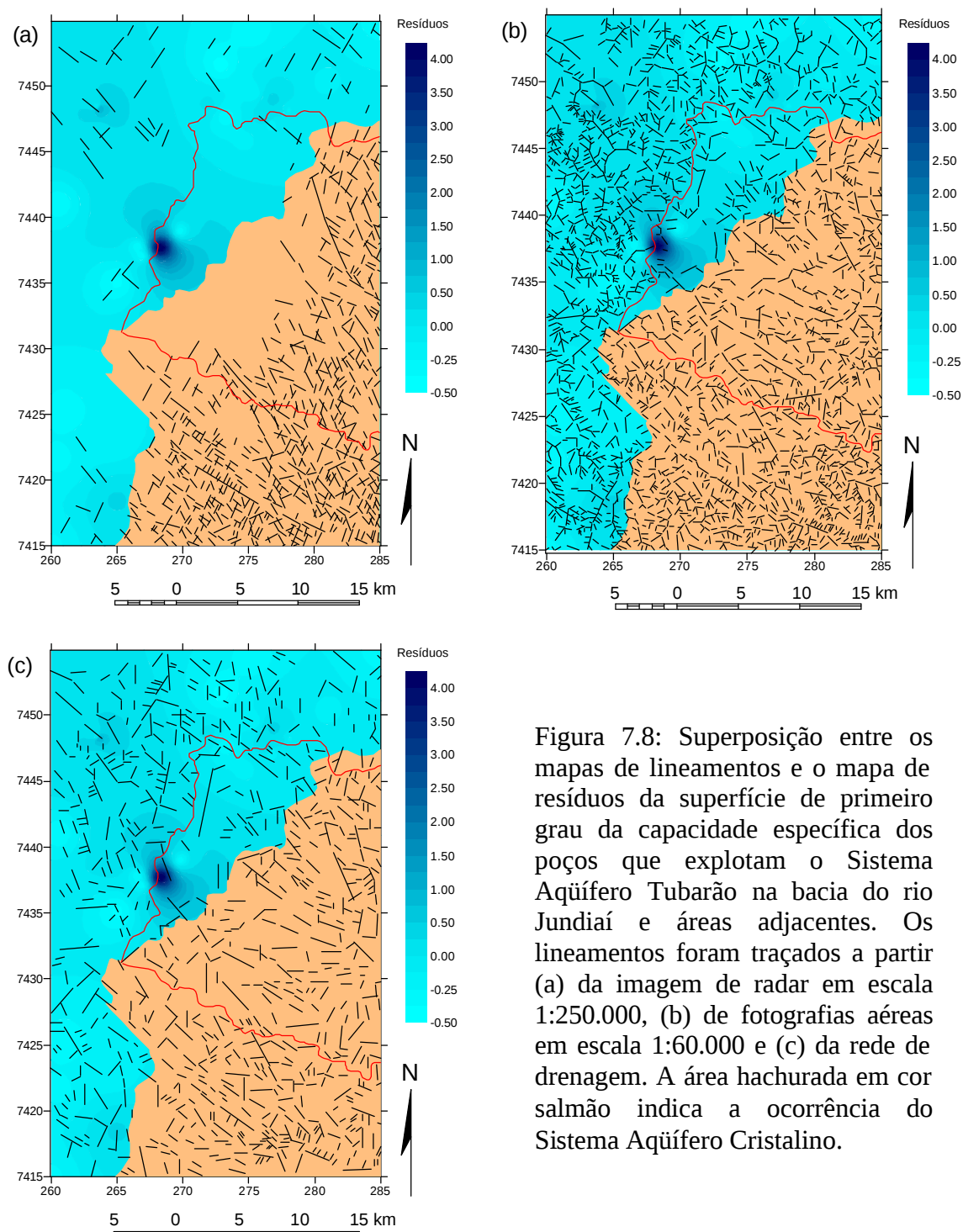


Figura 7.8: Superposição entre os mapas de lineamentos e o mapa de resíduos da superfície de primeiro grau da capacidade específica dos poços que exploram o Sistema Aquífero Tubarão na bacia do rio Jundiá e áreas adjacentes. Os lineamentos foram traçados a partir (a) da imagem de radar em escala 1:250.000, (b) de fotografias aéreas em escala 1:60.000 e (c) da rede de drenagem. A área hachurada em cor salmão indica a ocorrência do Sistema Aquífero Cristalino.

7.1.2.2 Relação entre a Distribuição da Produtividade dos Poços no Sistema Aquífero Tubarão e as Estruturas Regionais

No que se refere às estruturas regionais, a produtividade dos poços que exploram o Aquífero Tubarão mostra uma notável associação entre os resíduos positivos elevados e as falhas e zonas de cisalhamento regionais (Figura 7.9). O ponto de resíduo positivo mais elevado ocorre associado à Zona de Cisalhamento Campinas, que atravessa a área na direção NNE-SSW. Além deste ponto, os outros dois com resíduo relativamente alto também estão associados ao mesmo alinhamento.

Embora exista controle litológico na produtividade dos poços que exploram o Sistema Aquífero Tubarão, o controle estrutural também está presente. Este fato já foi demonstrado no Capítulo 6, pelo registro de surgência de água ao longo de juntas em arenitos do Grupo Tubarão (fotos 6.1).

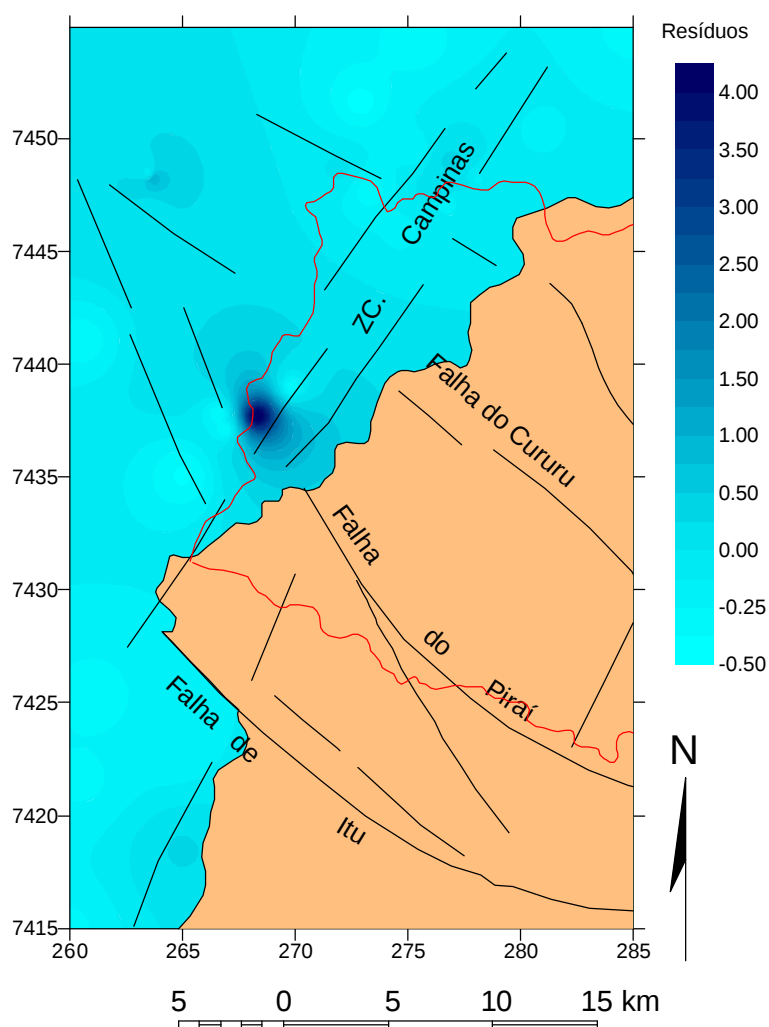


Figura 7.9: Mapa de resíduos da superfície de tendência de primeiro grau da capacidade específica dos poços que exploram o Sistema Aquífero Tubarão na área de estudos, com as falhas e zonas de cisalhamento regionais.

7.1.3 Variação Espacial da Produtividade dos Poços Mistos

Os poços mistos, isto é, os poços que exploram tanto o Sistema Aquífero Cristalino quanto o Sistema Aquífero Tubarão, estão distribuídos pela área conforme ilustrado na Figura 7.10a. As diferentes cores indicam os intervalos de produtividade. O mapa de resíduos da superfície de tendência de grau 1 da capacidade específica está ilustrado na Figura 7.10b.

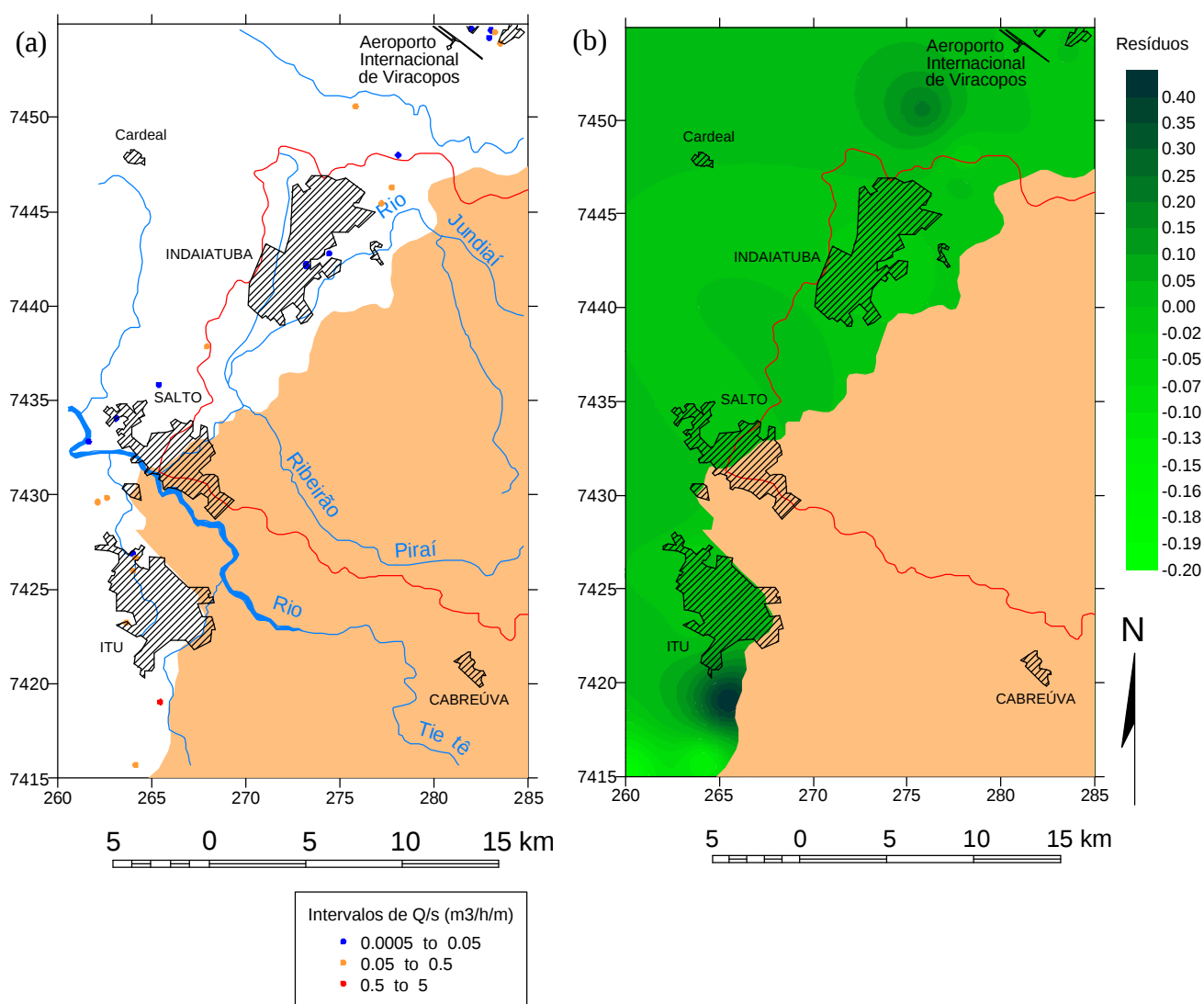


Figura 7.10: (a) Distribuição dos poços mistos na área de estudos e (b) mapa de resíduos da superfície de primeiro grau da capacidade específica destes poços. A área hachurada em cor salmão indica a ocorrência do Sistema Aquífero Cristalino.

7.1.3.1 Relação entre a Distribuição da Produtividade dos Poços Mistos e os Lineamentos

A superposição entre os mapas de lineamentos e o mapa de resíduos da capacidade específica dos poços mistos (Figura 7.11), da mesma forma que nos casos anteriores, não evidencia nenhuma associação entre produtividade dos poços e as direções ou densidade de lineamentos.

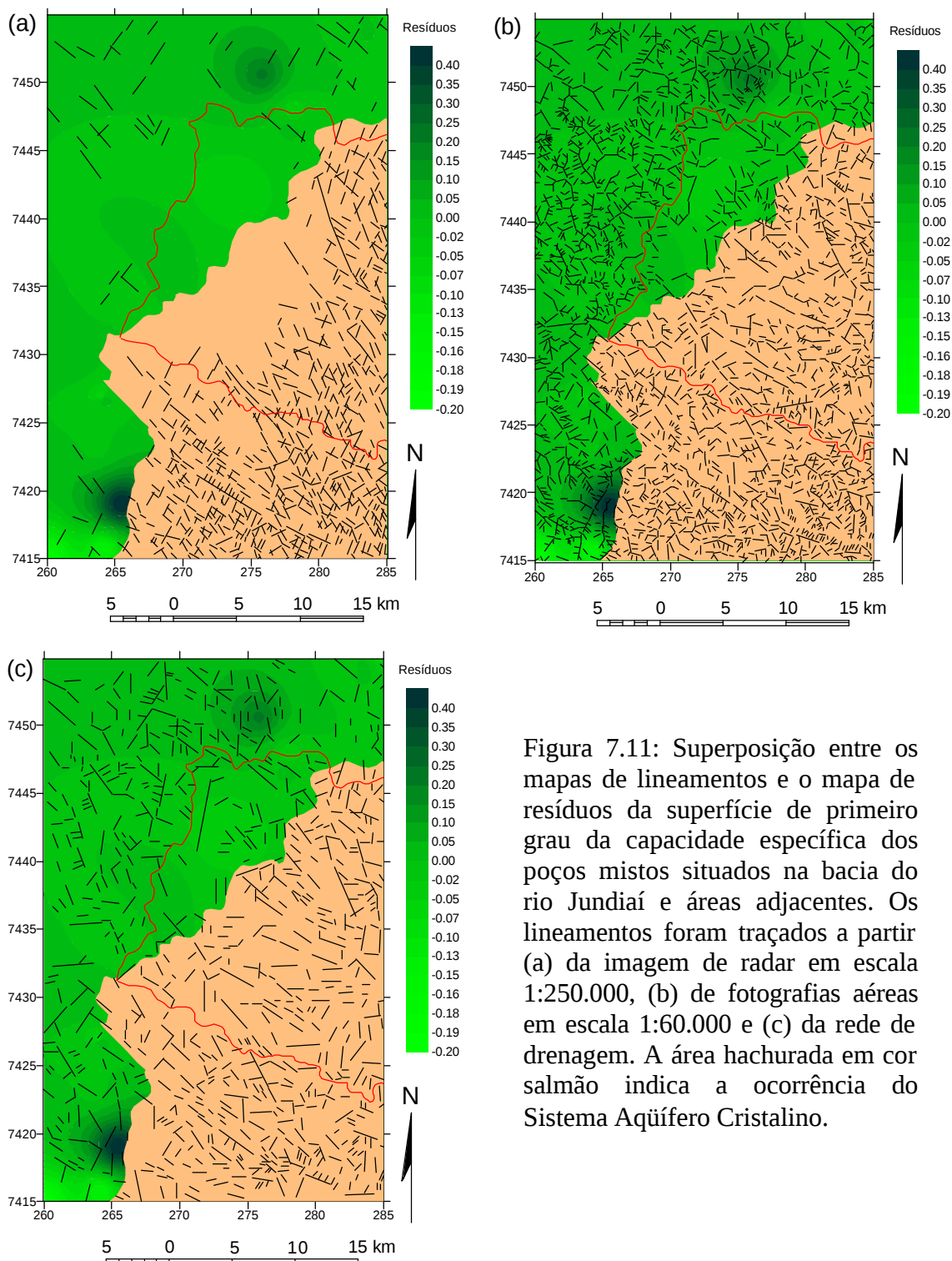


Figura 7.11: Superposição entre os mapas de lineamentos e o mapa de resíduos da superfície de primeiro grau da capacidade específica dos poços mistos situados na bacia do rio Jundiá e áreas adjacentes. Os lineamentos foram traçados a partir (a) da imagem de radar em escala 1:250.000, (b) de fotografias aéreas em escala 1:60.000 e (c) da rede de drenagem. A área hachurada em cor salmão indica a ocorrência do Sistema Aquífero Cristalino.

7.1.3.2 Relação entre a Distribuição da Produtividade dos Poços Mistos e as Estruturas Regionais

O mapa de resíduos da superfície de tendência de grau 1 da capacidade específica dos poços mistos também foi sobreposto ao mapa das estruturas regionais. Da mesma forma como observado nos casos anteriores, nota-se forte correlação entre os pontos de resíduos positivos elevados e as zonas de falha e zonas de cisalhamento de abrangência regional (Figura 7.12).

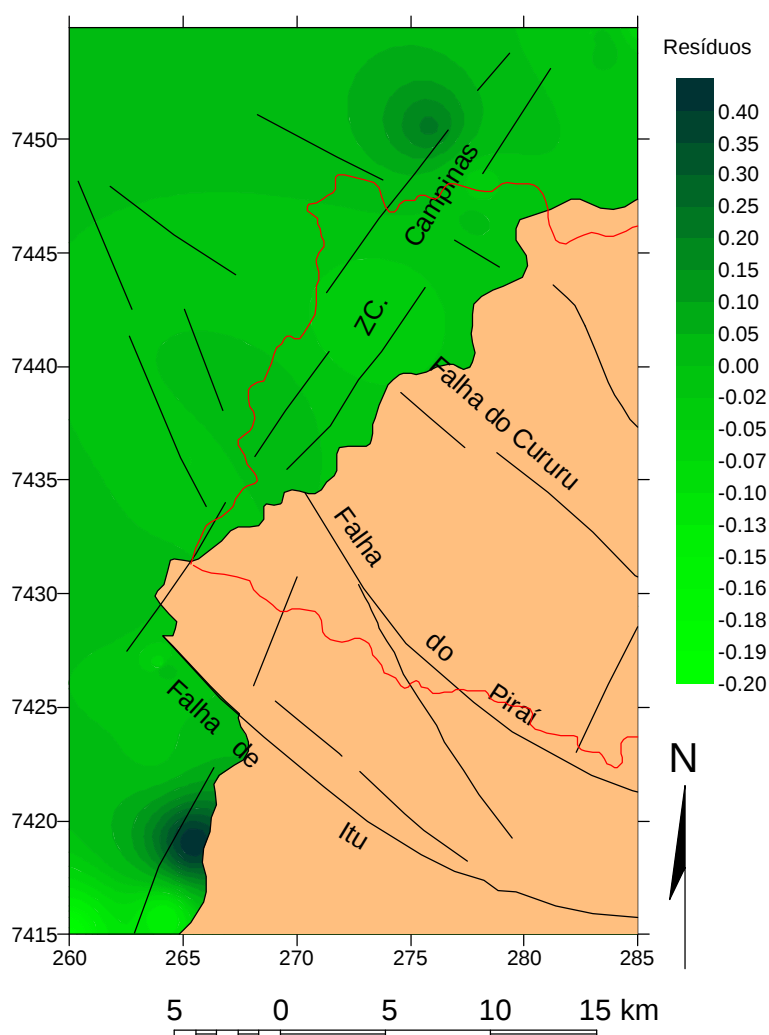


Figura 7.12: Mapa de resíduos da superfície de tendência de primeiro grau da capacidade específica dos poços mistos (que exploram ambos os Sistemas Aquíferos) com as falhas e zonas de cisalhamento regionais.

7.2 VARIAÇÃO ESPACIAL DA PRODUTIVIDADE DOS POÇOS EM ÁREAS SELECIONADAS

Os dados apresentados mostram boa correlação entre as estruturas geológicas regionais que compartimentam a área e a presença de poços altamente produtivos. Mas, em alguns casos, há poços distantes destas feições que também apresentam produtividade Alta.

Além disso, quando se analisa a distribuição dos poços em escala local (1:50.000 ou em mais detalhe), nota-se que mesmo onde aparecem poços muito produtivos, há também poços com baixíssima produtividade, geralmente mais profundos do que os primeiros. Conforme apresentado no Capítulo 5, vários fatores podem interferir na produtividade dos poços em terrenos cristalinos. Mesmo em uma situação geológica favorável, a heterogeneidade do meio fraturado provoca situações onde um poço pode atravessar uma zona fraturada enquanto outro, ao lado, atravessa a rocha intacta. Fatores como o *landform* onde se situa o poço as características construtivas do mesmo também podem influenciar.

Para investigar esta questão, foram selecionadas algumas áreas onde estão disponíveis tanto informações hidrogeológicas de poços tubulares profundos quanto dados geológico-estruturais coletados em campo ou extraídos dos mapas temáticos. Nesta abordagem local, poucos poços puderam ser incluídos, pois é necessário que eles estejam localizados próximos a afloramentos ou onde há feições morfoestruturais importantes. Como a maior parte deles se concentra nas áreas urbanas, é raro encontrar afloramentos e/ou poços nos locais de interesse. Outro problema encontrado nesta abordagem é a carência de informações relativas ao perfil geológico dos poços como, por exemplo, a profundidade de entrada d'água.

Foi necessário verificar os dados das concentrações de poços, incluindo seu perfil geológico-construtivo, em busca de explicações para as anomalias de produtividade, que nem sempre foram encontradas. Refere-se como “anomalias de produtividade” às situações onde há poços muito produtivos (Q/s no intervalo Alto) próximos a poços pouco produtivos ou mesmo improdutos (Q/s no intervalo Baixo).

As áreas selecionadas (Figura 7.13) correspondem aos locais onde foi possível identificar alguns fatores que interferem na produtividade dos poços. Três casos diferentes são apresentados. O primeiro deles, definido como “caso A”, corresponde às áreas onde há controle de estruturas de direção NW-SE e E-W na produtividade dos poços. Neste caso, as anomalias de produtividade ocorrem devido à locação dos poços de forma favorável ou não em relação às estruturas geológicas. O segundo caso (“caso B”) diz respeito à ocorrência de poços com produtividade extremamente baixa, locados em situação desfavorável para se obter boa produtividade em longo prazo. O terceiro caso (“caso C”) corresponde a um local com provável efeito de interferência entre poços, o que seria a causa da ocorrência de anomalias, mesmo em uma situação geológico-estrutural favorável.

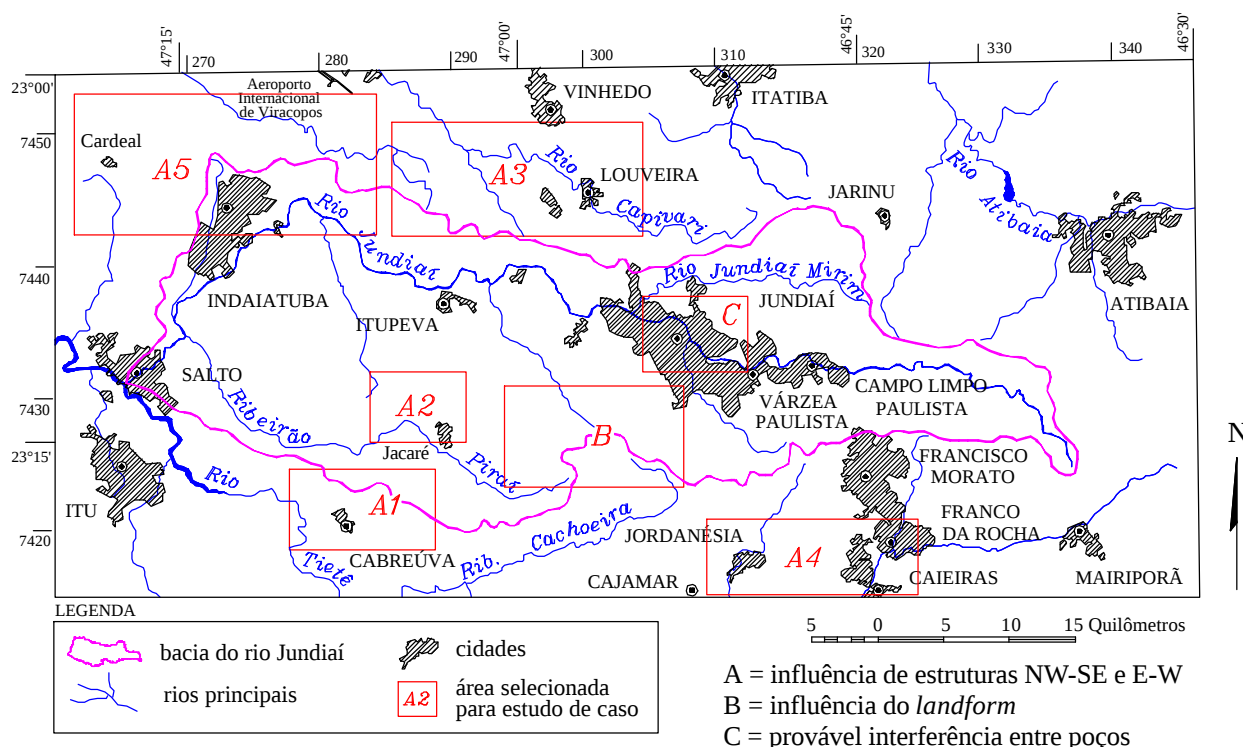


Figura 7.13: Localização das áreas selecionadas para estudo de casos.

7.2.1 Caso “A”: Influência de Estruturas NW-SE e E-W

Cinco áreas são descritas como exemplos do caso “A”, onde se identifica a influência de estruturas NW-SE e E-W na ocorrência de poços com produtividade Alta. Próximos a eles também ocorrem poços com produtividade Baixa, que geralmente estão mal localizados em relação às estruturas geológicas. Na maioria destas áreas, a capacidade específica mediana (considerando-se todos os intervalos - Alto, Médio e Baixo) é superior à mediana calculada para a amostra de poços que exploram o Sistema Aquífero Cristalino na área toda (onde $Q/s_{med} = 0,07 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}$).

7.2.1.1 Caso “A1”: Cabreúva

Nesta área estão presentes gnaisses, migmatitos, quartzitos e granitos do Complexo Amparo, bem como Depósitos Coluviais e Aluviais (Figura 7.14). A área é atravessada pela falha do Pirai, de direção NW-SE e por outras estruturas de direção E-W e N-S. Embora a Falha do Pirai seja representada com um traço único, ela compõe uma zona de falha de espessura variável, com alto ângulo de mergulho para sudoeste. As estruturas de direção E-W também possuem alto ângulo de mergulho e formam feixes de fraturas que interceptam as discontinuidades NW-SE e N-S em locais onde há acumulação de sedimentos aluviais.

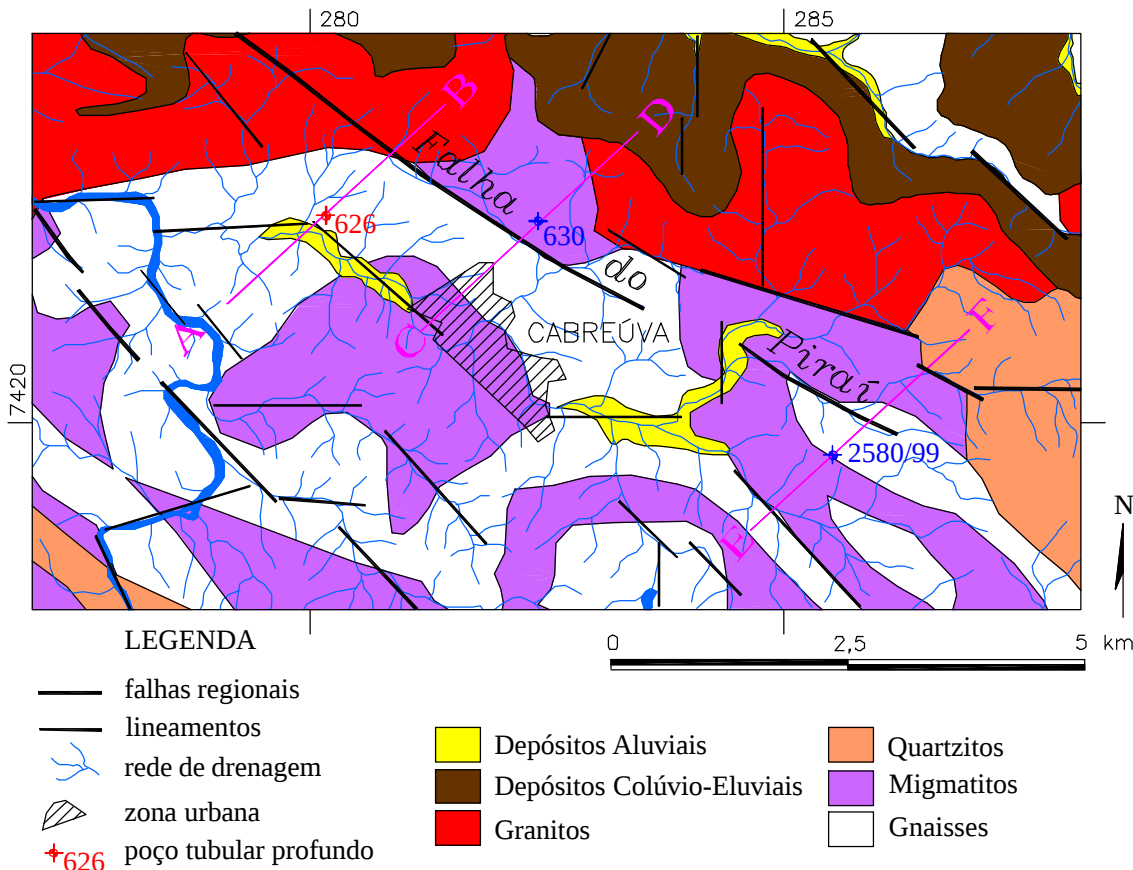


Figura 7.14: Litotipos e estruturas presentes na área selecionada para estudo do caso “A1”.

Nesta pequena área, a capacidade específica mediana é de 0,08 m³/h/m, maior do que a capacidade específica mediana calculada para a área toda em uma ordem de grandeza.

Para analisar a influência estrutural na variação espacial da produtividade, foram selecionados os poços 626, 630 e 2580/99, o primeiro com capacidade específica igual a 0,56 m³/h/m (intervalo Alto) e os dois últimos com capacidade específica de 0,05 e 0,04 m³/h/m, respectivamente (intervalo Baixo) (Quadro 7.1). Os perfis ilustrados na Figura 7.15 mostram que o poço 626 atravessa, em subsuperfície, as estruturas de direção NW-SE e E-W que propiciam a alta produtividade do poço. Já os poços 630 e 2580/99 estão situados próximos às mesmas estruturas, mas em situações desfavoráveis, motivo pelo qual apresentam baixas produtividades.

Nº POÇO	Q (m3/h)	NE (m)	ND (m)	s (m)	Q/s (m3/h/m)	PROF. (m)
626	9,00	2,00	18,00	16,00	0,5625	70,0
630	1,30	39,00	66,00	27,00	0,0481	109,0
2580/99	1,00	27,61	251,68	224,07	0,0045	370,0

Quadro 7.1: Alguns dados dos poços selecionados no estudo do caso “A1”.

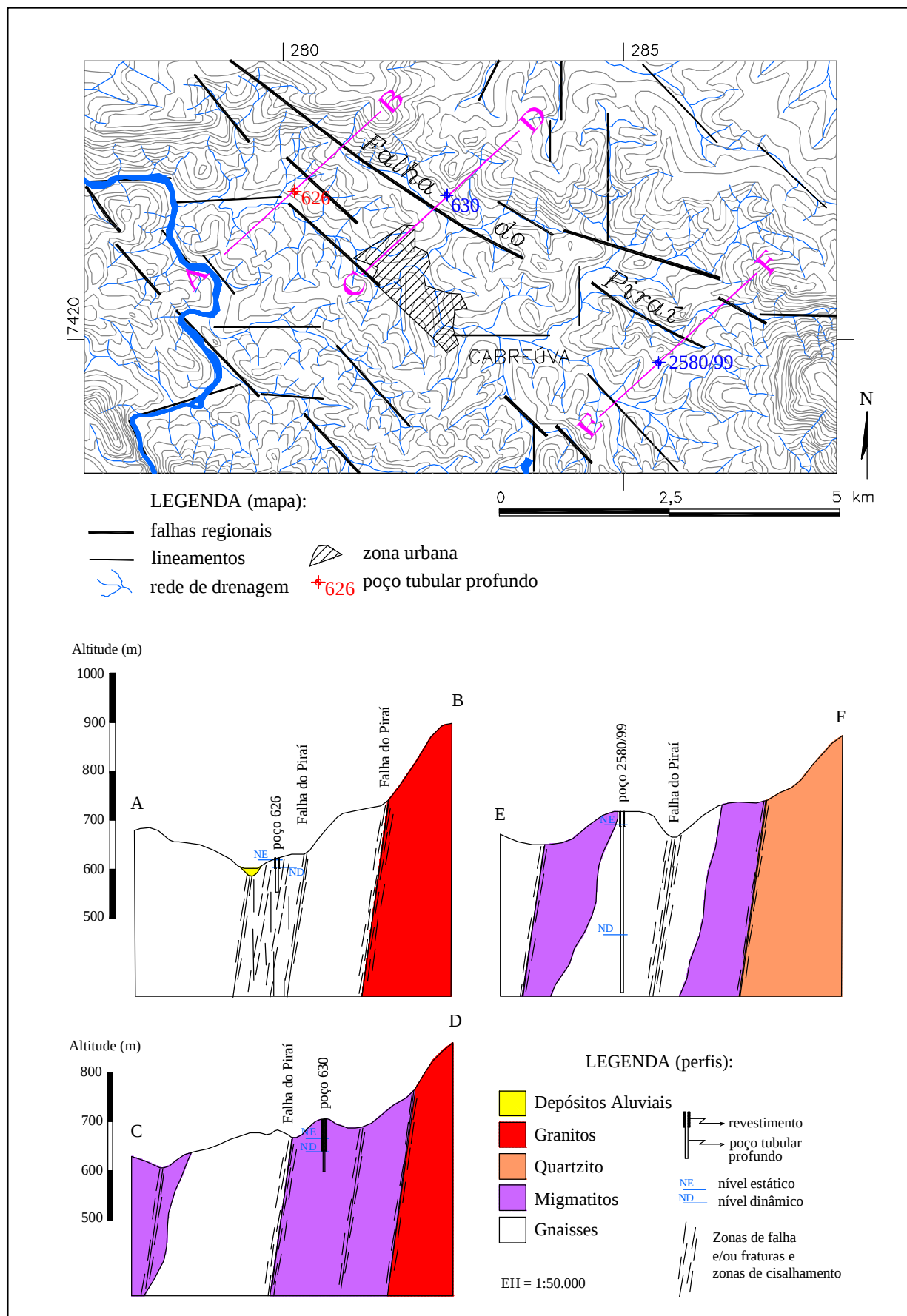


Figura 7.15: Caso “A1”, no município de Cabreúva, onde há controle de estruturas NW-SE e E-W na produtividade dos poços tubulares profundos.

7.2.1.2 Caso “A2”: Bairro Jacaré

O caso “A2” envolve o Bairro Jacaré, às margens da Rodovia Marechal Rondon, ainda no município de Cabreúva (Figura 7.16). Duas importantes estruturas atravessam esta área: a Falha do Cururu, de direção NW-SE e mergulho de alto ângulo para SW, e a Zona de Cisalhamento Valinhos, NNE-SSW e mergulho, também de alto ângulo, para ESE. Há também estruturas de direção E-W que controlam a ocorrência de depósitos cenozóicos e, ao longo dela, há dissecação do relevo formando ravinas alinhadas na direção N-S.

Ali, a capacidade específica mediana dos poços é de $0,05 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}$, menor do que a capacidade específica mediana do Cristalino. Mas dentre os poços selecionados há um com produtividade no intervalo Alto: trata-se do poço 301/48 com capacidade específica de $1,61 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}$ (Quadro 7.2). Os outros dois poços selecionados têm produtividade Baixa: o de número 81, com $0,03 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}$ e o de número 44, com $0,04 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}$. Os perfis geológico-estruturais (Figura 7.17) mostram que, mesmo estando locados próximos a lineamentos semelhantes, as produtividades tão distintas se devem à situação dos poços em relação às estruturas geológicas.

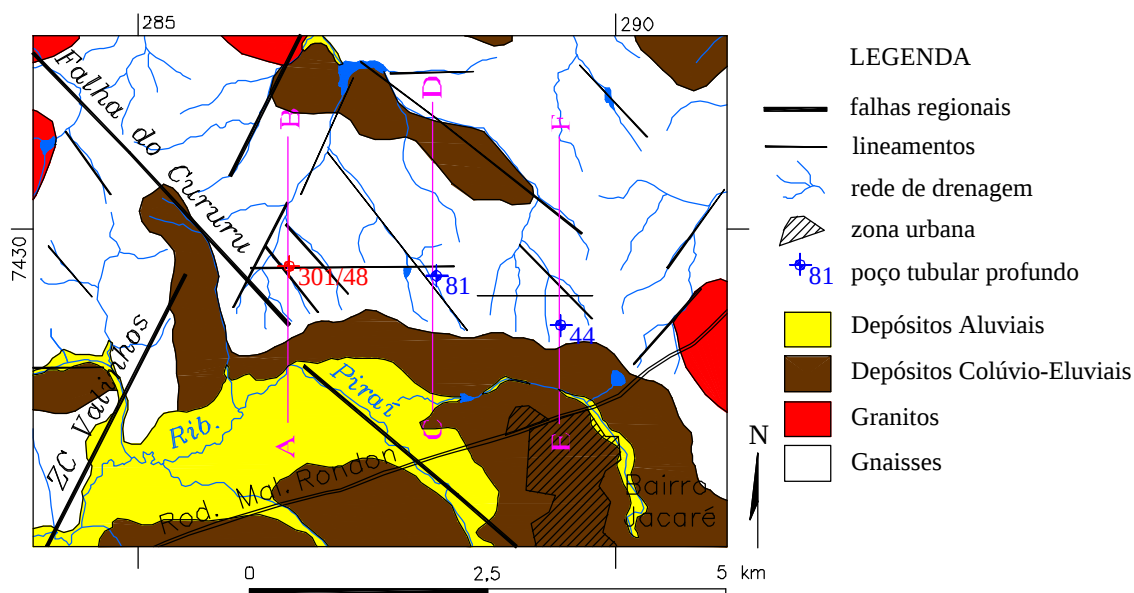


Figura 7.16: Litotipos e estruturas presentes na área do caso “A2”, no Bairro Jacaré, município de Cabreúva.

Nº POÇO	Q (m ³ /h)	NE (m)	ND (m)	s (m)	Q/s (m ³ /h/m)	PROF. (m)
301/48	13,30	17,49	25,74	8,25	1,6121	168,0
44	4,00	11,00	120,00	109,00	0,0367	238,4
81	1,10	22,00	55,00	33,00	0,0333	69,0

Quadro 7.2: Alguns dados dos poços selecionados para o estudo do caso “A2”.

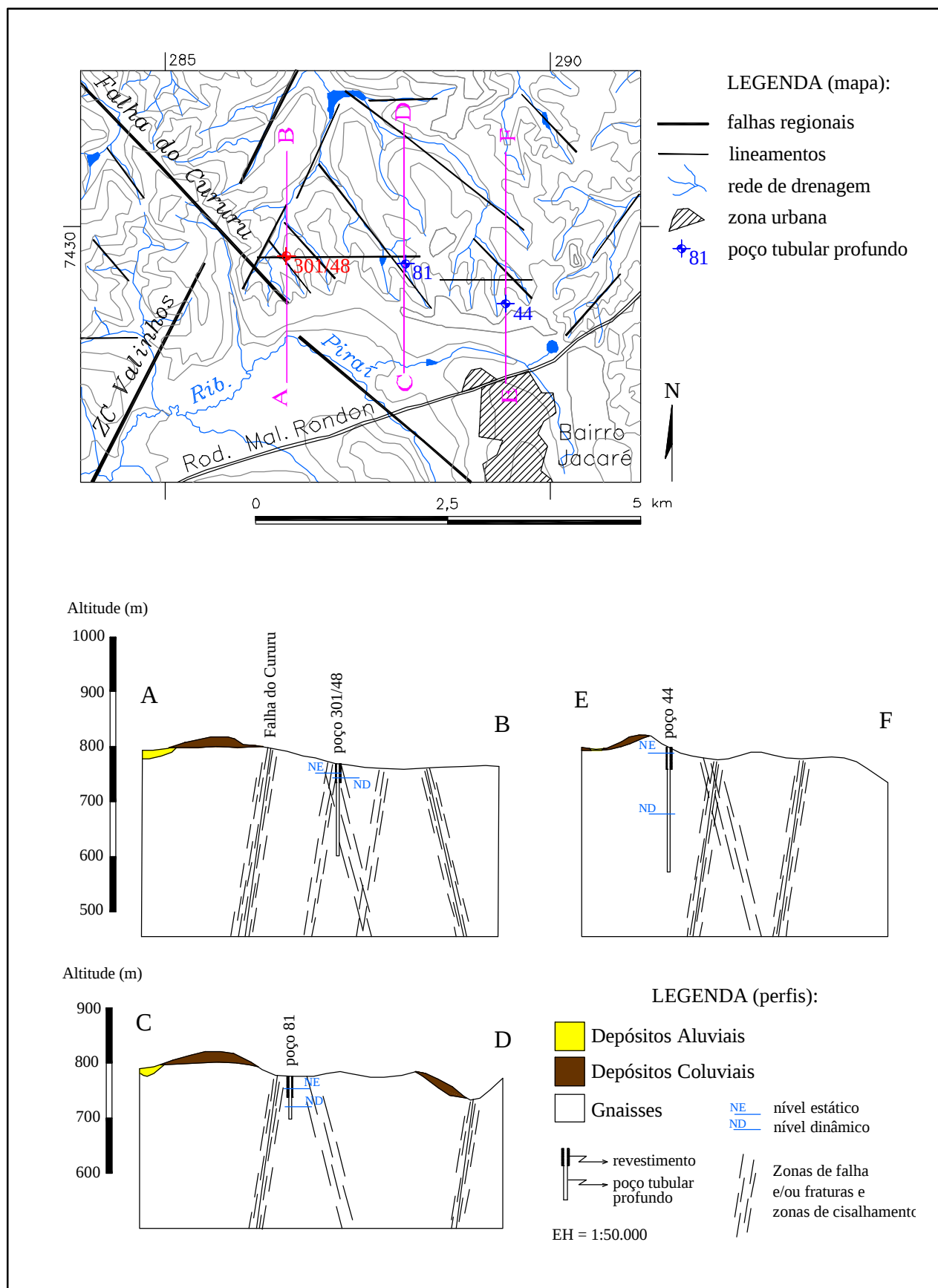


Figura 7.17: Caso “A2”, nas proximidades do Bairro Jacaré, onde há um poço com produtividade alta, associada a lineamentos NW-SE e E-W.

7.2.1.3 Caso “A3”: Louveira

A área selecionada no caso “A3” envolve o município de Louveira, onde estão presentes granitos e gnaisses pertencentes ao Complexo Amparo, Depósitos Aluviais do rio Capivari e Depósitos Coluviais ao longo de suas margens (Figura 7.18). Existe ali um aglomerado de poços com produtividades variadas, onde a capacidade específica mediana é de 0,15 m³/h/m, quase duas vezes maior do que a mediana do Sistema Aquífero Cristalino. Esta área se destaca no que se refere à presença de lineamentos E-W e NW-SE. Além destes, passa por ali a Zona de Cisalhamento Valinhos, de direção NNE-SSW.

Perfis geológicos foram montados em dois locais onde há quatro poços em situações claramente controladas pelo arranjo estrutural (Figura 7.19). Os poços 711 e 727 têm produtividade no intervalo alto (Q/s = 1,22 e 1,17 m³/h/m) e os poços 737 e 6570 têm produtividade Baixa (0,17 e 0,02 m³/h/m) (Quadro 7.3).

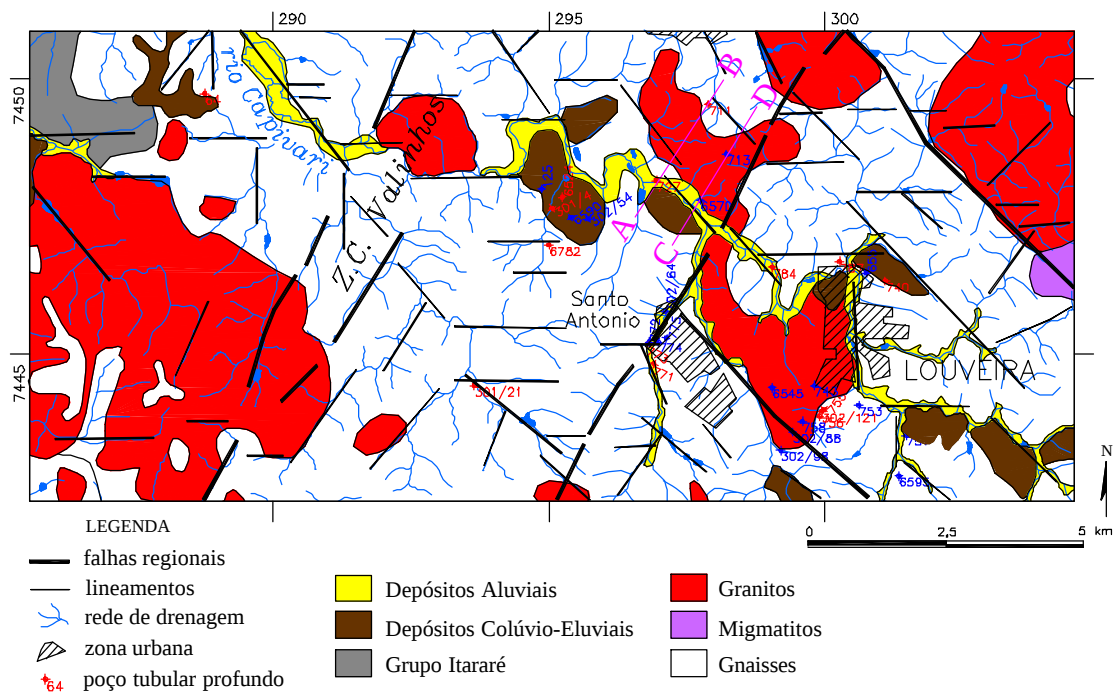


Figura 7.18: Litotipos e estruturas presentes na área selecionada para o estudo do caso “A3”, no município de Louveira.

Nº POÇO	Q (m3/h)	NE (m)	ND (m)	s (m)	Q/s (m3/h/m)	PROF. (m)
711	55,00	5,00	50,00	45,00	1,2222	85,0
727	12,00	3,28	13,55	10,27	1,1685	150,0
713	1,80	20,00	128,00	108,00	0,0167	157,0
6570	1,80	5,00	96,00	91,00	0,0198	150,0

Quadro 7.3: Alguns dados dos poços selecionados para o estudo do caso A3.

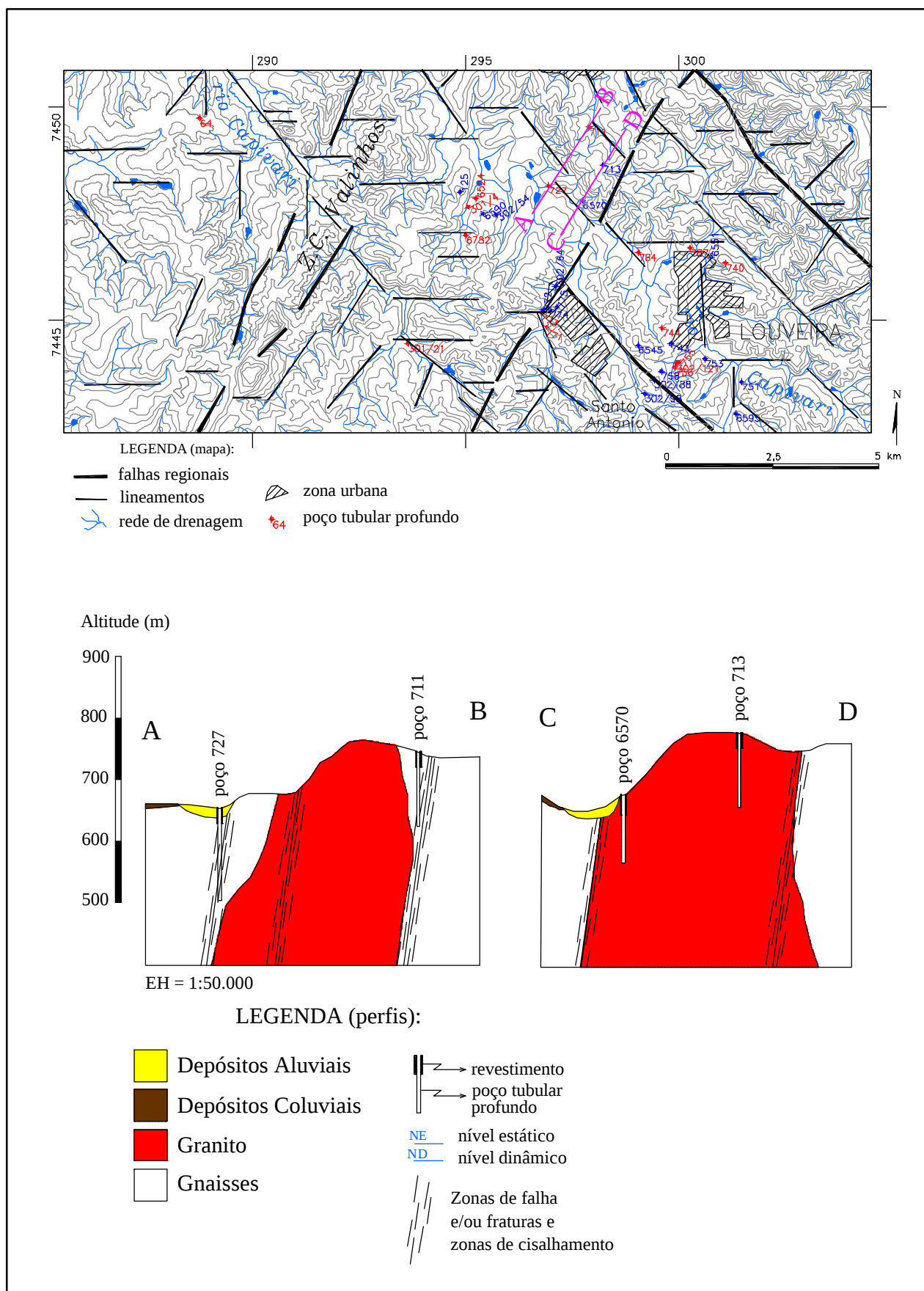


Figura 7.19: Caso “A3”, nas proximidades de Louveira, onde poços de produtividade Alta aparecem associados a feixes estruturais de direção NW-SE e E-W.

7.2.1.4 Caso “A4”: Jordanésia-Franco da Rocha

Ainda no caso de poços com produtividade controlada pela presença de estruturas NW-SE e E-W, foi selecionada uma área entre as cidades de Jordanésia e Franco da Rocha (Figura 7.20). Estas estruturas controlam a formação de Depósitos Aluviais que seguem a orientação dos principais lineamentos, em uma região de relevo acidentado (Figura 7.21) onde os depósitos sedimentares são raros. As rochas cristalinas pertencem ao Grupo São Roque, cujos metassedimentos carbonáticos já foram detectados como os litotipos mais propícios para se obter boas produtividades (Capítulo 6). Por conta da combinação destes fatores (presença de estruturas e de litotipos favoráveis) é que esta área apresenta a mediana da capacidade específica maior do que em todos os casos anteriores: 0,44 m³/h/m. Este valor é quatro vezes maior do que a mediana da produtividade dos poços que exploram o Sistema Aquífero Cristalino da área toda. Apenas um poço apresenta produtividade no intervalo Baixo: o poço 322/6, com capacidade específica igual a 0,04 m³/h/m; todos os demais têm produtividade no intervalo Alto (Quadro 7.4).

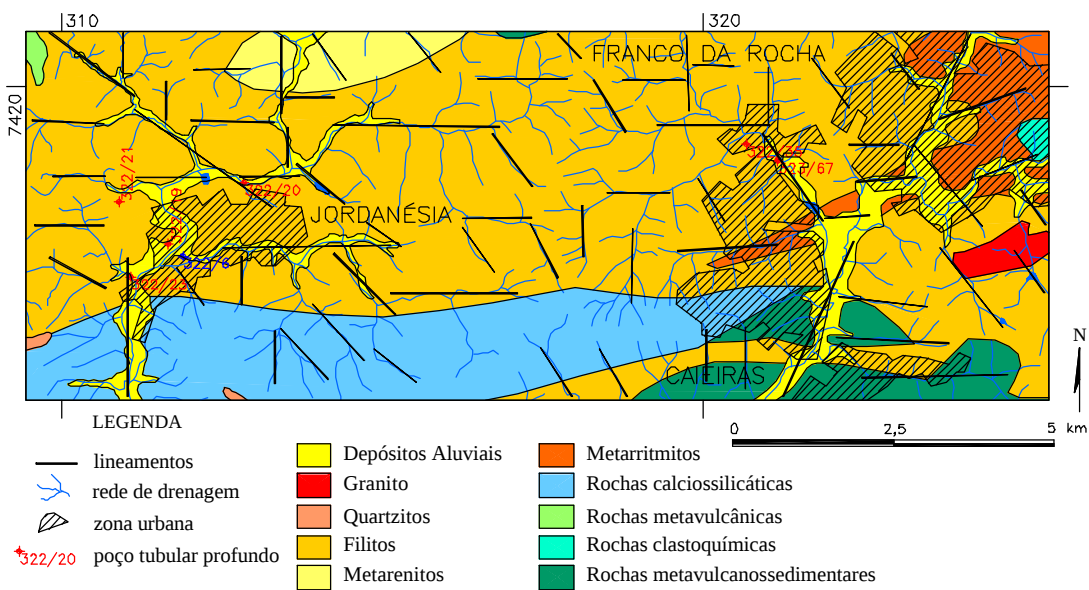


Figura 7.20: Área selecionada no caso “A4”, entre Jordanésia e Franco da Rocha.

Nº POÇO	Q (m3/h)	NE (m)	ND (m)	s (m)	Q/s (m3/h/m)	PROF. (m)
322/19	50,00	6,28	71,26	64,98	0,7695	150,0
322/20	16,00	5,00	36,00	31,00	0,5161	150,0
322/21	10,00	11,10	20,10	9,00	1,1111	150,0
322/23	46,58	3,90	36,00	32,10	1,4511	100,0
322/35	80,00	2,00	69,00	67,00	1,1940	207,0
323/67	44,00	3,80	63,78	59,98	0,7336	250,0
322/6	3,30	15,00	89,00	74,00	0,0446	186,0

Quadro 7.4: Alguns dados dos poços selecionados para o estudo do caso A4.

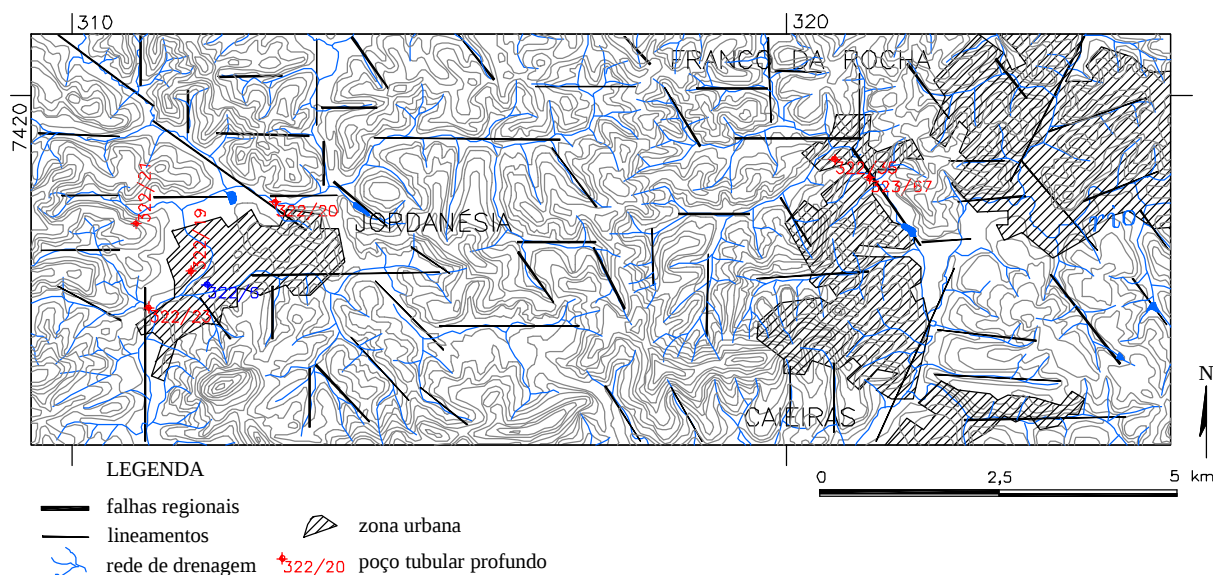


Figura 7.21: Caso “A4”, na região de Jordânia e Franco da Rocha.

4.2.1.5 Caso “A5”: Indaiatuba

Nas proximidades de Indaiatuba, a presença de estruturas de direção NW-SE e E-W também é marcante. As feições E-W ali presentes constituem o prolongamento daquelas identificadas na região de Louveira, descritas no caso “A3”.

Os poços selecionados na área de Indaiatuba exploram o Sistema Aquífero Tubarão ou tanto o Tubarão quanto o Cristalino (poços mistos). A produtividade mediana dos poços ali presentes é de $0,18 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}$, duas vezes maior do que a produtividade mediana calculada para o Sistema Aquífero Tubarão e para os poços mistos (considerando toda a área de estudos).

A Figura 7.22 mostra a distribuição dos litotipos e destaca como os poços com produtividade nos intervalos Médio e Alto se concentram ao longo do feixe E-W. Na Figura 7.23 estão plotados apenas os poços que exploram o Sistema Aquífero Tubarão e na Figura 7.24 apenas os poços mistos. Os poços do Tubarão mais produtivos estão mais concentrados ao longo do feixe de direção E-W. Quanto aos poços mistos, existe apenas um com produtividade Baixa nesta faixa, o de número 1985/2001. A explicação para a baixa produtividade de apenas um poço nesta faixa não é clara, mas pode estar relacionada à presença de poços mais antigos e bastante produtivos causando problemas de interferência. Este tema é abordado no caso “C”.

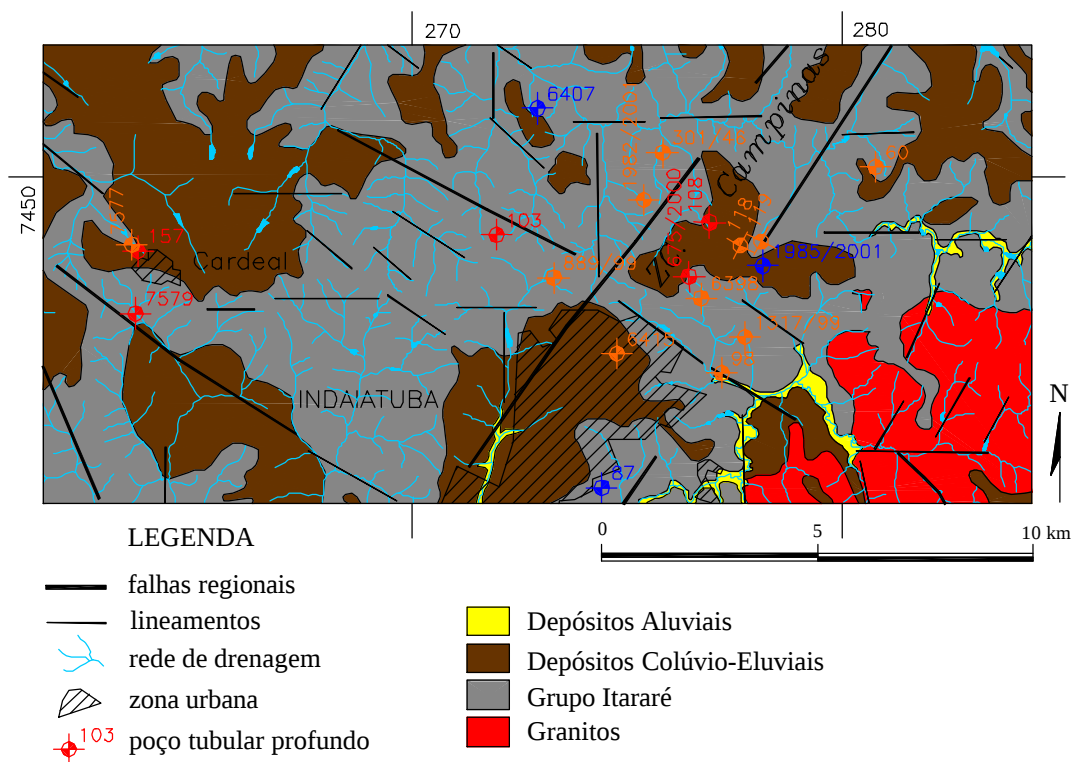


Figura 7.22: Caso “A5”, na região de Indaiatuba, onde há poços que explotam o Sistema Aquífero Tubarão e poços mistos associados à presença de estruturas NW-SE e E-W.

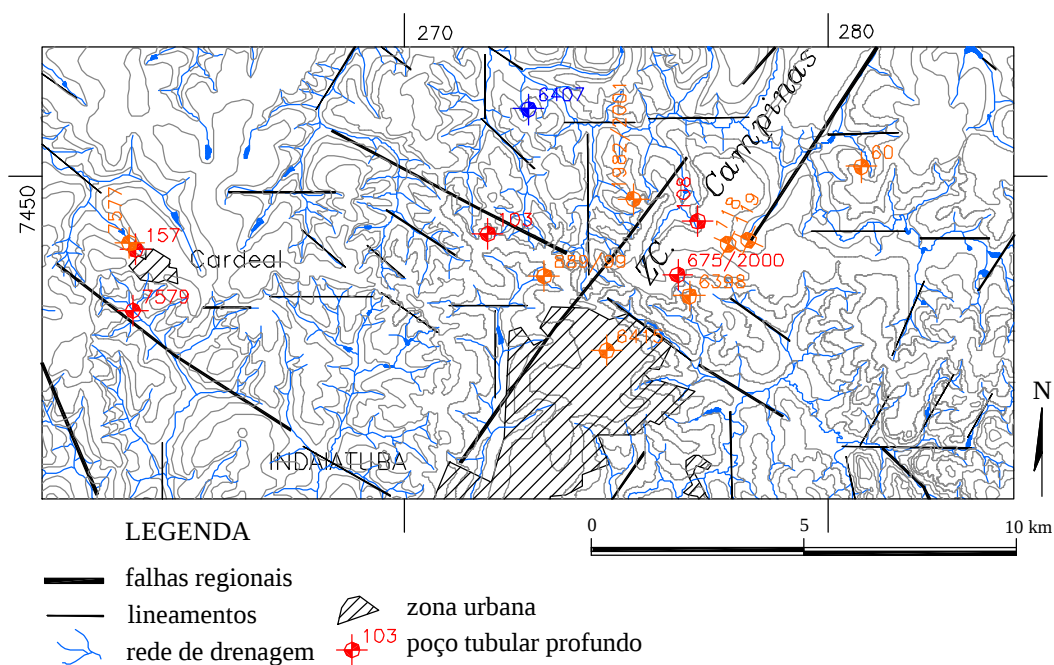


Figura 7.23: Ocorrência de poços que explotam o Sistema Aquífero Tubarão com produtividade Média e Alta em área sob influência de estruturas NW-SE e E-W, nas proximidades de Indaiatuba.

Nº POÇO	Q(m3/h)	NE (m)	ND (m)	s (m)	Q/s(m3/h/m)	PROF. (m)
889/99	5,54	57,80	140,50	82,70	0,0670	200,0
6398	2,40	10,00	40,00	30,00	0,0800	60,0
7577	5,00	27,81	87,50	59,69	0,0838	130,0
1982/2001	4,80	15,25	45,34	30,09	0,1595	88,0
60	4,50	0,00	26,20	26,20	0,1718	50,0
119	7,20	3,00	42,00	39,00	0,1846	91,0
6415	10,00	13,00	60,00	47,00	0,2128	136,0
118	8,00	28,00	48,00	20,00	0,4000	140,0
103	11,00	33,00	55,00	22,00	0,5000	100,0
675/2000	33,10	59,45	108,60	49,15	0,6734	198,0
7579	28,28	6,00	47,82	41,82	0,6762	171,5
108	12,00	0,00	15,00	15,00	0,8000	69,0
157	21,50	2,00	13,30	11,30	1,9027	120,0

Quadro 7.5: Dados dos poços que explotam o Sistema Aquífero Tubarão na região de Indaiatuba (caso “A5”).

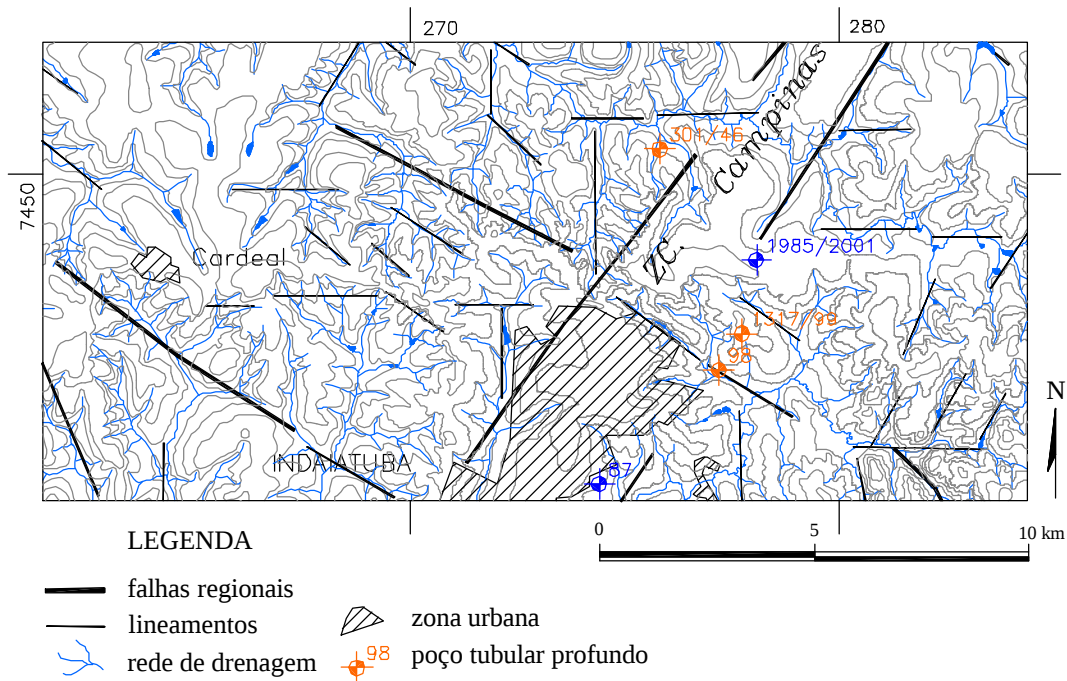


Figura 7.24: Ocorrência de poços mistos com produtividade Média e Alta em área sob influência de estruturas NW-SE e E-W, nas proximidades de Indaiatuba.

Nº POÇO	Q(m3/h)	NE (m)	ND (m)	s (m)	Q/s(m3/h/m)	PROF. (m)
1985/2001	0,83	47,22	95,11	47,89	0,0173	200,0
87	1,80	14,00	75,00	61,00	0,0295	150,0
98	4,40	12,00	92,00	80,00	0,0550	122,0
1317/99	3,79	37,00	81,61	44,61	0,0849	135,0
301/46	8,00	8,86	45,40	36,54	0,2189	217,0

Quadro 7.6: Dados dos poços mistos na região de Indaiatuba (caso “A5”).

7.2.2 Caso “B”: Influência do *landform*

Existem alguns locais onde um estudo adequado de locação de poços tubulares profundos no Sistema Aquífero Cristalino certamente indicaria como áreas desfavoráveis à obtenção de boas produtividades. Nestes locais, mesmo a presença de estruturas e litotipos favoráveis não seria suficiente para manter a produção por longos períodos. Isto acontece na área selecionada para o caso “B”, onde foram locados os poços 6623, 6624 e 1837/98, no topo da Serra do Japi (Figura 7.25).

Os poços 6623 e 6624 foram construídos no ano de 1974 para abastecimento de um condomínio existente no alto da serra e hoje estão abandonados. No teste de bombeamento, estes poços apresentaram capacidade específica no intervalo Baixo ($Q/s = 0,02 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}$) (Quadro 7.7). O poço 1837/98, construído em 1999 para abastecimento doméstico de uma pequena propriedade, apresentou capacidade específica ainda mais baixa do que os anteriores: apenas $0,002 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}$.

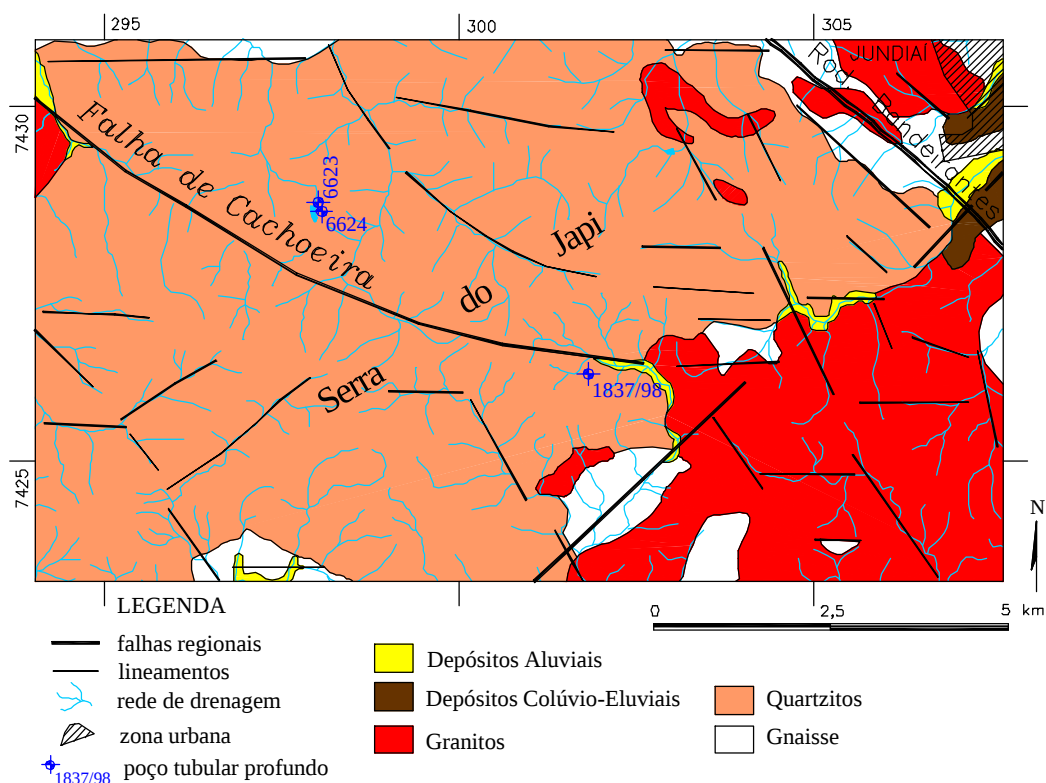


Figura 7.25: Litotipos presentes na área correspondente ao caso “B”, no alto da Serra do Japi.

Nesta área também ocorrem as estruturas NW-SE e E-W, apresentadas no caso “A” como favoráveis à obtenção de poços produtivos. Acredita-se que esta situação poderia ocorrer na área do caso “B” no local destacado com um círculo (Figura 7.26), onde não há poços locados. Ali, há acumulação de sedimentos em uma pequena bacia aluvial controlada por aqueles lineamentos que, associados, indicam a presença de estruturas abertas.

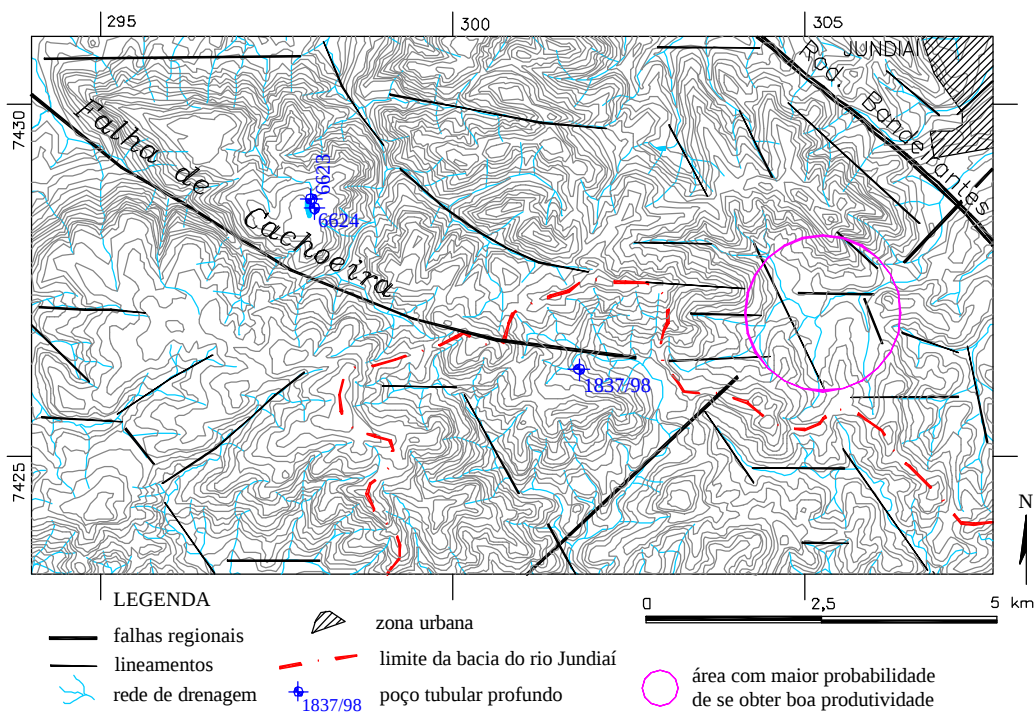


Figura 7.26: Área do caso “B”, na Serra do Japi, desfavorável para a locação de poços.

Nº POÇO	Q (m3/h)	NE (m)	ND (m)	s (m)	Q/s (m3/h/m)	PROF. (m)
6623	1,30	6,00	79,00	73,00	0,0178	80,0
6624	2,20	6,00	100,00	94,00	0,0234	100,0
1837/98	0,31	14,70	170,20	155,50	0,0020	190,0

Quadro 7.7: Alguns dados dos poços selecionados para o estudo do caso “B”.

7.2.3 Caso “C”: Interferência entre Poços

Foram identificadas algumas situações onde há poços de produtividade Alta, possivelmente associados às estruturas descritas no caso “A”, mas onde há poços vizinhos com produtividade no intervalo Baixo. Normalmente eles são muito próximos, inclusive pertencentes ao mesmo proprietário, mas construídos em épocas diferentes.

Nas perfurações em um maciço fraturado, um poço pode interceptar uma estrutura geológica favorável e o mesmo pode não ocorrer com outro ao lado, tal como ilustrado em

várias situações do caso “A”. Entretanto, nos casos apresentados a seguir, há poços muito produtivos perfurados em uma situação geológica favorável na década de 70 ao lado de poços com produtividade baixa perfurados posteriormente em uma área com grande concentração de poços. Estas áreas podem estar sujeitas à queda de produtividade por problemas de superexploração do aquífero (como constatado no item 6.4, Capítulo 6).

Como exemplo, foi selecionada uma área na zona urbana de Jundiaí (Figura 7.27), onde existe um aglomerado de poços. Apenas os de produtividade no intervalo Alto e Baixo estão plotados na figura para permitir sua identificação. A ocorrência de Depósitos Aluviais em uma área atravessada por estruturas NW-SE e E-W indicaria uma situação geológica favorável à construção de poços. De fato, ocorrem vários poços com produtividade Alta, mas também há os improdutivos, muitos deles abandonados.

Para verificar os fatores intervenientes, foram analisados os dados dos poços destacados com um círculo na Figura 7.28, todos destinados ao uso industrial (Quadro 7.8). O poço 6656 foi perfurado no ano de 1971 e apresenta produtividade Alta ($Q/s = 3\text{m}^3/\text{h/m}$). Mas os poços vizinhos a ele, de numeração: 302/24, 302/32, 302/34, 302/112 e 6663, pertencentes ao mesmo proprietário e locados no mesmo logradouro, apresentam produtividade no intervalo Baixo, estando a maior parte abandonada. Todos eles foram perfurados em data posterior ao 6656. Além destes, existem ainda oito poços perfurados para a mesma indústria e localizados junto aos demais, com produtividade no intervalo Médio (não constam na figura). Todos eles se encontram abandonados.

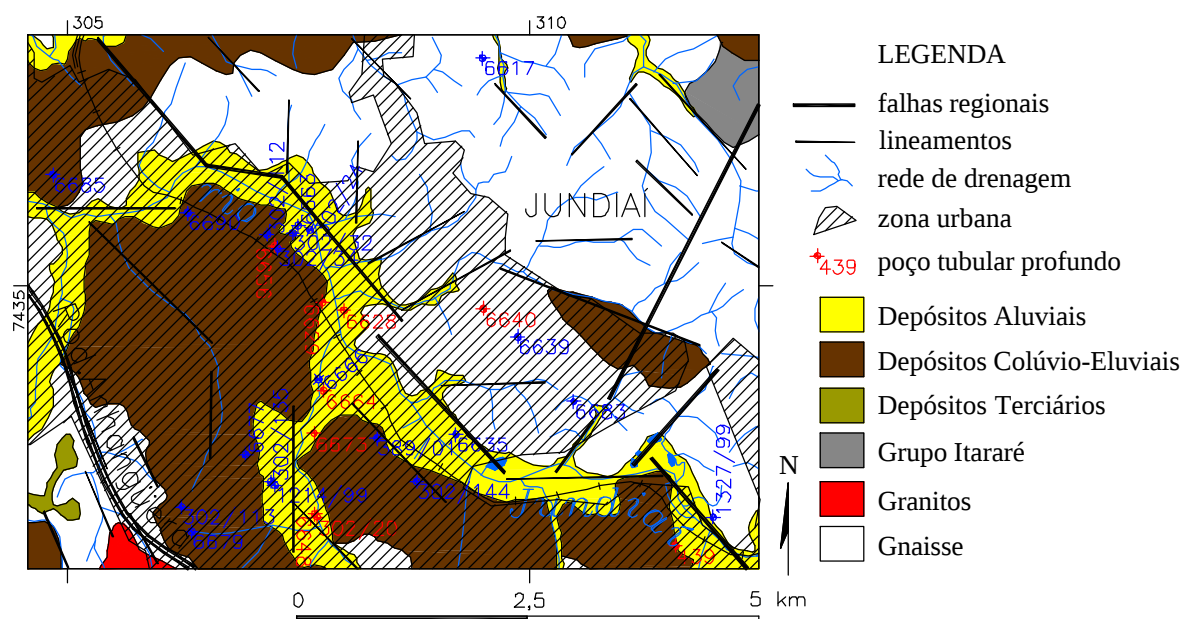


Figura 7.27: Área relativa ao caso “C”, na zona urbana de Jundiaí.

Os poços de número 6628 e 6629, assim como o 6656, também foram perfurados na década de 70 e apresentam produtividade Alta ($Q/s = 0,57$ e $1,00 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}$), pertencem ao mesmo proprietário e estão situados no mesmo endereço. Mas eles não possuem tantos poços vizinhos e, pelo menos até 1996, ainda estavam em funcionamento.

Nº POÇO	Q (m ³ /h)	NE (m)	ND (m)	s (m)	Q/s (m ³ /h/m)	PROF. (m)
6656	9,00	5,00	8,00	3,00	3,0000	90,0
6628	24,00	18,00	60,00	42,00	0,5714	245,0
6629	19,00	3,00	22,00	19,00	1,0000	274,0
302/34	1,50	19,00	119,00	100,00	0,0150	156,0
302/32	4,00	9,00	130,00	121,00	0,0331	200,0
302/24	2,00	8,00	75,00	67,00	0,0299	143,0
302/112	5,14	21,25	178,00	156,75	0,0328	200,0
6663	6,30	8,00	136,00	128,00	0,0492	200,0

Quadro 7.8: Alguns dados dos poços selecionados para o estudo do caso “C”.

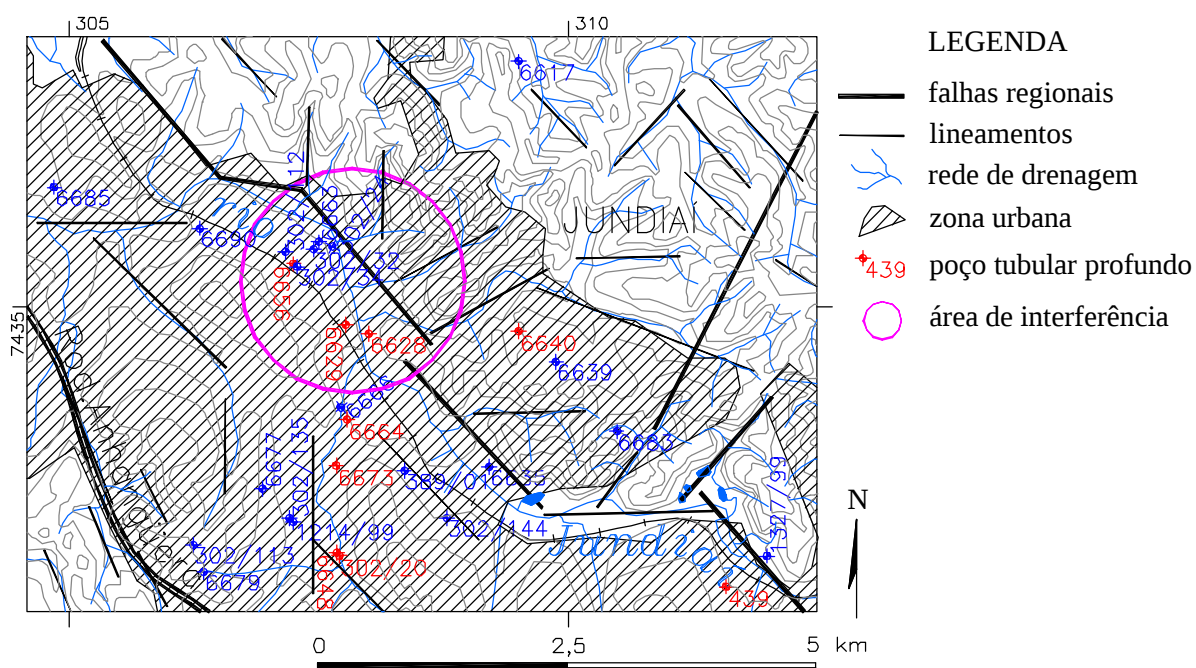


Figura 7.28: Caso “C”, na cidade de Jundiaí, onde há grandes possibilidades de ocorrer problemas de interferência entre poços.