

CAPÍTULO 4 – GEOLOGIA ESTRUTURAL DA ÁREA

Este capítulo se refere ao estudo das estruturas geológicas rúpteis e do resultado de sua atuação na compartimentação morfoestrutural da área. Para tanto, são utilizados dois enfoques: a descrição estrutural regional, a partir de informações em escala de mapa, e o estudo estrutural local, a partir de dados primários coletados em campo, em escala de afloramento. A partir da análise destes dados, são definidos os domínios estruturais e a compartimentação morfoestrutural da área.

4.1 ANÁLISE ESTRUTURAL REGIONAL

A análise macroestrutural é feita a partir da observação indireta de estruturas geológicas em escala de mapa. O estudo utiliza inferências quanto ao controle estrutural sobre a morfologia no terreno, que se manifesta como escarpas alinhadas, variações bruscas de declividade, anomalias na rede de drenagem, dentre outros.

4.1.1 Topografia e Hipsometria

O mapa de curvas de nível é uma importante ferramenta para o estudo das feições morfoestruturais. Na bacia do rio Jundiá (Figura 4.1), a forte estruturação do relevo se reflete no alinhamento de escarpas e de canais de drenagem, além dos contrastes na textura de relevo e nos intervalos de altitude. No mapa hipsométrico (Figura 4.2), há patamares topográficos com altitudes que variam entre 520 e 600 metros, nos vales dos rios, até 1.200 metros no topo da Serra do Japi, alcançando 1.300 e 1.400 metros nas Serras de Atibaia e da Pedra Vermelha, respectivamente.

Um destacado contraste textural ocorre entre os relevos da Depressão Periférica, no extremo oeste da área, e do Planalto Atlântico, que ocupa o restante dela. Embora o limite entre estas províncias não possa ser traçado ao longo de uma linha bem definida, percebe-se que a delimitação se faz ao longo da direção NNE-SSW, que coincide, grosso modo, com os contatos entre as rochas sedimentares da Bacia do Paraná e as rochas cristalinas do Embasamento Pré-Cambriano.

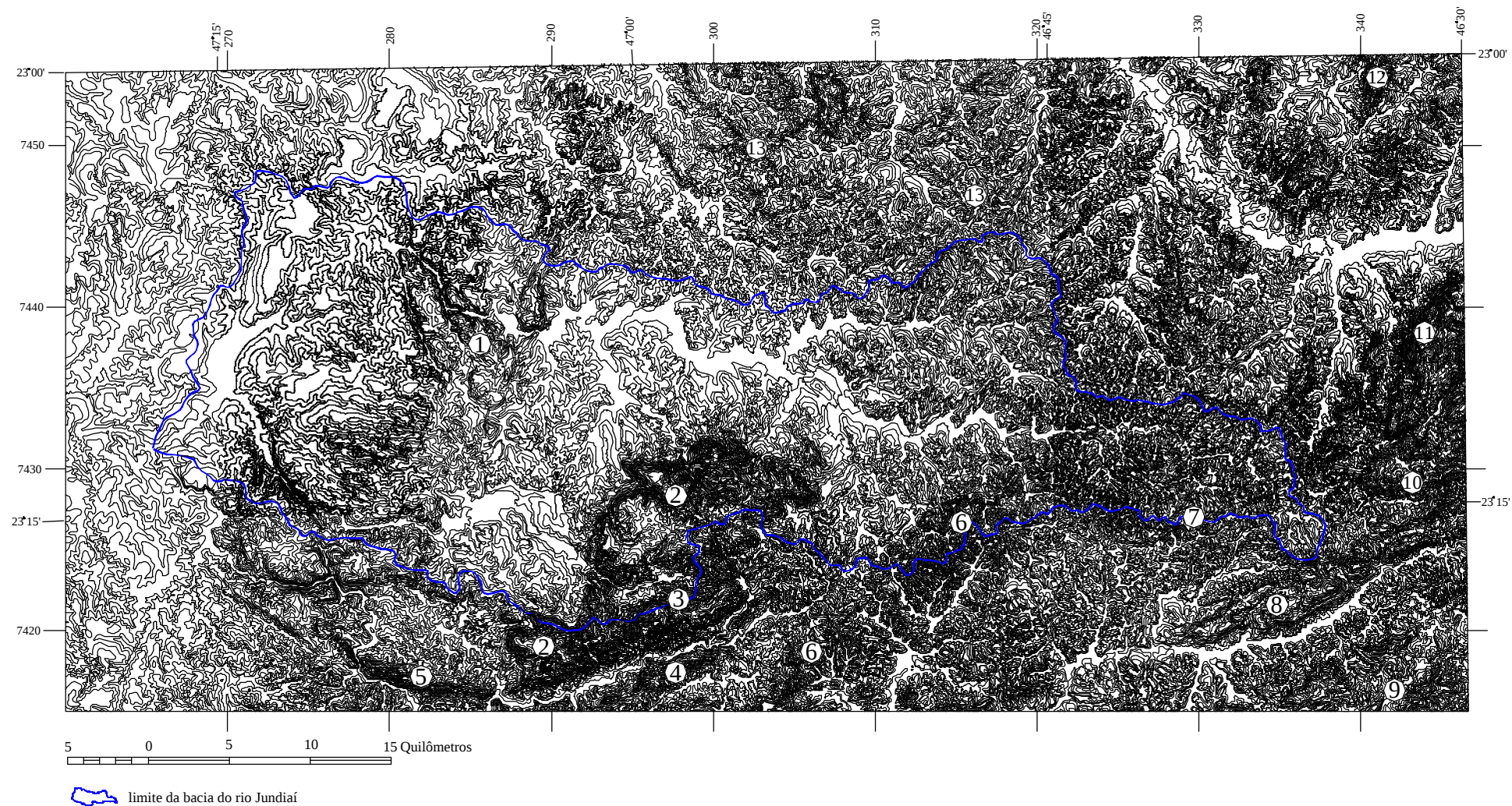


Figura 4.1: Mapa topográfico da área (curvas de nível com equidistância de 20 metros)

- | | |
|--------------------------|--|
| 1 = Maciço Granítico Itu | 8 = Serra dos Freitas |
| 2 = Serra do Japi | 9 = Serra da Cantareira |
| 3 = Serra do Guaxinduva | 10 = Serra da Pedra Vermelha |
| 4 = Serra da Sapoca | 11 = Serra de Atibaia ou de Itapetininga |
| 5 = Serra do Guaxatuba | 12 = Serra da Bocaina |
| 6 = Serra dos Cristais | 13 = Serra do Jardim |
| 7 = Serra do Botujuru | |

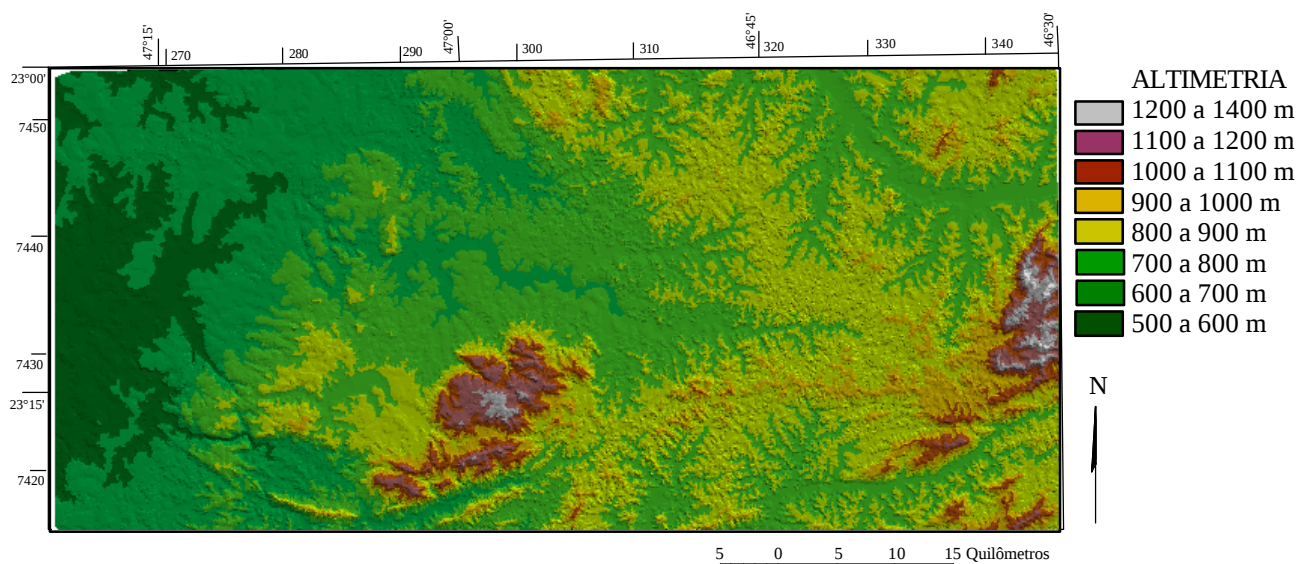


Figura 4.2: Mapa hipsométrico da área de estudos.

Como descrito no Capítulo 3 (Figura 3.13), a Depressão Periférica apresenta relevo de colinas com declividades baixas e raros morrotes com declividades médias. Próximo aos contatos com o Embasamento Cristalino, a planície aluvial do rio Jundiáí torna-se alongada na direção NNE-SSW (Figura 4.1), assim como os topos das colinas aplainadas.

No Planalto Atlântico, o relevo é mais heterogêneo. A maior parte das planícies aluviais acompanha importantes direções estruturais. Muitas escarpas também ocorrem alinhadas e algumas delas colocam lado a lado terrenos de relevo contrastante, refletindo a compartimentação morfoestrutural. O relevo de morrotes presente na porção central da área, onde se encaixa o médio curso do rio Jundiáí, constitui um compartimento abatido em relação às feições do entorno. Contornando esta área central, elevam-se os morros do Maciço Granítico de Itu; o relevo montanhoso das Serras do Japi, do Guaxinduva, do Guaxatuba, da Sapoca e dos Cristais e as pequenas elevações da Serra do Jardim. Morros com serras restritas pertencentes à Serra da Bocaina, Serra de Atibaia e Serra da Pedra Vermelha ocorrem no canto nordeste e, na porção sudeste, elevam-se as serras alongadas do Botujuru, dos Freitas e da Cantareira.

As zonas de cisalhamento antigas se manifestam como notáveis alinhamentos de escarpas e de canais de drenagem, principalmente ao longo das falhas do Piraí, do Cururu e de Cachoeira e da Zona de Cisalhamento Jundiuvira. A borda leste do Granito Itu compõe escarpas alinhadas na direção NNE-SSW, delimitando o compartimento central abatido. As escarpas da Serra do Japi, além de refletir o mesmo alinhamento NNE-SSW, também se orientam segundo o prolongamento das falhas NW-SE citadas acima e de alinhamentos subordinados de direção E-W. Os alinhamentos E-W, apesar de menos freqüentes, são

feições importantes que controlam o direcionamento do rio Jundiaí-Mirim, de parte do rio Atibaia, das cabeceiras do rio Jundiaí, além de vários segmentos menores de drenagem.

4.1.2 Rede de Drenagem

O mapa da rede de drenagem mostra áreas com densidade de drenagem variada, podendo ser classificada de forma relativa como baixa, média e alta (Figura 4.3). A densidade baixa aparece nas áreas onde ocorrem Depósitos Aluviais e Depósitos Colúvio-Eluviais e em alguns topos de serras aplainadas. Densidade média ocorre nas áreas de afloramento do Grupo Itararé, na Bacia do Paraná, de rochas granitóides e ao longo do compartimento central descrito no item anterior. No restante da área, a densidade da drenagem pode ser considerada alta.

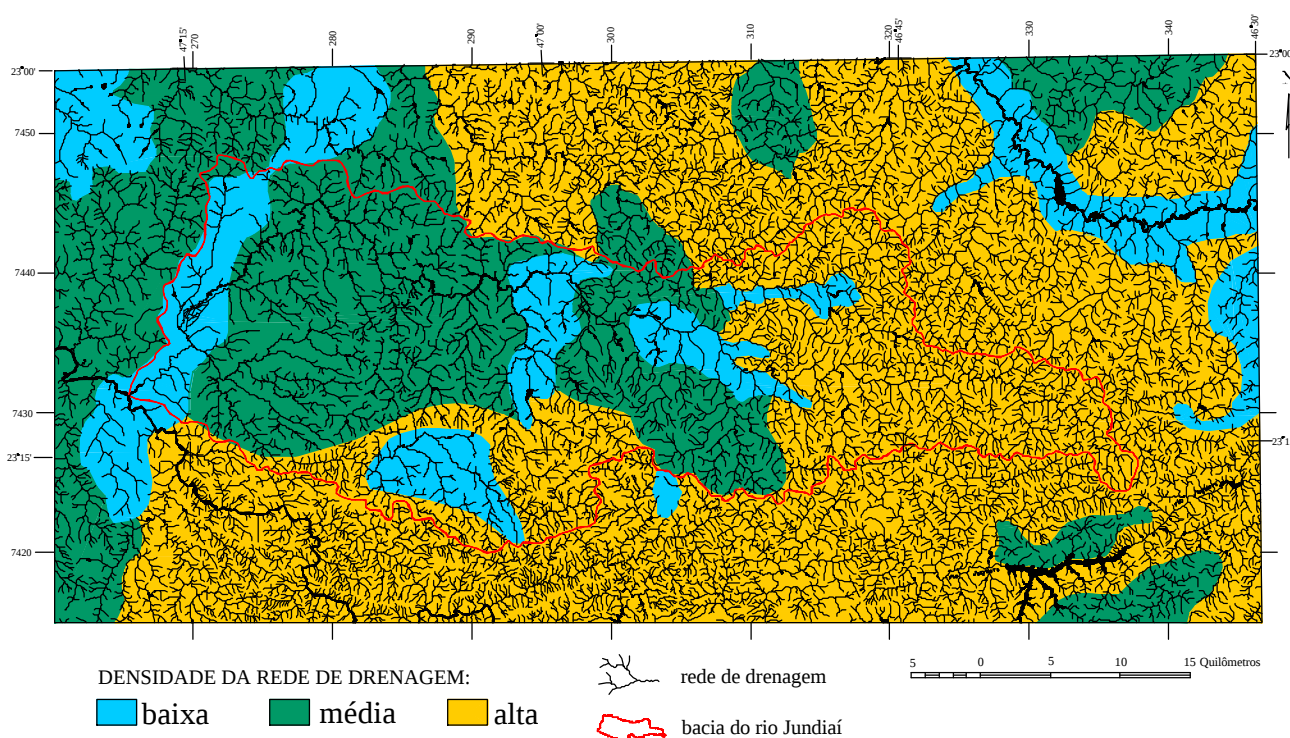


Figura 4.3: Mapa da rede de drenagem mostrando áreas com densidade de drenagem baixa, média e alta e padrões de drenagem dendrítico tendendo a retangular e paralelo.

Dependendo da porção analisada e da escala de observação, são encontrados padrões de drenagem dendrítico tendendo a paralelo e retangular, controlados pelas zonas de falhas e zonas de cisalhamento dúctil.

4.1.3 Lineamentos

Os mapas apresentados a seguir foram traçados a partir da imagem de radar em escala 1:250.000, de fotografias aéreas em escala 1:60.000 e do mapa da rede de drenagem em escala 1:100.000. Os resultados obtidos são ligeiramente distintos.

4.1.3.1 Escala 1:250.000

No mapa de lineamentos em escala 1:250.000, nota-se o desenvolvimento de dois sistemas mais freqüentes: um NNE-SSW e outro NW-SE (Figura 4.4). A densidade de lineamentos varia de forma semelhante à densidade da rede de drenagem. O lado oeste onde aflora o Grupo Itararé, a porção central da área de estudos e as planícies aluviais mais abrangentes se destacam na imagem de radar por sua textura mais “lisa”, com baixa densidade de lineamentos. O restante da área, ao contrário, exibe densidade de lineamentos extremamente alta.

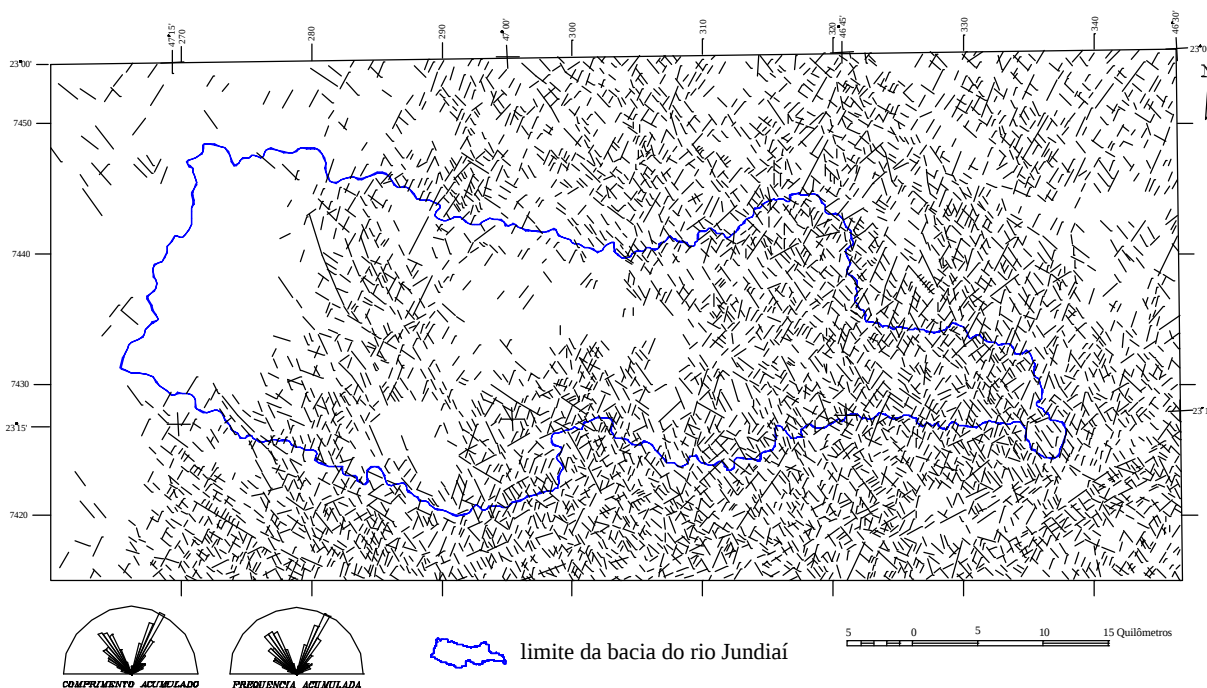
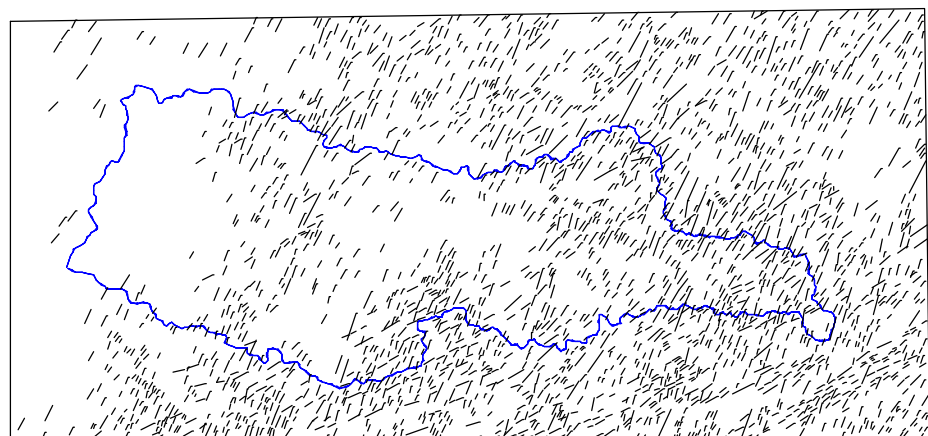
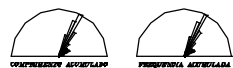


Figura 4.4: Lineamentos traçados a partir da imagem de radar em escala 1:250.000.

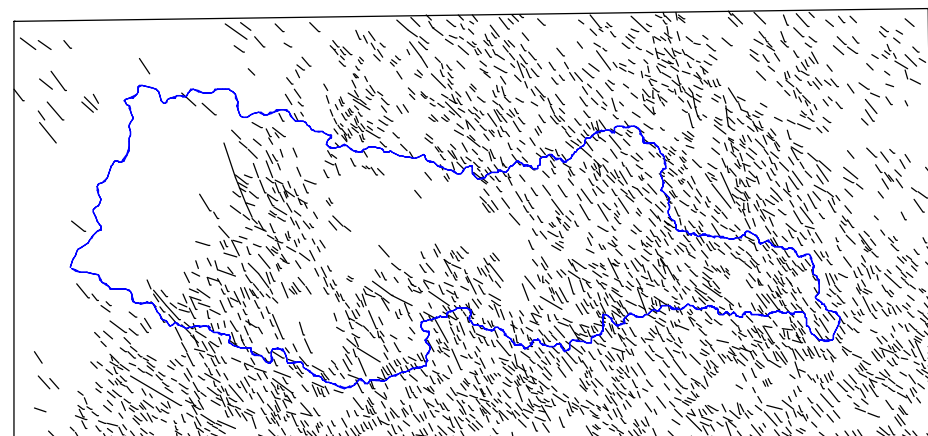
Para facilitar a definição dos feixes estruturais, os lineamentos são apresentados em conjuntos separados. As figuras 4.5 (a) e (b) mostram, respectivamente, os sistemas cujas direções se situam nos quadrantes NE-SW e NW-SE. Também ocorrem, de forma esparsa, algumas feições de direção N-S na porção centro-oriental da área (Figura 4.5c).



(a)



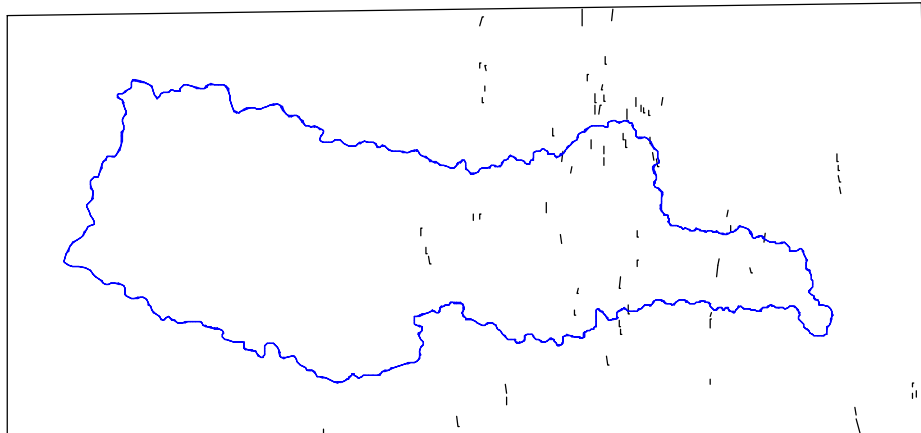
0 5 10 15 Quilômetros



(b)



0 5 10 15 Quilômetros



(c)



0 5 10 15 Quilômetros

Figura 4.5: (a) Sistemas do quadrante NE-SW, (b) sistemas do quadrante NW-SE e (c) sistema N-S (em azul, o limite da bacia do rio Jundiá).

Estes sistemas se subdividem em dois subsistemas. No quadrante NE-SW, a subdivisão é bastante clara: existe um subsistema NE-SW, propriamente dito, e outro NNE-SSW. Na Figura 4.6 são destacadas, em vermelho, as áreas onde estes subsistemas predominam e onde formam apenas lineamentos isolados.

O subsistema NE-SW (Figura 4.6a) se concentra na porção sul da área de estudos, coincidindo com a direção da Zona de Cisalhamento Jundiuvira. Em direção ao norte, tende a formar alinhamentos isolados ou simplesmente traços dispersos; já nos domínios da Bacia do Paraná ele não ocorre. O subsistema NNE-SSW (Figura 4.6b) é amplamente distribuído pela área, inclusive adentrando de forma esparsa na Bacia do Paraná. Forma feições amendoadas e sigmoidais e apresenta espaçamento bem menor do que o subsistema anterior. É importante destacar o forte controle estrutural que estas feições exercem na delimitação da bacia hidrográfica do rio Jundiá. O subsistema NE-SW delineia parte do contorno na porção sudeste e o NNE-SSW é bem marcado no extremo oeste da bacia.

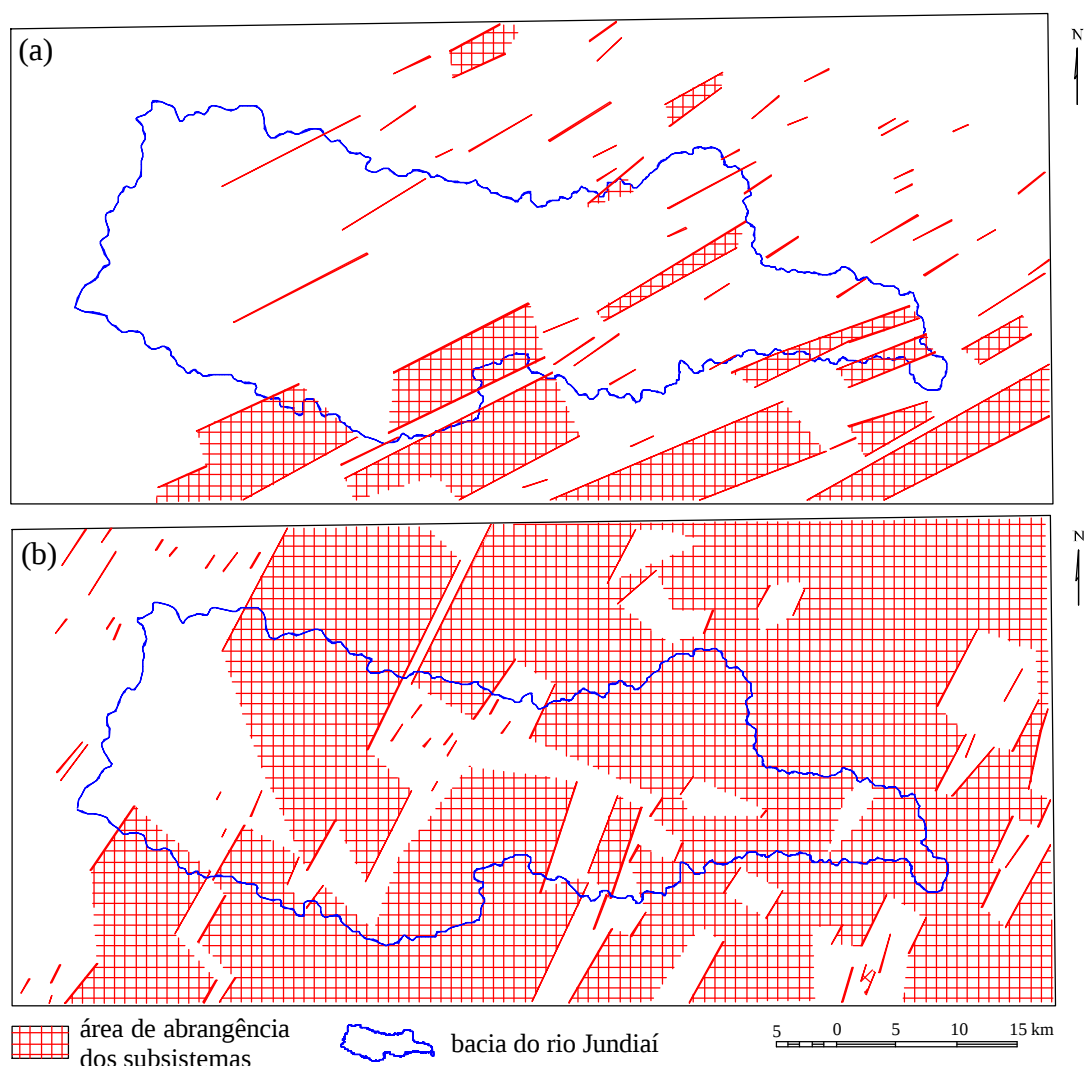


Figura 4.6: Ocorrência dos subsistemas (a) NE-SW e (b) NNE-SSW.

A subdivisão dos subsistemas no quadrante NW-SE não é tão nítida, mas também é possível definir dois subsistemas: um NNW-SSE e outro NW-SE tendendo a WNW-ESE.

O subsistema NW-SE a WNW-ESE (Figura 4.7a), apesar de abranger quase toda a área, não ocorre de forma concentrada, mas compõe alinhamentos esparsos que adentram na Bacia Sedimentar do Paraná. As maiores concentrações em área ocorrem na Serra do Jardim e ao longo das falhas de Itu, do Piraí, de Cururu e de Cachoeira, onde ocorrem inflexões de NW-SE para WNW-ESE. O controle que estas feições exercem no contorno da bacia do rio Jundiá em sua borda sudoeste e ao longo de vários trechos na borda norte é notável.

O subsistema NNW-SSE (Figura 4.7b) é bastante proeminente na área de ocorrência do Granito Itu, na Serra do Japi, Serra do Jardim e em outras áreas serranas, exceto no canto nordeste. Este subsistema não ocorre nos domínios da Bacia do Paraná.

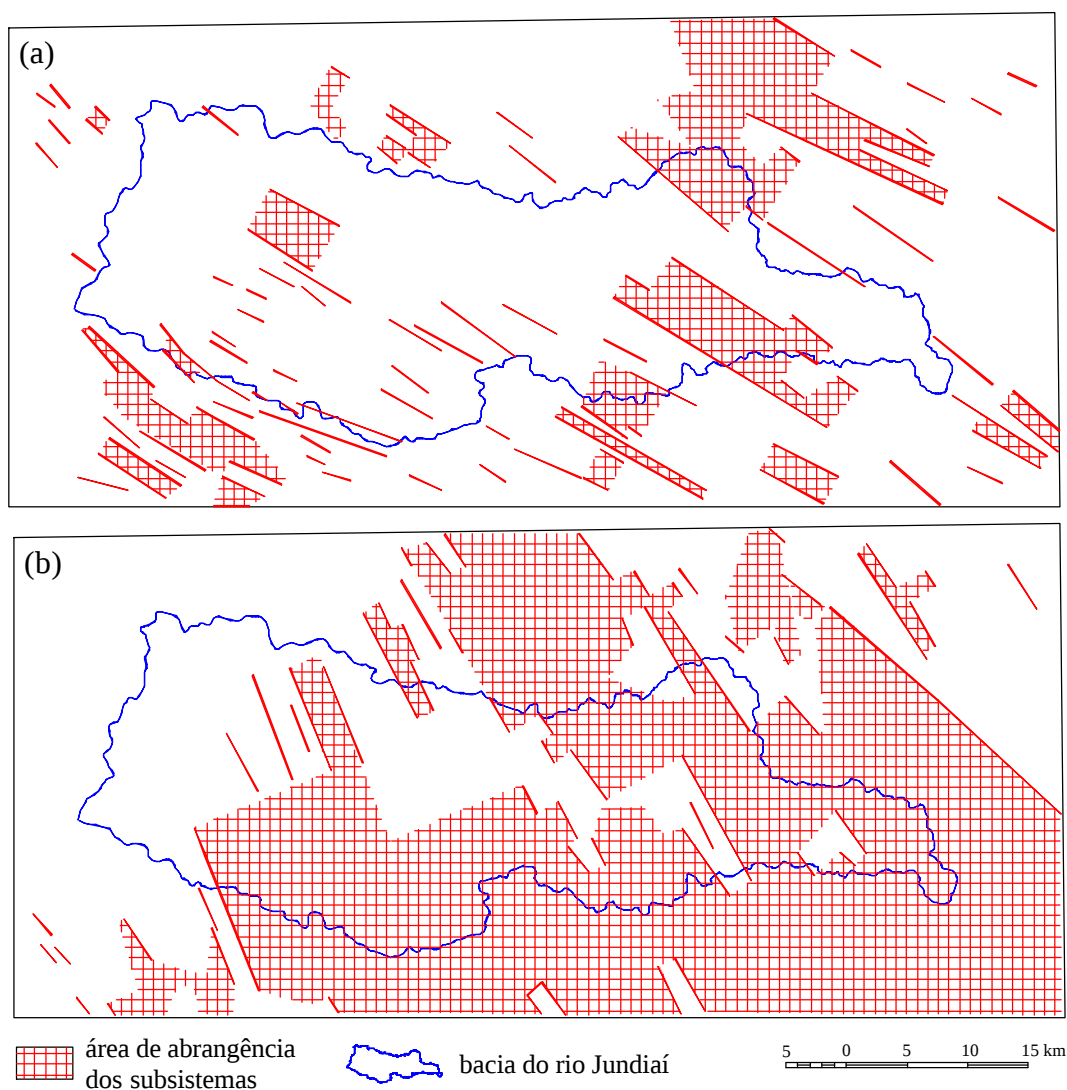


Figura 4.7: Ocorrência dos subsistemas (a) NW-SE a WNW-ESE e (b) NNW-SSE.

4.1.3.2 Escala 1:60.000

O mapa de lineamentos obtido a partir das fotografias aéreas em escala 1:60.000 mostra maior dispersão de direções (Figura 4.8), mas ainda existem maiores freqüências de direções NE-SW e NW-SE, bem como N-S e E-W, que não aparecem no mapa anterior.

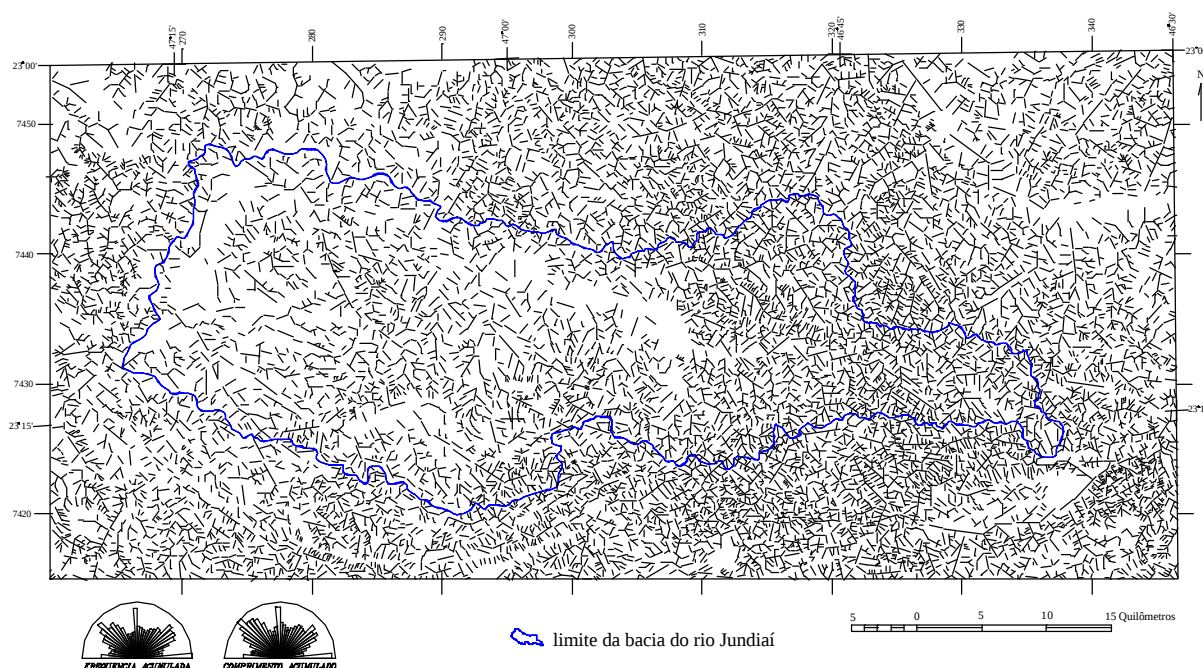


Figura 4.8: Lineamentos traçados a partir de fotografias aéreas em escala 1:60.000.

A densidade de lineamentos é bastante variável, mas segue o mesmo padrão da densidade da rede de drenagem. As planícies aluviais, as áreas de ocorrência de Depósitos Colúvio-Eluviais, de granitos e a borda da Bacia do Paraná apresentam baixa densidade de lineamentos. A área de afloramento do Grupo Itararé, na Bacia do Paraná, ao contrário da imagem de radar, mostra uma densidade de lineamentos considerável, mas que ainda se mantém abaixo da densidade de lineamentos no restante da área.

4.1.3.3 Lineamentos de drenagem

Os lineamentos de drenagem foram traçados a partir do mapa da rede de drenagem. A tendência mais forte de orientação dos canais retilíneos segue as direções N-S e E-W, seguidas pela direção NW-SE e, por último, NE-SW (Figura 4.9).

As frequências de orientações são distintas daquelas observadas nos lineamentos extraídos da imagem de radar e das fotografias aéreas. Isto acontece porque a rede de drenagem constitui o elemento morfológico que mais rapidamente responde às mudanças no regime tectônico (Centamore et al., 1996). Assim, este padrão de orientação reflete o rearranjo da rede de drenagem ao longo das estruturas neoformadas.

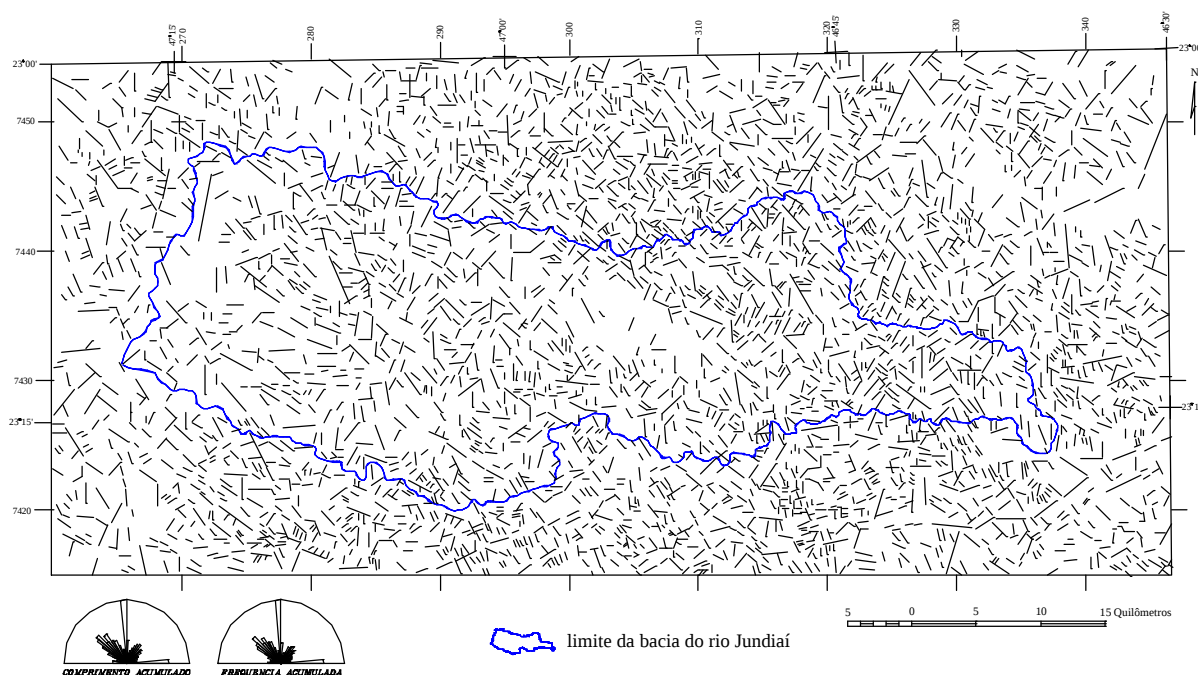


Figura 4.9: Lineamentos de drenagem.

4.1.4 Estruturas Regionais

As zonas de cisalhamento e as zonas de falhas regionais (Figura 4.10) constituem importantes feições tectônicas que se manifestam em todos os mapas anteriormente apresentados, controlando o relevo e a drenagem. Algumas destas feições já haviam sido mapeadas (ver Capítulo 3), mas outras não constam em trabalhos anteriores. Tal é o caso do prolongamento das zonas de cisalhamento Campinas e Valinhos e dos feixes estruturais de direção NW-SE presentes na Serra do Jardim.

Muitos contatos entre unidades litoestratigráficas ocorrem ao longo destas estruturas, como pode ser observado no mapa geológico (apêndice A). Elas são responsáveis pela movimentação de grandes massas rochosas em tempos pré-cambrianos. A Zona de Cisalhamento Jundiuvira e a Falha de Itu, por exemplo, colocam em contato os gnaisses e migmatitos do Complexo Amparo com os metassedimentos do Domínio São

Roque, conjuntos cujas evoluções tectono-metamórficas são completamente distintas. As falhas do Piraí, do Cururu e de Cachoeira segmentam os quartzitos da Serra do Japi, colocando-os em contato com granitos e gnaisses. Da mesma forma atuam estruturas de direção NNE-SSW e N-S presentes no flanco oeste da Serra do Japi, subparalelas à Zona de Cisalhamento Valinhos. A Zona de Cisalhamento Valinhos, por sua vez, controla a borda leste do Granito Itu. A Falha de Extrema, presente na porção leste da área, delimita corpos migmatíticos. Os feixes estruturais que controlam o relevo da Serra do Jardim controlam também alguns contatos entre granitos e gnaisses, mas o mais marcante ali é a delimitação dos depósitos paleozóicos e cenozóicos ao longo das estruturas NNE-SSW.

Estas estruturas se originaram em estado dúctil e ao longo delas houve formação de milonitos com planos de foliação milonítica subverticais (Capítulo 3). No decorrer do tempo geológico, as condições se tornaram cada vez mais rúpteis e estas zonas de fraqueza passaram a atuar como zonas de falha. Nas zonas de falha há formação de uma rede de fraturas, com desenvolvimento de rochas da série cataclástica.

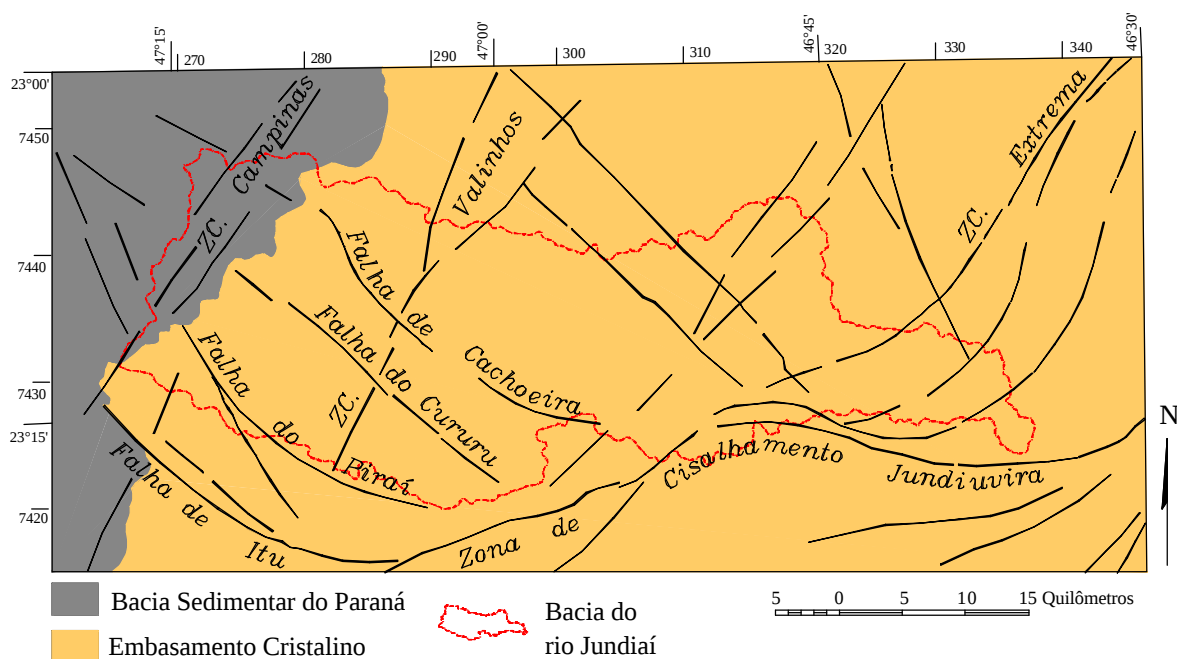


Figura 4.10: Zonas de cisalhamento, zonas de falhas e principais feixes de lineamentos de abrangência regional presentes na bacia do rio Jundiá e áreas adjacentes.