

Rios da Bacia Hidrográfica Paraná III



**Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Florestas
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**

DOCUMENTOS 358

Rios da Bacia Hidrográfica Paraná III

*João Henrique Caviglione (in memoriam)
Dalila Peres de Oliveira
Leonardo Miranda Feriani
Gustavo Ribas Curcio
Annete Bonnet*

Embrapa Florestas
Estrada da Ribeira, km 111, Guaraituba,
Caixa Postal 319
83411-000, Colombo, PR, Brasil
Fone: (41) 3675-5600
www.embrapa.br/florestas
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

Comitê Local de Publicações da
Embrapa Florestas

Presidente
Patrícia Póvoa de Mattos

Vice-Presidente
José Elidney Pinto Júnior

Secretária-Executiva
Neide Makiko Furukawa

Membros
Annete Bonnet
Cristiane Aparecida Fioravante Reis
Elenice Fritzsons
Krisle da Silva
Marcelo Francia Arco Verde
Marilice Cordeiro Garrastazu
Susete do Rocio Chiarello Penteado
Valderês Aparecida de Sousa

Supervisão editorial e revisão de texto
José Elidney Pinto Júnior

Normalização bibliográfica
Francisca Rasche

Projeto gráfico da coleção
Carlos Eduardo Felice Barbeiro

Editoração eletrônica
Neide Makiko Furukawa

Ilustrações capa e texto
João Henrique Caviglione (in memoriam), Dalila
Peres de Oliveira, Leonardo Miranda Feriani

1ª edição
Versão digital (2021)

Todos os direitos reservados.

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte,
constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Embrapa Florestas

Rios da Bacia Hidrográfica Paraná III. [recurso eletrônico] / João
Henrique Caviglione ... [et al.]. - Colombo : Embrapa Florestas,
2021.

PDF (44 p.) - (Documentos / Embrapa Florestas, ISSN 1980-3958 ;
358)

Modo de acesso: World Wide Web:
<<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/item/221>>

1. Mapas hidrográficos. 2. Recursos hídricos. 3. PronaSolos Paraná.
I. Caviglione, João Henrique. II. Oliveira, Dalila Peres de. III. Feriani,
Leonardo Miranda. IV. Curcio, Gustavo Ribas. V. Bonnet, Annete. VI.
Série.

CDD (21. ed.) 551.4898162

Autores

João Henrique Caviglione (in memoriam)

Engenheiro-agrônomo, doutor em Agronomia, pesquisador do Instituto de Desenvolvimento Rural do Paraná (Iapar/Emater), Londrina, PR

Dalila Peres de Oliveira

Geógrafa, bolsista Seti/Iapar, Londrina, PR

Leonardo Miranda Feriani

Geógrafo, bolsista Seti/Iapar, Londrina, PR

Gustavo Ribas Curcio

Engenheiro-agrônomo, doutor em Engenharia Florestal, pesquisador da Embrapa Florestas, Colombo, PR

Annete Bonnet

Bióloga, doutora em Engenharia Florestal, pesquisadora da Embrapa Florestas, Colombo, PR

Apresentação

Os mapas hidrográficos de superfície representam cartograficamente, em diferentes escalas, o conjunto dos recursos hídricos, como rios, lagos e nascentes, apresentando também a delimitação das bacias hidrográficas de uma determinada região, estado, país ou continente.

A representação cartográfica das lentes d'água superficiais tem grande serventia para a sociedade, pois, além de traduzir o potencial de água doce para uma determinada região, pode exibir fatores importantes para a interpretação das paisagens, tais como os tipos de drenagem ou os padrões de leito fluvial, elementos vitais para a compreensão das condições estruturais do ambiente.

De acordo com o grau de detalhamento da pesquisa, as informações contidas nos mapas hidrográficos são muito variáveis; em razão desta oferta de elementos interpretativos, tornam-se substrato indispensável para mapas temáticos geológicos, geomorfológicos, pedológicos etc.

O traçado pormenorizado deste mapeamento hidrográfico da Bacia Hidrográfica Paraná III (BHP III) justifica-se pelo detalhamento da escala de trabalho do Projeto PronaSolos PR, que realiza o levantamento de solos (semidetalhado – 1:50.000) e da vegetação protetiva de rios e nascentes (detalhado – 1:10.000) na mesma bacia, subsidiando, em conjunto, o planejamento rural sustentável, considerando potencialidades e fragilidades ambientais.

Marcílio José Thomazini

Chefe Adjunto de Pesquisa e Desenvolvimento
Embrapa Florestas

Sumário

Lista de figuras	9
Lista de tabelas	11
Introdução.....	13
Caracterização geral da Bacia Hidrográfica Paraná III	16
Clima.....	16
Geologia.....	16
Geomorfologia	17
Solos.....	19
Vegetação	20
Processo de ocupação do oeste paranaense	20
Metodologia	22
Resultados e discussão.....	24
Subplanalto Cascavel	29
Subplanalto São Francisco.....	31
Subplanalto Foz do Iguaçu.....	34
Subplanaltos Campo Mourão e Umuarama.....	37
Considerações finais	41
Agradecimentos	41
Referências	42

Lista de figuras

Figura 1. Mapa do período imperial – Estrada de Ferro Paraná-Mato Grosso, 1876, escala 1:2.000.000.	13
Figura 2. Bacias hidrográficas do Paraná, com destaque para a Bacia Hidrográfica Paraná III (BHP III).	15
Figura 3. Composição geológica da Bacia Hidrográfica Paraná III (BHP III) – Formações Serra Geral e Caiuá.....	17
Figura 4. Localização da Bacia Hidrográfica Paraná III (BHP III) no Terceiro Planalto Paranaense.	17
Figura 5. Distribuição dos subplanaltos na Bacia Hidrográfica Paraná III (BHP III).	18
Figura 6. Uso e cobertura do solo da Bacia Hidrográfica Paraná III (BHP III).....	21
Figura 7. Mapa da rede de drenagem da Bacia Hidrográfica Paraná III (BHP III).	24
Figura 8. Modelo digital de elevação destacando os rios principais e divisores de água da BHP III (BHP III).	25
Figura 9. Distribuição da rede de drenagem da Bacia Hidrográfica Paraná III (BHP III) nos respectivos subplanaltos.	26
Figura 10. Exemplos de mudanças bruscas no sentido do canal fluvial (cotovelos), nos principais rios da Bacia Hidrográfica Paraná III (BHP III). (A) São Francisco Falso Braço Sul; (B) São Francisco; (C) Santa Quitéria; (D) São Francisco Falso Braço Norte.....	26
Figura 11. Declividades nas paisagens da Bacia Hidrográfica Paraná III (BHP III).	28
Figura 12. Hipsometria da Bacia Hidrográfica Paraná III (BHP III).....	29
Figura 13. Hierarquia fluvial no Subplanalto Cascavel, nos limites da Bacia Hidrográfica Paraná III (BHP III).	30
Figura 14. Densidade de drenagem do Subplanalto Cascavel nos limites da Bacia Hidrográfica Paraná III (BHP III).....	31
Figura 15. Hierarquia fluvial do Subplanalto São Francisco nos limites da Bacia Hidrográfica Paraná III (BHP III).	32
Figura 16. Densidade de drenagem do Subplanalto São Francisco nos limites da Bacia Hidrográfica Paraná III (BHP III).....	34
Figura 17. Hierarquia fluvial do Subplanalto Foz do Iguaçu, nos limites da Bacia Hidrográfica Paraná III (BHP III).	35
Figura 18. Densidade de drenagem do Subplanalto Foz do Iguaçu, nos limites da Bacia Hidrográfica Paraná III (BHP III).....	36
Figura 19. Hierarquia fluvial dos Subplanaltos Umuarama e Campo Mourão nos limites da Bacia Hidrográfica Paraná III (BHP III).....	38
Figura 20. Densidade de drenagem do Subplanalto Campo Mourão, nos limites da Bacia Hidrográfica Paraná III (BHP III).....	39
Figura 21. Densidade de drenagem do Subplanalto Umuarama, nos limites da Bacia Hidrográfica Paraná III.....	40

Lista de tabelas

Tabela 1. Subplanaltos da Bacia Hidrográfica Paraná III (BHP III) e respectivas extensões territoriais.....	18
Tabela 2. Área, número e densidade de rios da Bacia Hidrográfica Paraná III (BHP III).	24
Tabela 3. Área, número e densidade de rios e de drenagem nos subplanaltos da Bacia Hidrográfica Paraná III (BHP III).....	27
Tabela 4. Hierarquia fluvial do Subplanalto Cascavel e respectivas correspondências com o número de rios e extensões lineares (km), Bacia Hidrográfica Paraná III (BHP III).....	30
Tabela 5. Categorias de densidade de drenagem do Subplanalto Cascavel, Bacia Hidrográfica Paraná III (BHP III).....	31
Tabela 6. Hierarquia fluvial do Subplanalto São Francisco e respectivas correspondências com o número de rios e extensões lineares (km), Bacia Hidrográfica Paraná III (BHP III).	32
Tabela 8. Categorias de densidade de drenagem do Subplanalto São Francisco, Bacia Hidrográfica Paraná III (BHP III).....	33
Tabela 7. Subplanaltos São Francisco (SSF) e Cascavel (SC) e as razões entre número de rios e área, Bacia Hidrográfica Paraná III (BHP III).....	33
Tabela 9. Hierarquia fluvial do Subplanalto Foz do Iguaçu e respectivas correspondências com o número de rios e extensões lineares (km), Bacia Hidrográfica Paraná III (BHP III).	35
Tabela 10. Categorias de densidade de drenagem do Subplanalto Foz do Iguaçu, Bacia Hidrográfica Paraná III (BHP III).....	36
Tabela 11. Hierarquia fluvial do Subplanalto Campo Mourão e respectivas correspondências com o número de rios e extensões lineares (km), Bacia Hidrográfica Paraná III (BHP III).....	37
Tabela 12. Hierarquia fluvial do Subplanalto Umuarama e respectivas correspondências com o número de rios e extensões lineares (km), Bacia Hidrográfica Paraná III (BHP III).....	37
Tabela 13. Categorias de densidade de drenagem do Subplanalto Campo Mourão, Bacia Hidrográfica Paraná III (BHP III).....	38
Tabela 14. Categorias de densidade de drenagem do Subplanalto Umuarama, Bacia Hidrográfica Paraná III (BHP III).....	39

Introdução

Os mapas de hidrografia começaram a ter maior destaque no período do império romano, quando parte de sua expansão territorial ocorria por meio fluvial. Posteriormente, com as “grandes navegações”, o conhecimento da hidrografia se fez necessário mais uma vez, pois a corrida entre Portugal e Espanha pelas terras do Novo Mundo era decidida nos detalhes e, neste sentido, os portugueses tinham vantagens por terem um conhecimento maior sobre a hidrografia e confecção de mapas (Longley et al., 2009).

O desenvolvimento cartográfico no Brasil começou no período do descobrimento, quando os primeiros exploradores registravam características da costa brasileira, inclusive a localização dos rios (Feriani et al., 2021). No século XIX, a hidrografia já era retratada em mapas mais detalhados, mostrando a importância das vias fluviais na época (Figura 1). Muitas destas vias serviam de apoio para as expedições de avanço das novas ocupações a oeste, que ajudaram a delimitar um território que viria a ser a Província do Paraná (Borges, 2017).

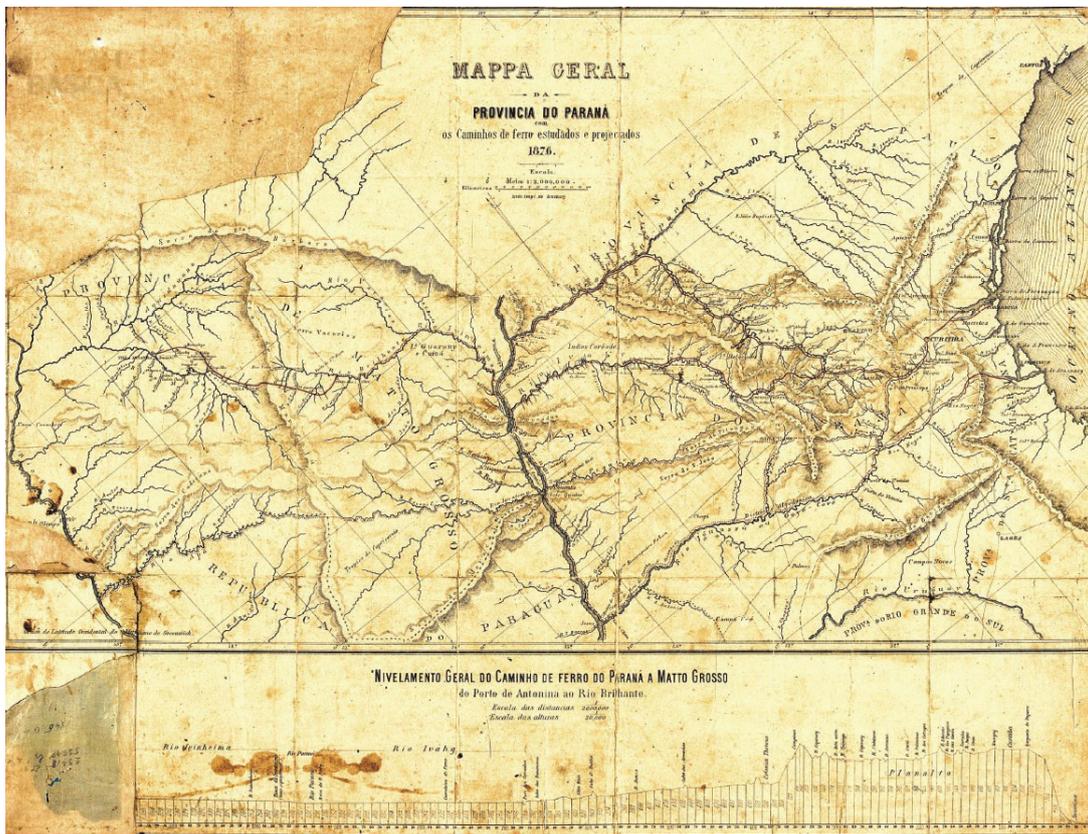


Figura 1. Mapa do Período Imperial – Estrada de Ferro Paraná-Mato Grosso, 1876, escala 1:2.000.000.

Fonte: IAT (2021).

O valor histórico desses mapas é inestimável, pois, embora contenham incorreções técnicas, observam-se níveis impressionantes de detalhes na representação da hidrografia, considerando-se as técnicas disponíveis para a época (Feriani et al., 2021). Com o passar do tempo, na medida em que o desenvolvimento social e econômico ocorria no território brasileiro, os mapas foram sendo empregados para diferentes fins.

Dentre os diferentes temas da cartografia, há a hidrográfica, a qual legitima a distribuição dos corpos d'água – lagos, rios, nascentes etc. Esta refere-se ao ramo da ciência geográfica que estuda as águas correntes, paradas, oceânicas e subterrâneas, dividindo-se em hidrografia subterrânea, superficial terrestre e marítima (Guerra, 1993). A confecção do mapa hidrográfico da Bacia Hidrográfica Paraná III (BHP III) corresponde ao levantamento da hidrografia superficial terrestre, uma vez que tem como objetos rios, nascentes e lagos.

Conforme Coelho Netto (1995) e Guerra (1993), a bacia hidrográfica representa uma porção territorial limitada por um divisor de águas com uma saída comum, que drena água, materiais e sedimentos nela dissolvidos. A bacia pode apresentar diferentes tamanhos e formas, sendo constituída por um rio principal e seus afluentes, aos quais Christofolletti (1980) atribui a funcionalidade de canais de escoamento. O autor comenta que, devido ao posicionamento nas paisagens, os rios são diretamente afetados pelas atividades desenvolvidas ao longo de toda a extensão da bacia.

A representação da hidrografia nos mapas ocorre por meio de símbolos lineares que são os mais indicados para retratar feições com desenvolvimento linear, tais como ocorrem com os rios (Archela; Théry, 2008).

Atualmente, os mapas hidrográficos brasileiros são feitos por várias entidades, principalmente governamentais. A confecção dos mapas hidrográficos do País era inicialmente conduzida pelo Exército Brasileiro, sendo posteriormente passada esta atribuição ao Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), o qual passou a ser o responsável pela edificação das bases cartográficas hidrográficas brasileiras, juntamente com a Agência Nacional de Águas (ANA). A partir destas bases, estados, municípios, instituições públicas e privadas, comunidade científica, entre outros, realizam levantamentos cartográficos com enfoques variados, visando conhecer a realidade de diferentes fenômenos, em escalas de análise distintas e adequadas às necessidades.

No estado do Paraná, as agências governamentais também são responsáveis pela confecção dos mapas hidrográficos. Dentre estas, o Instituto Água e Terra (IAT) concentra boa parte destas informações. Além deste, há as universidades e as empresas particulares que produzem mapas hidrográficos de várias regiões e bacias hidrográficas do estado.

As bacias hidrográficas, no Paraná, foram constituídas como unidades de gestão e planejamento territorial para a implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos (Lei nº 9.433/97) (Brasil, 1997), bem como pela Política Estadual de Recursos Hídricos (Lei nº 12.726/99) (Paraná, 1999).

A BHP III é uma das 16 bacias hidrográficas do Estado (Figura 2), limitando-se a nordeste com a Bacia Hidrográfica Piquiri e à sudeste com a Bacia Hidrográfica Iguaçu; conta com um comitê cujo objetivo é compatibilizar os interesses e necessidades dos múltiplos usos dos recursos hídricos existentes (Paraná, 2013).

Os mapeamentos geológicos, geomorfológicos e pedológicos também determinam demandas em relação ao mapeamento da hidrografia das bacias, cada qual com variações quanto à amplitude de detalhes, estas em coerência às respectivas escalas e aos objetivos de trabalho.

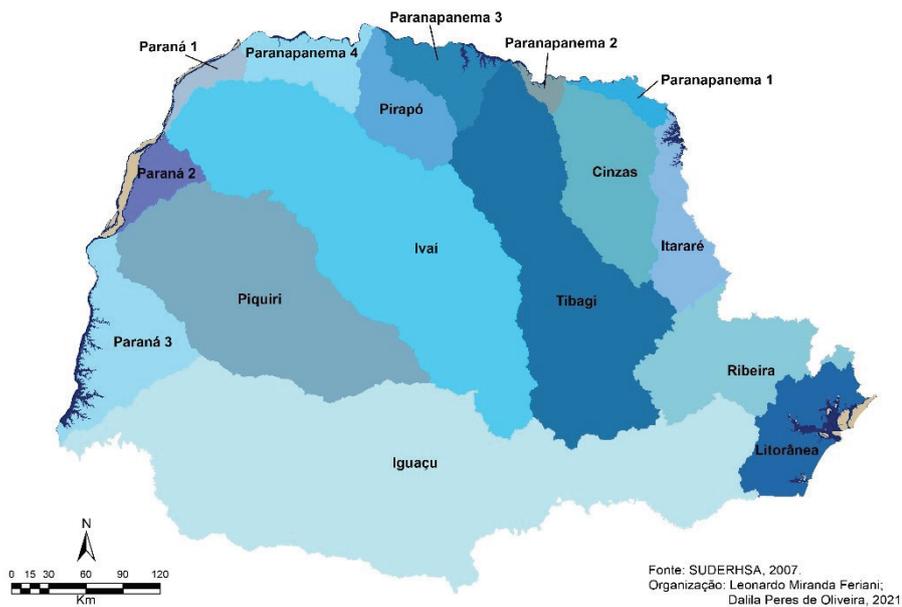


Figura 2. Bacias hidrográficas do Paraná, com destaque para a Bacia Hidrográfica Paraná III (Paraná 3).

O mapeamento e vetorização da hidrografia da BHP III na escala 1:5.000 foi condição básica e fundamental para a execução do Projeto PronaSolos PR, que tem como objetivo realizar levantamentos de solos e vegetação protetiva de rios e nascentes no oeste do estado do Paraná. Em função do nível de detalhe exigido, sobretudo para interpretação da vegetação protetiva, a utilização dos mapas de hidrografia pré-existent não seria possível. A fim de produzir uma base de dados mais detalhada e, portanto, consistente para a bacia hidrográfica, foi gerado um novo mapa de hidrografia na escala 1:5.000.

Em consulta às bases oficiais do Estado, foram encontrados mapas hidrográficos do Instituto das Águas do Paraná e do Instituto de Terras, Cartografia e Geologia do Paraná, elaborados para toda a extensão territorial do Estado. No entanto, suas escalas não ofereciam os detalhes compatíveis à escala de trabalho do PronaSolos PR, sobretudo para as pesquisas em vegetação protetiva de rios, as quais consideram, entre outros elementos, os diferentes níveis de hierarquia fluvial, bem como elevada precisão das nascentes localizadas nas cabeceiras de rios.

Com este mapa hidrográfico objetiva-se fornecer uma base de dados robusta, com alto nível de detalhe da Bacia Hidrográfica Paraná III, capaz de subsidiar outras pesquisas, além de colaborar efetivamente para a construção de políticas públicas, com vistas ao desenvolvimento sustentável da região.

Caracterização geral da Bacia Hidrográfica Paraná III

Clima

A BHP III apresenta domínio do clima subtropical úmido, controlado pelas massas de ar que se originam em zonas tropicais – Massa Tropical Atlântica e Continental – e em zonas polares, como a Massa Polar Atlântica, podendo ser influenciada pela Massa Equatorial Continental, no período do verão (Mendonça; Danni-Oliveira, 2007).

Segundo Cunha (2018), de acordo com a classificação de Köppen, o clima predominante na BHP III é o Cfa, mas com variações significativas no comportamento dos principais elementos climáticos (pluviosidade e temperatura). O tipo climático Cfa correspondente ao clima temperado chuvoso, moderadamente quente e sem estações secas, com temperatura média de 22 °C no verão e 18 °C no inverno. Hornes e Rodrigues (2018) afirmam que, nas áreas de maiores altitudes, próximo à cidade de Cascavel, o clima sofre uma transição para o Cfb, clima com verão ameno, com chuvas uniformemente distribuídas e sem estação seca, com temperatura média anual de 22 °C, características relacionadas com a vegetação presente nestes locais.

De acordo com as cartas climáticas do Estado, a média de precipitação anual na bacia encontra-se entre 1.600 mm a 2.000 mm, com taxas médias de evapotranspiração anual entre 1.000 mm a 1.200 mm (Caviglione et al., 2000).

Geologia

As paisagens da BHP III fazem parte da Província Magmática do Paraná, assim nominada por Marques e Ernesto (2004), edificadas às expensas, sobretudo, de derrames basálticos e secundariamente por efusivas ácidas, com pequena expressão de vulcânicas intermediárias. Estas rochas eruptivas, de disposição acamada, pertencem à Formação Serra Geral do Grupo São Bento (Mineropar, 2006) (Figura 3).

Além das rochas eruptivas da Formação Serra Geral, verifica-se a presença de rochas sedimentares da Formação Caiuá no extremo norte da BHP III (proximidade das cidades de Terra Roxa e Guaíra), além dos sedimentos holocênicos que formam as planícies fluviais.

Dentre as rochas eruptivas encontradas, predominam os basaltos de idade juro-cretáceo (Mineropar, 2006), dos quais derivam solos de alta à média fertilidade natural (Embrapa, 1984). O capeamento arenítico existente na bacia corresponde à Formação Caiuá, constituída por depósitos de origem eólico/fluvial, apresenta amplo predomínio de arenitos finos a médios de cores arroxeadas (Mineropar, 2006).

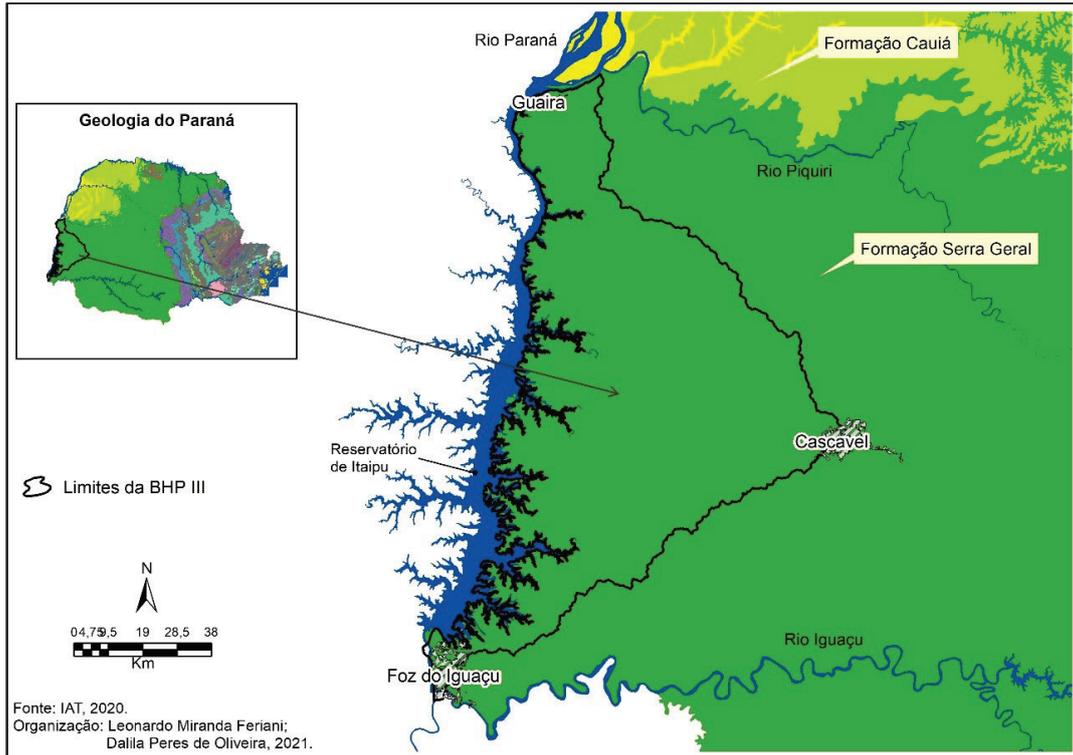


Figura 3. Composição geológica da Bacia Hidrográfica Paraná III (BHP III) – Formações Serra Geral e Caiuá.

Geomorfologia

A BHP III possui dimensão territorial de 7.910,1 km² e encontra-se inserida no Terceiro Planalto Paranaense (Figura 4).

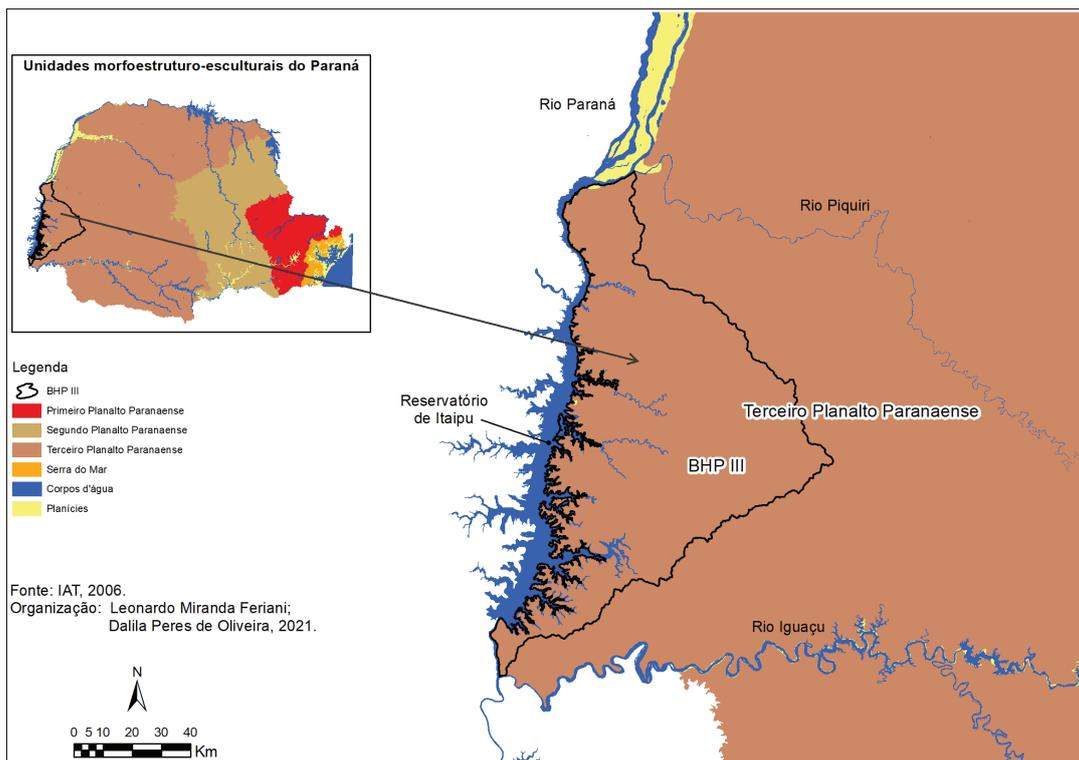


Figura 4. Localização da Bacia Hidrográfica Paraná III (BHP III) no Terceiro Planalto Paranaense.

A bacia é constituída por cinco planaltos (Figura 5) ou subunidades morfoesculturais, neste trabalho nominados por Subplanaltos Cascavel, São Francisco, Campo Mourão, Umuarama e Foz do Iguaçu (Mineropar, 2006).

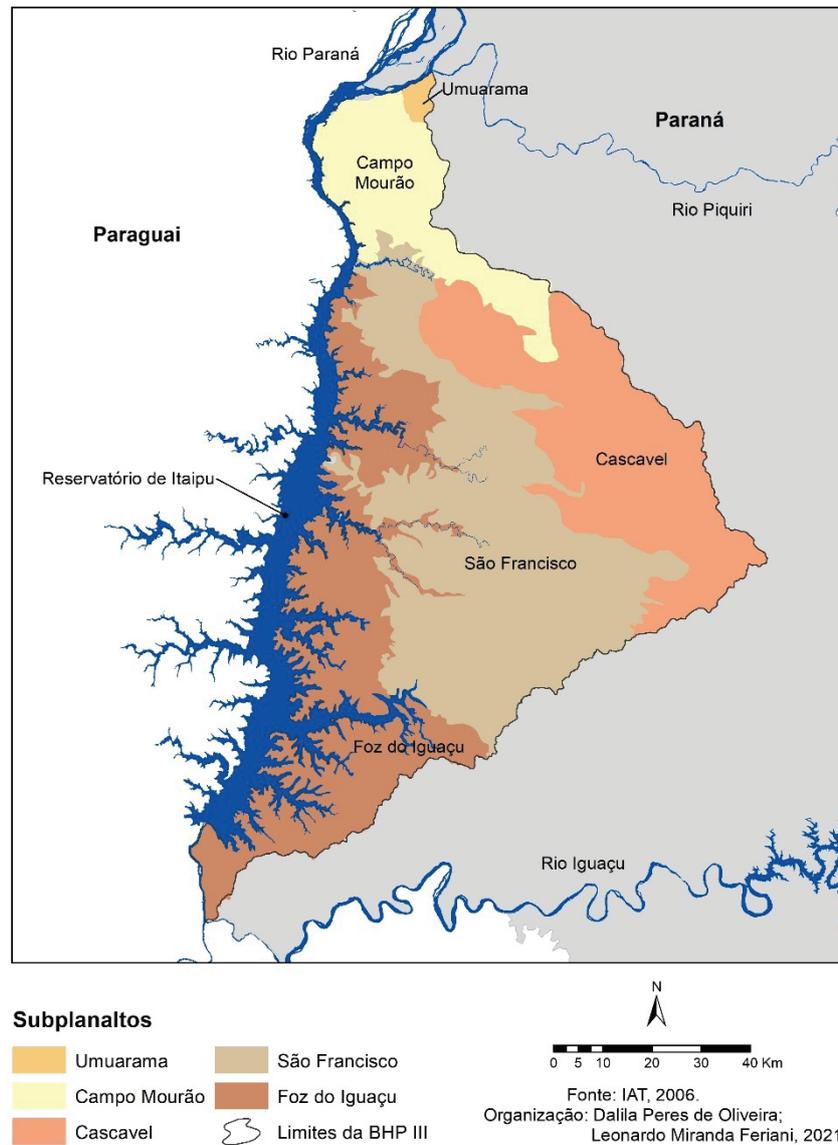


Figura 5. Distribuição dos subplanaltos na Bacia Hidrográfica Paraná III (BHP III).

Conforme pode ser visto na Tabela 1, o Subplanalto Umuarama é o que possui a menor área e o São Francisco a maior área na BHP III.

Tabela 1. Subplanaltos da Bacia Hidrográfica Paraná III (BHP III) e respectivas extensões territoriais.

Subplanaltos	Área total (km ²)	Área na BHP III (km ²)	Área na BHP III (%)
São Francisco	3067	2911,3	94,9
Foz do Iguaçu	3859	2121,0	55,0
Cascavel	6355	1813,9	28,5
Campo Mourão	11332	881,9	7,8
Umuarama	15362	42,8	0,3

Segundo Mineropar (2006), o Subplanalto Umuarama caracteriza-se por possuir relevos com média dissecação, apresentando topos alongados e aplainados com vertentes convexas, vales em V e altitude média de 450 m, muito semelhante ao Subplanalto Cascavel, diferenciando-se apenas quanto à altitude média deste, que é 580 m. Também se assemelha a estes o Subplanalto São Francisco, com média dissecação, topos alongados, vertentes convexas, vales em V e altitude média de 460 m. O Subplanalto Foz do Iguaçu diferencia-se mais destes últimos, pois apresenta baixo grau de dissecação, com topos aplainados e vertentes convexas, vales em V aberto e altitude média de 330 m e o Subplanalto Campo Mourão apresenta baixa dissecação do relevo, com topos aplainados, vertentes retilíneas e côncavas na base, vales em calha e altitude média de 530 m.

Solos

Em função da maior base litológica da BHP III ser formada de rochas eruptivas, registram-se solos com textura argilosa a muito argilosa, não sendo raro a existência do caráter eutrófico - alta a média saturação por bases (Embrapa, 1984).

De acordo com o grau de dissecação das paisagens que constituem os subplanaltos da BHP III, há forte variação quanto à profundidade dos solos e à presença de frações grosseiras (cascalho, calhau e matacão). Assim, em áreas onde predominam relevos mais suaves, tem-se a hegemonia dos Latossolos e Nitossolos, ambos profundos e de coloração avermelhada, com ascendência distrófica à eutrófica (baixa a alta saturação por bases) e textura muito argilosa, características que conferem maior potencialidade de uso.

Em paisagens com alto grau de dissecação, muito presentes no Subplanalto São Francisco, há o predomínio de solos adelgaçados, eutróficos, com matriz argilosa à média entremeada por cascalho, pedregosidade e até rochiosidade. Nesse grupo prevalecem os Neossolos Regolíticos e Litólicos, conferindo sérias restrições à implantação de sistemas de produção mecanizados.

No extremo norte da bacia, como decorrência do capeamento arenítico – Arenito Caiuá - existem mudanças importantes nas características dos solos, sobretudo textura e saturação por bases, fatores que determinam a redução no potencial de uso. Os Latossolos Vermelhos e Argissolos Vermelhos e Vermelho-Amarelos sobressaem nessas paisagens. Embora ocupem relevos que favoreçam os sistemas produtivos, os elevados teores da fração areia determinam elevada predisposição à erosão (Embrapa, 1984). Ademais, os baixos níveis de saturação por bases criam forte dependência de práticas de calagem e adubação, para a garantia de produtividades satisfatórias.

Nas planícies, em razão das frequentes inundações, baixas permeabilidades dos solos, assim como pela cíclica ascendência e descendência do lençol freático, verifica-se um mosaico de alta complexidade no regime de hidromorfia dos solos (Curcio, 2006).

Dentre os volumes minerais hidromórficos, sobressaem os Gleissolos (Melânicos e Háplicos), Plintossolos e Neossolos Flúvicos gleissólicos. Por outro lado, no grupo de solos semi-hidromórficos e não hidromórficos prevalecem, respectivamente, os Cambissolos flúvicos gleissólicos e Cambissolos flúvicos típicos. Nas áreas com caudais fluviais de baixa energia prevalecem os Organossolos, responsáveis por altas taxas de imobilização de carbono (Oliveira, 2001) e de retenção hídrica (Curcio, 2006), além de serem considerados fontes excepcionais para a retenção de gases efeito estufa (Rachwal et al., 2014).

Vegetação

A vegetação original do estado do Paraná é predominantemente florestal, com 83% de sua superfície coberta por essa formação (Roderjan et al., 2002). Para a região oeste desse estado, onde se localiza a BHP III, os autores apontam a existência de duas unidades fitogeográficas, Floresta Estacional Semidecidual e Floresta Ombrófila Mista (FOM), incluindo a região ecotonal, representada pela transição entre ambas.

A FOM é a que ocupa menor área na BHP III e, segundo Maack (1981), o menor patamar altimétrico para a sua distribuição é de 500 m, sendo que, nas altitudes menores, a araucária ocorre somente nas linhas de escoamento do ar frio. Além de *Araucaria angustifolia*, a fisionomia da FOM apresenta grande número de espécies de Lauraceae como *Ocotea porosa*, *Nectandra* spp. e outras como *Podocarpus lambertii*, *Ilex paraguariensis*, *Luehea divaricata* e *Cedrela fissilis* (IBGE, 2012).

A Floresta Estacional Semidecidual (FES) tem como principal característica a semidecidualidade de 20% a 80% das árvores do dossel da floresta, o que resulta em mudança da fisionomia na estação do ano, quando ocorrem as menores precipitações pluviométricas (Roderjan et al., 2002).

Na atualidade, as formações florestais da BHP III encontram-se muito reduzidas. O desmatamento, que começou no início do século XX (Maccari, 1999), intensificou-se com a expansão agrícola e modernização da agricultura (Gubert Filho, 2010), com ampla e severa devastação da vegetação nativa. Existem remanescentes empobrecidos apenas nas áreas de preservação permanente (APPs) que compõem as bordas de nascentes e rios, nas áreas de reserva legal (RL) das propriedades e nas unidades de conservação (UCs), como o Parque Nacional de Foz do Iguaçu.

Processo de ocupação do oeste paranaense

O oeste paranaense foi a última região do estado a ser colonizada. Até o final do século XIX, empresas de capital estrangeiro exploravam a madeira e a erva-mate, em extensas áreas pertencentes a poucos latifundiários (Guil, 2018). Preocupado com a ocupação majoritariamente estrangeira, o governo brasileiro fundou a colônia militar de Foz do Iguaçu em 1889, para impulsionar a fixação de brasileiros e estimular a produção de gêneros alimentícios (Bem, 2018). De acordo com este autor, a partir da década de 1940, houve a aceleração no processo de ocupação da região, movimento conhecido como “marcha para o oeste”, objetivando ocupar áreas fronteiriças do interior brasileiro, nacionalizar empresas estrangeiras e promover a industrialização.

Neste contexto, empresas de capital estrangeiro deram lugar a companhias colonizadoras nacionais, responsáveis por comercializar as terras da região, efetivando a ocupação do oeste paranaense, sobretudo, por migrantes vindos do Rio Grande do Sul (Bem, 2018). Dessa forma, foi intensificada a colonização alicerçada em pequenas propriedades vocacionadas à produção de alimentos, notadamente, suínos, milho, feijão, entre outros (Bragagnolo et al., 1997).

Na década de 1970, o Brasil iniciou o processo de modernização da agricultura, caracterizado pelo incentivo à produção de *commodities*, crédito aos produtores com subsídio estatal e formação de complexos agroindustriais, resultando em intenso êxodo rural (Delgado, 2010). Neste cenário, cooperativas como C-Vale, Lar, Coopavel e outras surgiram dando estímulo ao setor agropecuário. Dessa forma, a Mesorregião Oeste paranaense intensifica o cultivo dos binômios soja-trigo e soja-milho, tornando-se, atualmente, a maior produtora de milho, leite, aves e suínos do estado do Paraná (Bem, 2018).

O mapa de uso e cobertura do solo da BHP III (Figura 6) reflete os dados do Censo Agropecuário de 2006 e expressa a relevância da atividade agrícola na região, com predomínio das lavouras temporárias (47,81%), especialmente na província convexada, entre os municípios Cascavel, Toledo e Guaíra. Segundo Curcio et al. (2011), a província convexada caracteriza-se pela presença de paisagens com baixo grau de dissecação, sendo formada por topos de grandes dimensões, em relevo plano à suave ondulado, e encostas longas, com predomínio de relevos suave ondulado e ondulado, e ampla distribuição de solos profundos de textura argilosa e muito argilosa.

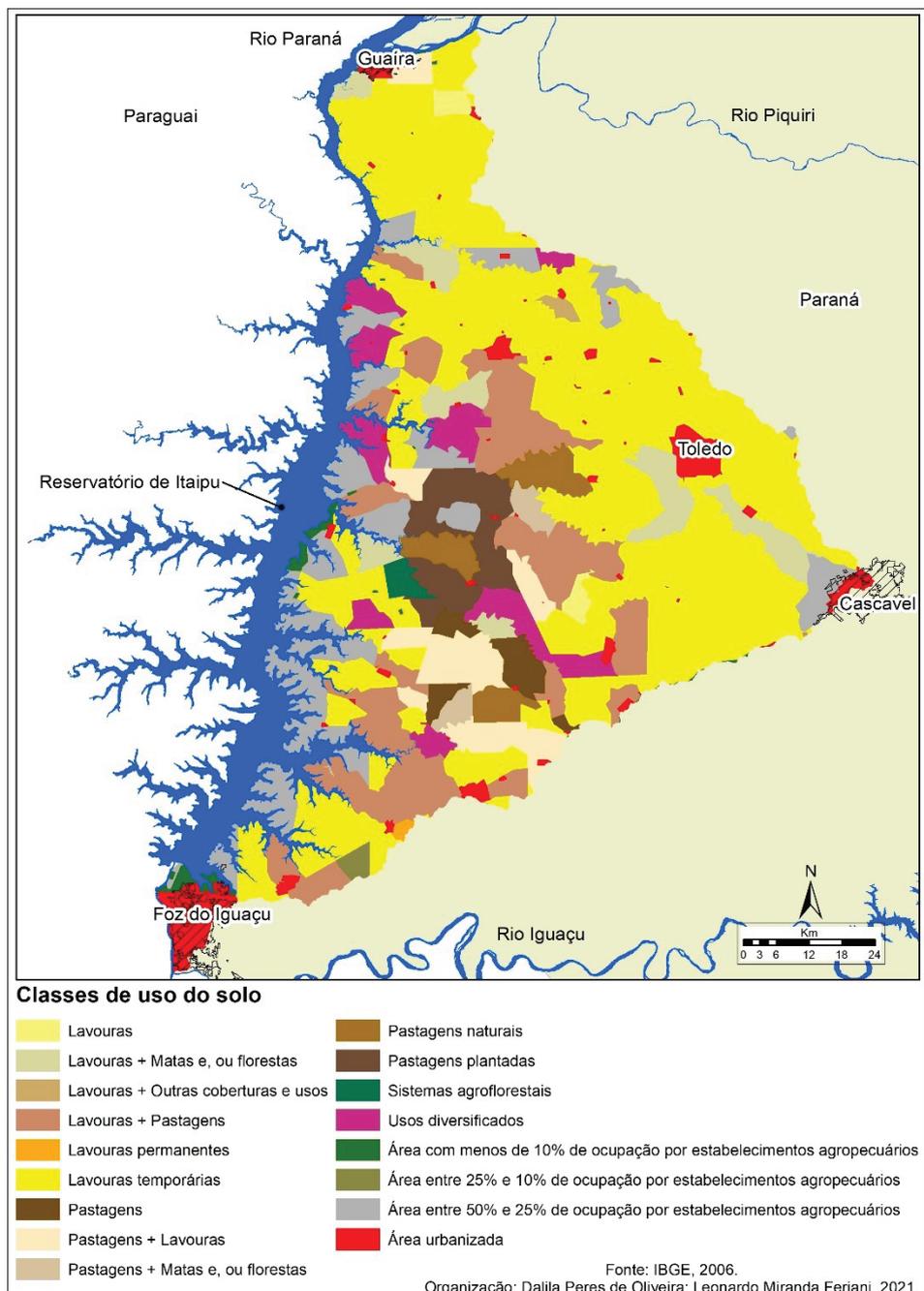


Figura 6. Uso e cobertura do solo da Bacia Hidrográfica Paraná III (BHP III).

A construção da usina hidrelétrica de Itaipu, cujas obras começaram na década de 1970 e inaugurada em 1984, dinamizou o processo de desenvolvimento da área. Ao longo dos dez anos de construção, estima-se que 40 mil trabalhadores passaram pela região; a população de Foz do Iguaçu aumentou cinco vezes, passando de cerca de 20 mil para mais de 100 mil habitantes (Ipea, 2010), transformando demográfica, econômica e socialmente toda a região.

Metodologia

O processo de vetorização da rede de drenagem da BHP III começou pela análise e interpretação de imagens de satélite. A imagem utilizada, com resolução espacial de 1 m, foi o BaseMap, World Imagery, proveniente da DigitalGlobe® e disponibilizado pela ESRI®.

O ArcMap® versão 10.7.1, um dos componentes do software de geoprocessamento ArcGIS®, foi utilizado para o processamento das imagens e vetorização da base hidrográfica da BHP III. Os produtos cartográficos foram gerados como *Shapefile*, um formato de arquivo desenvolvido pela ESRI, mantenedora do ArcGIS®.

A interpretação das imagens e respectiva rede de drenagem ocorreram na escala de 1:5.000, com o objetivo de identificar nascentes e cursos d'água com fluxo perene, ou seja, rios que possuem vazões continuadas, mesmo em períodos de estiagem, os quais representam a maior parte de toda a rede de drenagem. A técnica de confronto de imagens em épocas distintas foi uma das estratégias adotadas para auxiliar a diferenciação de tipos de canais de drenagem e ocorreu por meio do Google Earth®, empregando distintos intervalos de tempo e diferentes estações do ano.

A presença ou não de cobertura vegetal no entorno dos cursos d'água também foi usada como elemento indicativo de hidrografia perene, porém, em função da distribuição irregular, nem sempre foi conveniente para realizar a distinção. Esse elemento, associado ao recurso de visualização tridimensional - 3D oferecido pelo programa Google Earth®, contribuiu para a identificação dos canais fluviais perenes. Um último recurso adotado para a definição de cursos fluviais perenes foram as curvas de nível (isocotas) associadas ao tratamento por sombreamento das imagens, técnicas conhecidas como *hillshade* – que auxiliaram a percepção de alterações de altitude e incisões fluviais, contribuindo para diferenciação de linhas de drenagem, mesmo em áreas com vegetação florestal mais densa. Todavia, deve-se considerar o potencial de distorção extra proporcionado pela altura da floresta nas bordas dos capões, principalmente quando se tem essas cotas com distribuição altimétrica de alta precisão (5 m), tal como ocorre no PronaSolos PR.

Os planaltos paranaenses foram consultados no arquivo, em formato *Shapefile*, disponível no Instituto Água e Terra (IAT) (antigo Instituto de Terras, Cartografia e Geologia do Paraná - ITCG), onde são nominadas subunidades morfoesculturais. A BHP III abrange cinco destes planaltos (Figura 5). Todavia, neste trabalho optou-se por chamá-los de subplanaltos, pela razão de que estes, em outro nível de grandeza, constituem o grande Terceiro Planalto Paranaense.

A metodologia utilizada para a definição da hierarquia fluvial é a proposta por Strahler (1952), onde os rios menores, sem tributários, são considerados de primeira ordem, os de segunda ordem nascem da junção de dois canais de primeira ordem, e os de terceira surgem da confluência de dois rios de segunda ordem e, assim, sucessivamente.

A densidade de drenagem (Dd), calculada com base em Horton (1945), expressa a relação entre o comprimento total dos rios - efêmeros, intermitentes ou perenes – da bacia hidrográfica ou recorte espacial específico e sua área total, conforme a Equação 1 (Christofoletti, 1980):

$$Dd = \sum L/A \quad \text{Equação 1}$$

Sendo: $\sum L$ = comprimento linear; A = área.

Horton (1945) classifica a “Dd” da seguinte forma: pobre (Dd 0,5 km km⁻²), regular (0,5 Dd 1,5 km km⁻²), boa (1,5 Dd 2,5 km km⁻²), muito boa (2,5 Dd 3,5 km km⁻²) e excepcionalmente bem drenada (Dd 3,5 km km⁻²). A densidade de drenagem pode revelar a disponibilidade de água, a capacidade de infiltração de água no solo, a presença ou ausência de cobertura vegetal e o nível de resistência do substrato rochoso de determinada área, de modo a indicar a atuação e intensidade dos processos erosivos que aí se desenvolvem (Manoel, 2016).

A densidade de rios (F) foi calculada segundo proposta de Christofolletti (1980), na qual pode-se mensurar a capacidade de uma bacia produzir maior ou menor quantidade de água, a partir da Equação 2:

$$F = Ni/A \quad \text{Equação 2}$$

Sendo: Ni = número de cursos d’água; A = área da bacia hidrográfica em km²

Por fim, foram identificados os tipos predominantes dos padrões de drenagem presentes na bacia, por subplanalto, mediante análise dos critérios geométricos e genéticos identificados na base hidrográfica, a partir do que propõe Christofolletti (1980): drenagem dendrítica, em treliça, retangular, paralela, radial, anelar e desarranjada ou irregular.

Os cálculos da densidade de drenagem, hierarquização dos canais fluviais e densidade de rios foram feitos para cada um dos cinco subplanaltos presentes na BHP III.

Assim, após as etapas acima descritas, foi gerado um arquivo em formato *shapefile* da rede de drenagem da BHP III, na escala 1:5.000.

Resultados e discussão

A BHP III possui uma densa rede de drenagem (Figura 7 e Tabela 2), compatível com a textura predominantemente argilosa a muito argilosa dos solos (Suguio; Bigarella, 1979). Localizada à montante da barragem de Itaipu, toda a rede de drenagem da mencionada bacia deságua no rio Paraná, o qual possui como principais afluentes da margem esquerda o Arroio Guaçu e o rio São Francisco, provenientes do Subplanalto Cascavel, o rio São Francisco Falso Braço Norte e o São Francisco Falso Braço Sul, os dois principais rios do Subplanalto São Francisco, além do Córrego Ocoí, de menor extensão, que se desenvolve a partir do limite entre os Subplanaltos São Francisco e Foz do Iguaçu. O rio São Francisco Falso Braço Norte nasce no Subplanalto Cascavel, drenando o Subplanalto São Francisco antes de desaguar no reservatório.

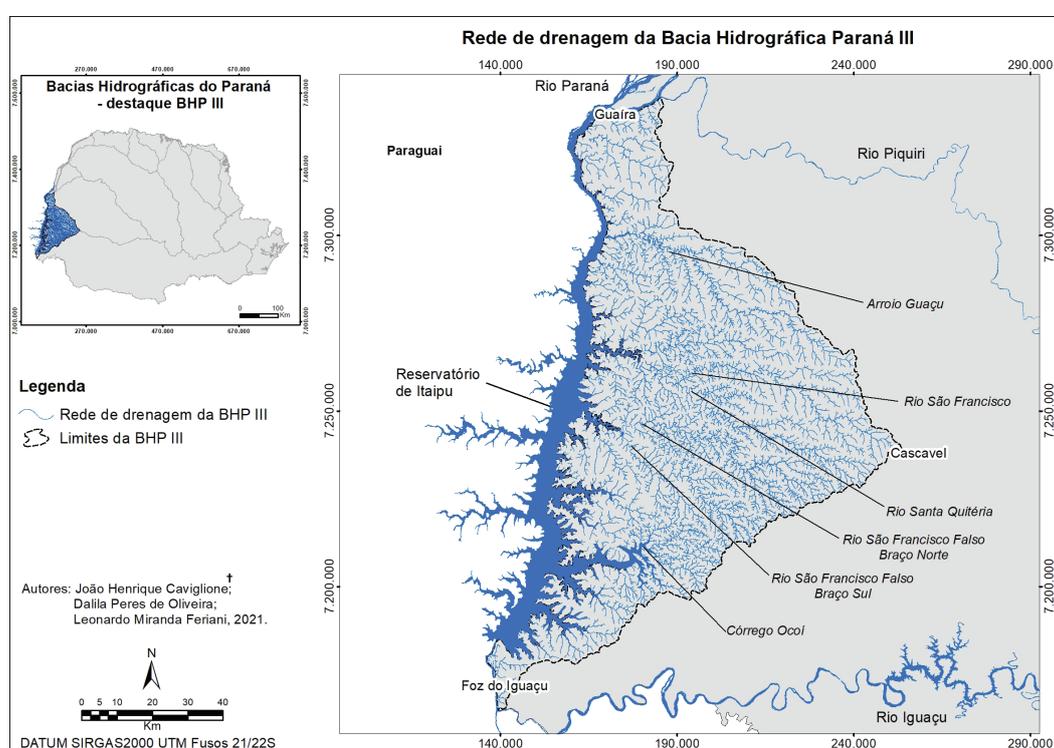


Figura 7. Mapa da rede de drenagem da Bacia Hidrográfica Paraná III (BHP III).

Tabela 2. Área, número e densidade de rios da Bacia Hidrográfica Paraná III (BHP III).

BHP III	Área (km ²)	Número de rios	Densidade de rios (rios/km ²)	Densidade de drenagem (km/km ²)
	7.944,5	4.809	0,605	0,8

O modelo digital de elevação (MDE) da BHP III, em escala de cinza (Figura 8), permite a visualização da distribuição dos principais rios que drenam a bacia, da nascente até desaguiarem no reservatório de Itaipu, bem como permite identificar seus divisores de água, de cores mais claras. A sudeste, observa-se a Bacia Hidrográfica Iguaçu e a nordeste a Bacia Hidrográfica Piquiri.

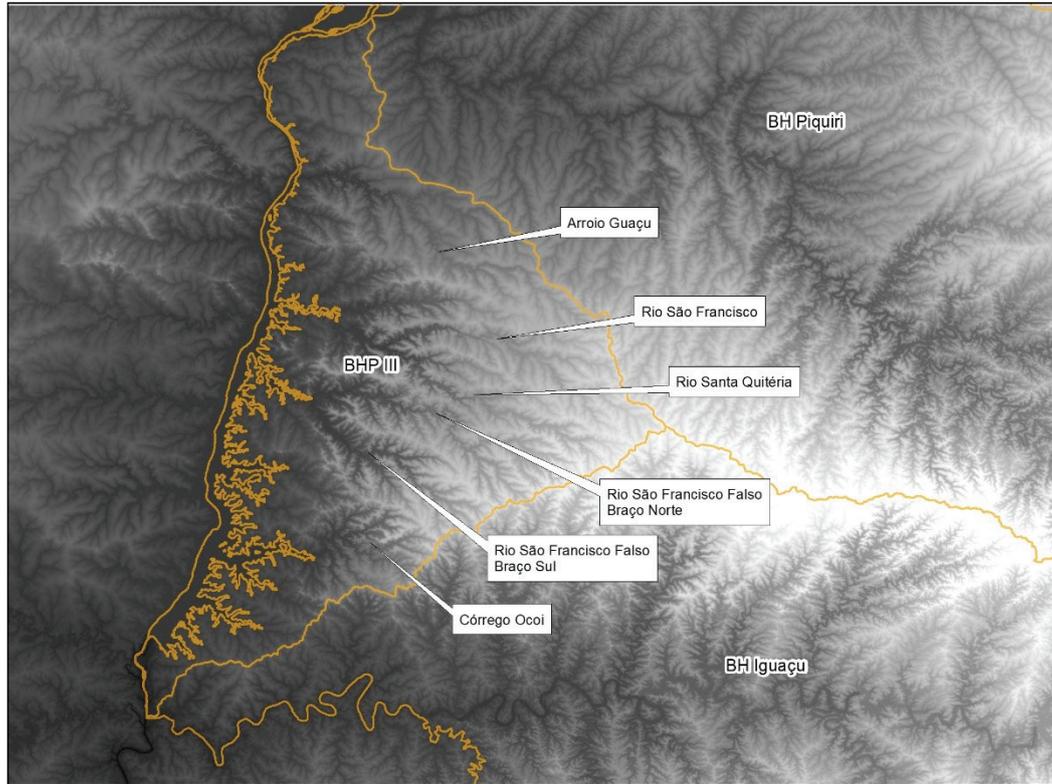


Figura 8. Modelo digital de elevação destacando os rios principais e divisores de água da BHP III (BHP III).

Os rios principais da BHP III são classificados como consequentes (Plano..., 2014), ou seja, fluem no mesmo sentido das camadas geológicas, acompanhando a declividade natural do terreno (Suguio; Bigarella, 1979). Destaca-se a predominância do padrão de drenagem dendrítico em todos os subplanaltos, conforme pode ser observado na Figura 9. Segundo os mesmos autores, o padrão dendrítico, também chamado arborescente, tem uma configuração espacial semelhante a uma árvore, em que o rio principal corresponde ao tronco, enquanto os tributários configuram-se como os galhos (Christofolletti, 1980).

Nos rios principais (São Francisco, Guaçu, Santa Quitéria, São Francisco Falso Braços Norte e Sul) identifica-se o padrão dendrítico, por vezes com forte angulação dos flúvios – cotovelos (Figura 10), devido, em alguns locais, a condicionantes geológicas - falhas e fraturas (Suguio; Bigarella, 1979), constituindo um padrão fluvial encaixado. Todos os segmentos dos rios apresentados na Figura 10 estão enquadrados no quarto nível hierárquico (Strahler, 1952).

As densidades de drenagem podem variar de acordo com as características dos solos, tais como profundidade e textura, além das fortes variações de relevo, todos fatores que interferem na densidade de drenagem. Demattê e Demétrio (1998) estudaram a relação entre a densidade de drenagem e diferentes classes de solos em quatro regiões do estado do Paraná. Concluíram que rochas eruptivas básicas, como o basalto, predominante na BHP III, apresentam menor resistência ao intemperismo e menor controle estrutural, se comparadas com rochas eruptivas ácidas, tal como o riolito, presente no Membro Nova Prata da Formação Serra Geral.

Em outro estudo realizado no estado do Paraná - Bacia Hidrográfica do rio Taquara - tributário do rio Tibagi, localizado no Norte do estado, sob a mesma condição geológica da Bacia Hidrográfica Paraná III, Stipp et al. (2010) classificaram a densidade de drenagem (Dd) como regular, com $0,9 \text{ km km}^{-2}$ (Horton, 1945), mesma categoria em que se enquadra a densidade de drenagem da BHP III neste

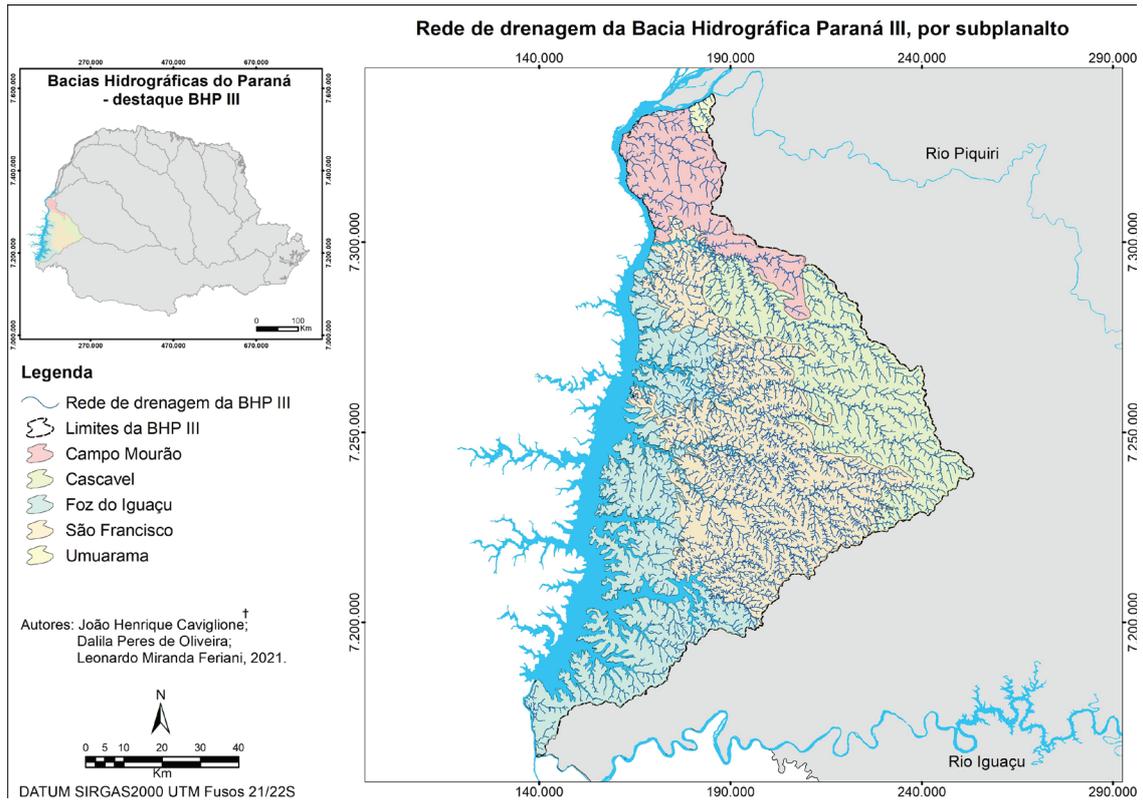


Figura 9. Distribuição da rede de drenagem da Bacia Hidrográfica Paraná III (BHP III) nos respectivos subplanaltos.

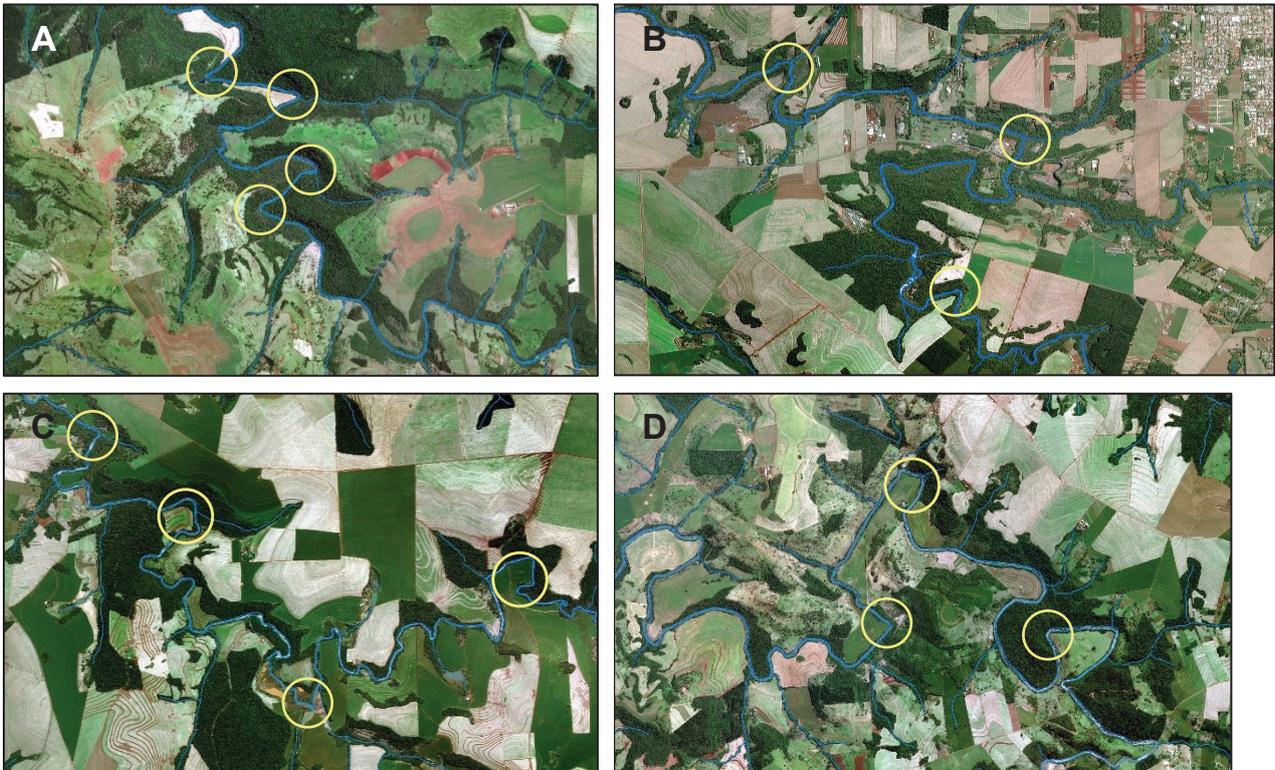


Figura 10. Exemplos de mudanças bruscas no sentido do canal fluvial (cotovelos), nos principais rios da Bacia Hidrográfica Paraná III (BHP III). (A) São Francisco Falso Braço Sul; (B) São Francisco; (C) Santa Quitéria; (D) São Francisco Falso Braço Norte.

trabalho - 0,8 km km⁻² (Horton, 1945). A densidade de rios de 0,733 rios km⁻² (Christofoletti, 1980) é ligeiramente superior à densidade de rios da BHP III (0,605 rios km⁻²). Geologicamente semelhantes, a bacia estudada por Stipp et al. (2010) tem relevo predominantemente ondulado, na qual predominam Nitossolos e Latossolos Vermelhos e Neossolos Litólicos.

Em solos mais desenvolvidos e intemperizados, como os Latossolos, há maior infiltração da água, o que incorre na formação de menor número de canais de drenagem, resultando em menor densidade de drenagem (Demattê; Demétrio, 1998). Coerente com os resultados encontrados por estes autores, esta condição também foi verificada neste trabalho, nos Subplanaltos Cascavel, Foz do Iguaçu, Campo Mourão e Umuarama (Tabela 3), nos quais identificam-se províncias convexadas com ampla distribuição de solos profundos.

Tabela 3. Área, número e densidade de rios e de drenagem nos subplanaltos da Bacia Hidrográfica Paraná III (BHP III).

Subplanaltos	Área (km ²)	Número de rios	Densidade de rios (F) (rios km ⁻²)	Densidade de drenagem (Dd) (km km ⁻²)
São Francisco	2911,3	3275	1,1	1,1
Cascavel	1813,9	1097	0,6	0,8
Umuarama	42,8	32	0,7	0,8
Foz do Iguaçu	2121,0	1143	0,5	0,6
Campo Mourão	881,9	364	0,4	0,6

Em solos provenientes de rochas sedimentares, como o arenito, espera-se uma menor densidade de drenagem, como aquela que foi identificada no estudo de Manoel (2016). O autor calculou este índice em duas bacias hidrográficas, onde predominam os Argissolos com textura arenosa/média e os Latossolos com textura média provenientes dos arenitos da Formação Adamantina, Grupo Bauru. Assim, as bacias hidrográficas dos rios Aguapeí e Peixe (oeste do estado de São Paulo) apresentaram densidade de drenagem média de 0,4 km km⁻², pobre, de acordo com a classificação de Horton (1945). O autor concluiu que, devido à baixa resistência do substrato rochoso, com solos porosos e facilmente permeáveis, houve maior infiltração de água, determinando menor número de canais de drenagem, diminuindo a densidade de drenagem da área (Manoel, 2016).

Situação diferente ocorre no Subplanalto São Francisco, assentado sobre a província patamarizada (Curcio et al., 2011), composta por solos rasos e pedregosos, os quais implicam em menor infiltração e maior deflúvio e, conseqüentemente, a manifestação de mais canais de drenagem, aumentando a densidade de drenagem (Tabela 3). Demattê e Demétrio (1998) ressaltam que a densidade de drenagem serve como indicativo de intemperismo dos solos, desde que resultem de um mesmo substrato rochoso. Assim, a densidade de drenagem manifesta o comportamento hidrológico nos diferentes ambientes (tipos de rocha, feições geomórficas, tipos de solos) e tem relação inversamente proporcional ao tamanho dos cursos d'água, pois, à medida que o valor numérico da densidade de drenagem aumenta, o tamanho dos cursos d'água diminui (Christofoletti, 1980).

Quando analisadas as declividades nas paisagens da BHP III (Figura 11) identificam-se as áreas mais declivosas na porção central da bacia, padrão coincidente com a província patamarizada no Subplanalto São Francisco. As maiores declividades margeiam os vales dos rios São Francisco, Santa Quitéria e São Francisco Falso Braços Norte e Sul. Por outro lado, as menores declividades podem ser observadas nos Subplanaltos Foz do Iguaçu, região em que se situa a foz dos principais rios da BHP III, no Subplanalto Campo Mourão, divisa com a Bacia Hidrográfica Piquiri.

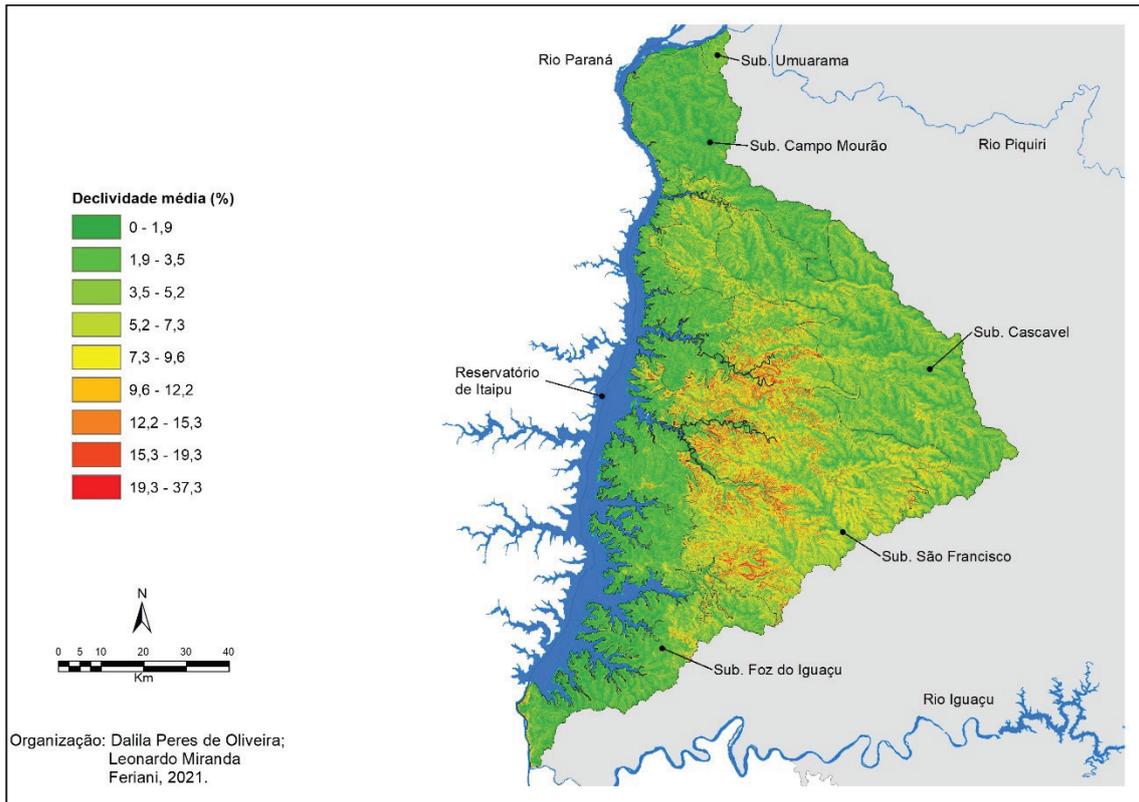


Figura 11. Declividades nas paisagens da Bacia Hidrográfica Paraná III (BHP III).

Na BHP III, as maiores altitudes, até 764 m, ocorrem na porção oeste da bacia (Figura 12) e diminuem à medida que se aproxima o lago de Itaipu, revelando o padrão de erosão sentido oeste/leste da bacia. As maiores altitudes ocorrem no Subplanalto Cascavel e as menores no Subplanalto Foz do Iguaçu, ambas províncias convexadas. Pode-se afirmar que os processos erosivos são mais ativos nos Subplanalto São Francisco, legitimado pelos padrões de declividade na Figura 11 e menos intensos no Subplanalto Foz do Iguaçu, fato que também corrobora o sentido erosivo na direção oeste-leste.

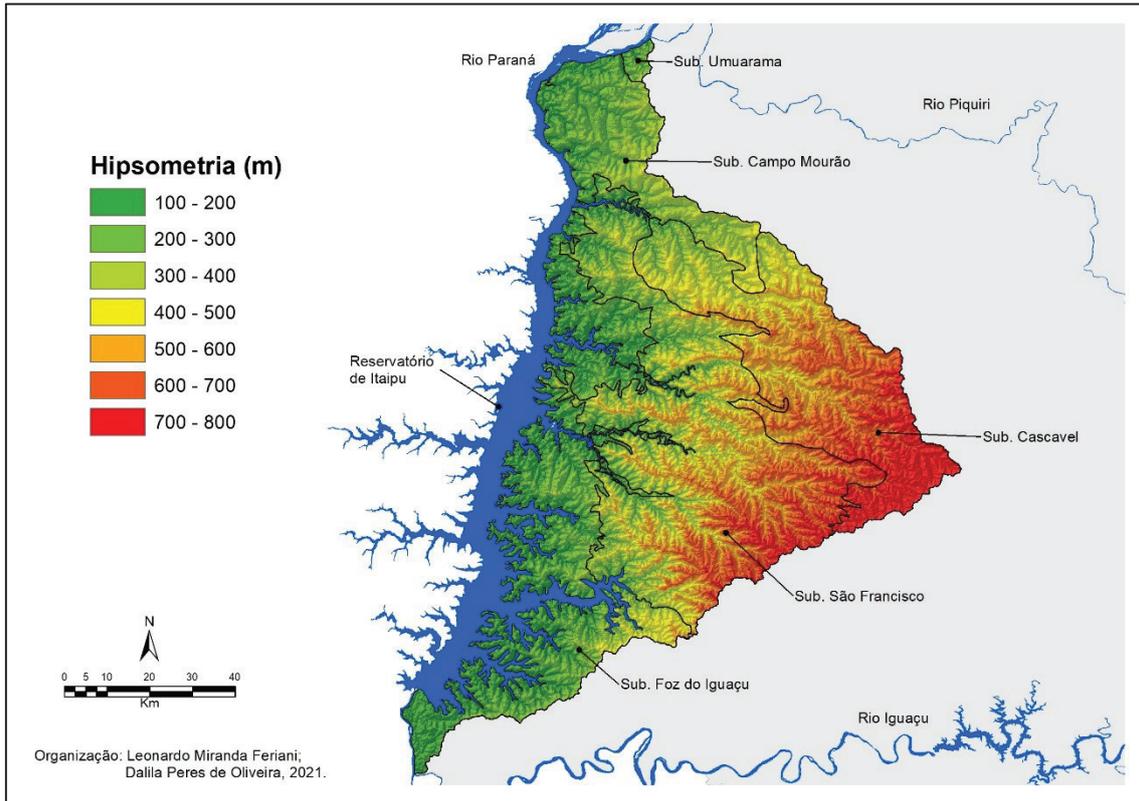


Figura 12. Hipsometria da Bacia Hidrográfica Paraná III (BHP III).

Subplanalto Cascavel

Na porção leste da BHP III encontra-se o Subplanalto Cascavel, com uma área aproximada de 1,814 km² (Tabela 3), valor correspondente a 28,5% da área total da bacia. Neste subplanalto há a predominância da província geomorfológica convexada (rampas constituídas por relevos suaves em forma predominantemente convexa), a qual vem sendo reafeiçoada por extensa rede de drenagem pertencente, predominantemente, a dois domínios hidrológicos: sub-bacias hidrográficas do rio São Francisco e do Arroio Guaçu (Figura 13).

A maioria dos rios do subplanalto limitam-se aos primeiros níveis hierárquicos e poucos alcançam o quarto nível, diferente do Subplanalto São Francisco, onde atingem o sexto nível (Tabela 4).

A densidade de drenagem (0,8 km km⁻²), assim como a densidade de rios (0,6 rios km⁻²) no Subplanalto Cascavel (Tabela 3), podem ser consideradas medianas em relação aos demais. Em grande parte deste subplanalto, a rede fluvial é perene, principalmente nas porções onde predomina a província convexada, em detrimento da província patamarizada. Isto pode ser justificado pelos elevados volumes de chuva na bacia, sendo essa a região com clima Cfb, de maiores altitudes, clima ameno e chuvas uniformes, assim como a sua transição para o clima Cfa. Deve-se, ainda, associar o fato de que, na província convexada, há predominância de Latossolo Vermelho, solo profundo e muito argiloso, o que possibilita a transferência de grandes volumes de fluxos hídricos subsuperficiais para recarga do aquífero livre.

Devido ao remonte erosivo proporcionado pelo rio Paraná, nível de base regional, o direcionamento predominante da rede de drenagem dendrítico do subplanalto é sudeste/noroeste (Figura 13), enquanto a orientação de alguns tributários é de leste/oeste, ambas orientações devido à influência de lineamentos geológicos.

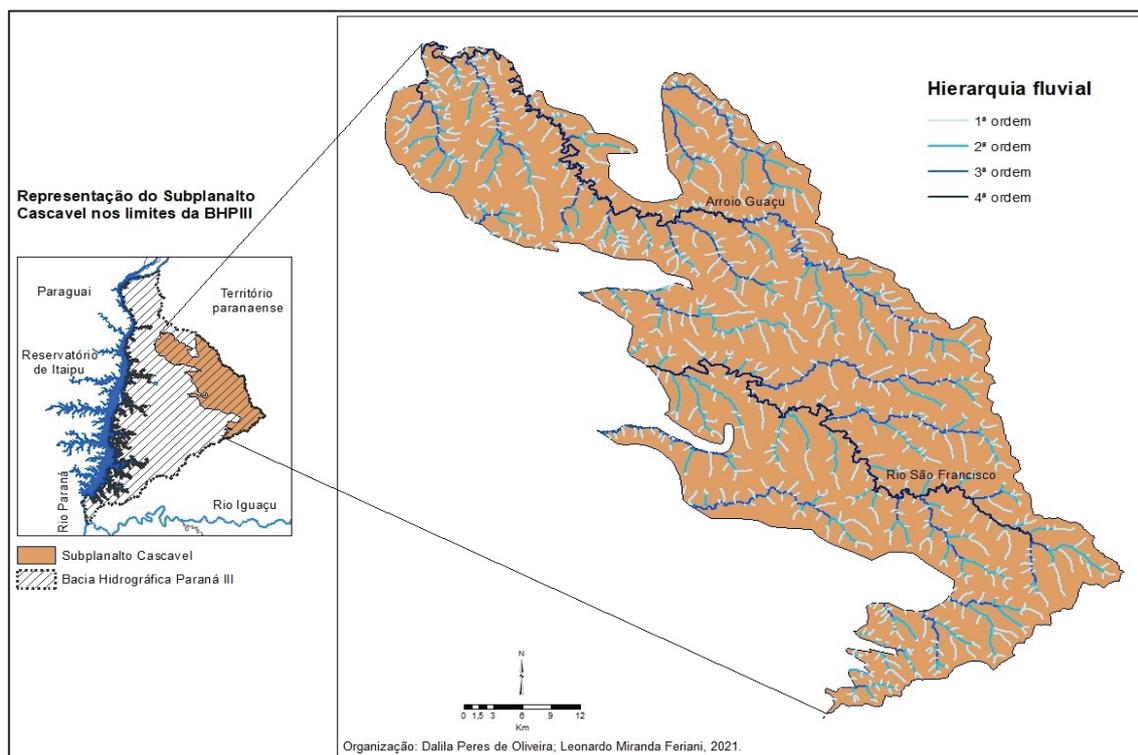


Figura 13. Hierarquia fluvial no Subplanalto Cascavel, nos limites da Bacia Hidrográfica Paraná III (BHP III).

Tabela 4. Hierarquia fluvial do Subplanalto Cascavel e respectivas correspondências com o número de rios e extensões lineares (km), Bacia Hidrográfica Paraná III (BHP III).

Ordem	Número de rios	Extensão linear dos rios (km)	Extensão linear média (km)
1ª	859	756,4	0,8
2ª	169	333,7	1,9
3ª	66	283,7	4,2
4ª	3	180,5	60,1
Total	1.097	1.554,2	-

Os elevados níveis hierárquicos fluviais estão relacionados com as sub-bacias dos rios São Francisco e Guaçu (Figura 14).

O Subplanalto Cascavel possui predomínio da densidade de drenagem na categoria regular (Figura 14 e Tabela 5), condição a ser verificada também em outros subplanaltos da BHP III, além de ser encontrada em outros rios de outros Estados, tal como ocorre na bacia hidrográfica do rio Piracicaba. Na bacia também há o prevaletimento de solos profundos – Latossolos – evidenciando que, mesmo em áreas distintas, os fatores naturais semelhantes podem induzir a uma equivalência da densidade de drenagem para as bacias (Nascimento et al., 2008).

Vale citar que, nas campanhas de campo, foi registrado forte degradação em muitas nascentes deste subplanalto, devido aos processos erosivos nas lavouras, induzidos pelo alto grau de compactação dos solos e usos excludentes ao potencial de uso dos solos.

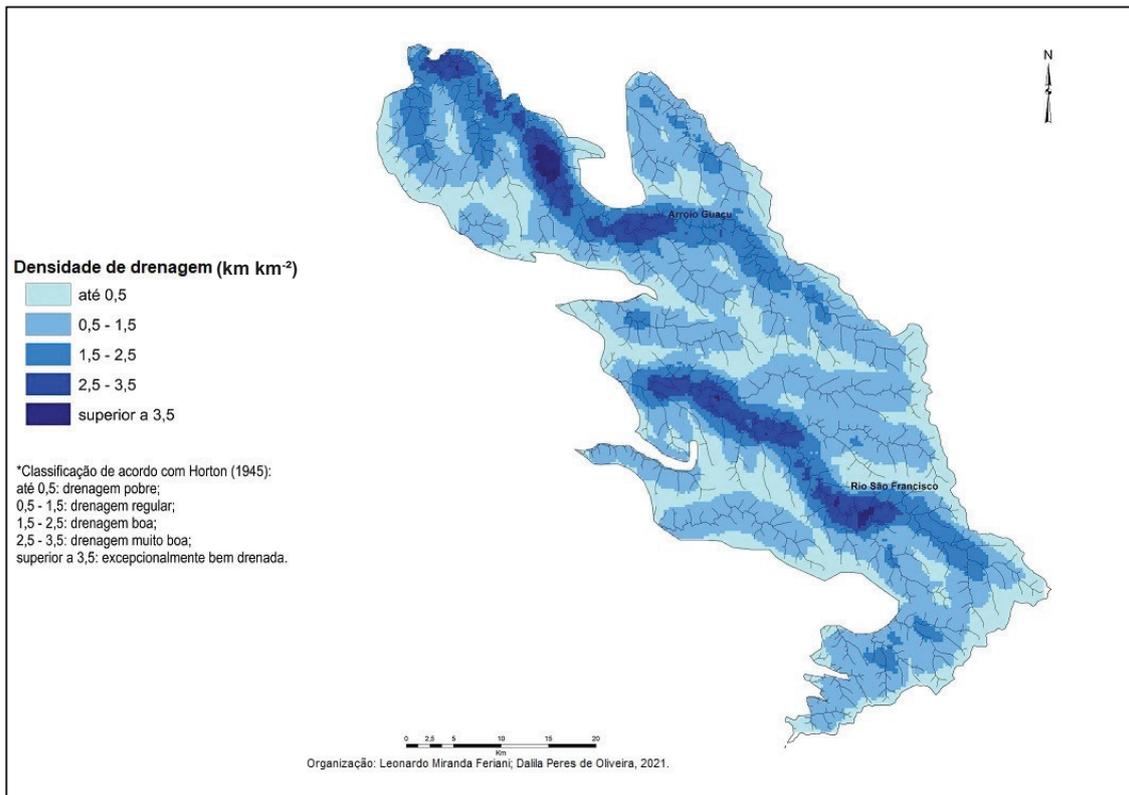


Figura 14. Densidade de drenagem do Subplanalto Cascavel nos limites da Bacia Hidrográfica Paraná III (BHP III).

Tabela 5. Categorias de densidade de drenagem do Subplanalto Cascavel, Bacia Hidrográfica Paraná III (BHP III).

Categorias de densidade de drenagem (km km ⁻²)	Áreas das categorias de densidade de drenagem (km ²)	Percentuais das categorias de densidade de drenagem (%)
Até 0,5	453,9	25,0
0,5 - 1,5	590,7	32,5
1,5 - 2,5	437,5	24,1
2,5 - 3,5	212,6	11,7
Superior a 3,5	114,5	6,3

Subplanalto São Francisco

Dentro dos limites da BHP III, o Subplanalto São Francisco (SSF) possui área próxima de 2.900 km² (Curcio et al., 2021c). Segundo os autores, encontra-se posicionado a oeste do Subplanalto Cascavel (SC), em altimetrias mais baixas, por conta do padrão de erosão prevalecente na BHP III – oeste/leste.

Em razão desta localização, imediatamente à jusante do Subplanalto Cascavel, a rede de drenagem do SSF possui uma amplitude hierárquica fluvial maior que de SC. Neste sentido, os rios São Francisco Falso Braço Norte e Guaçu atingem o nível hierárquico de 6^a ordem (Curcio et al., 2021c - Figura 15).

Assim como ocorre no Subplanalto Cascavel, o padrão de drenagem identificado é predominantemente dendrítico, condição que retrata o processo de erosão fluvial sobre rochas, com estratificação horizontal e resistência uniforme (Suguio; Bigarella, 1979).

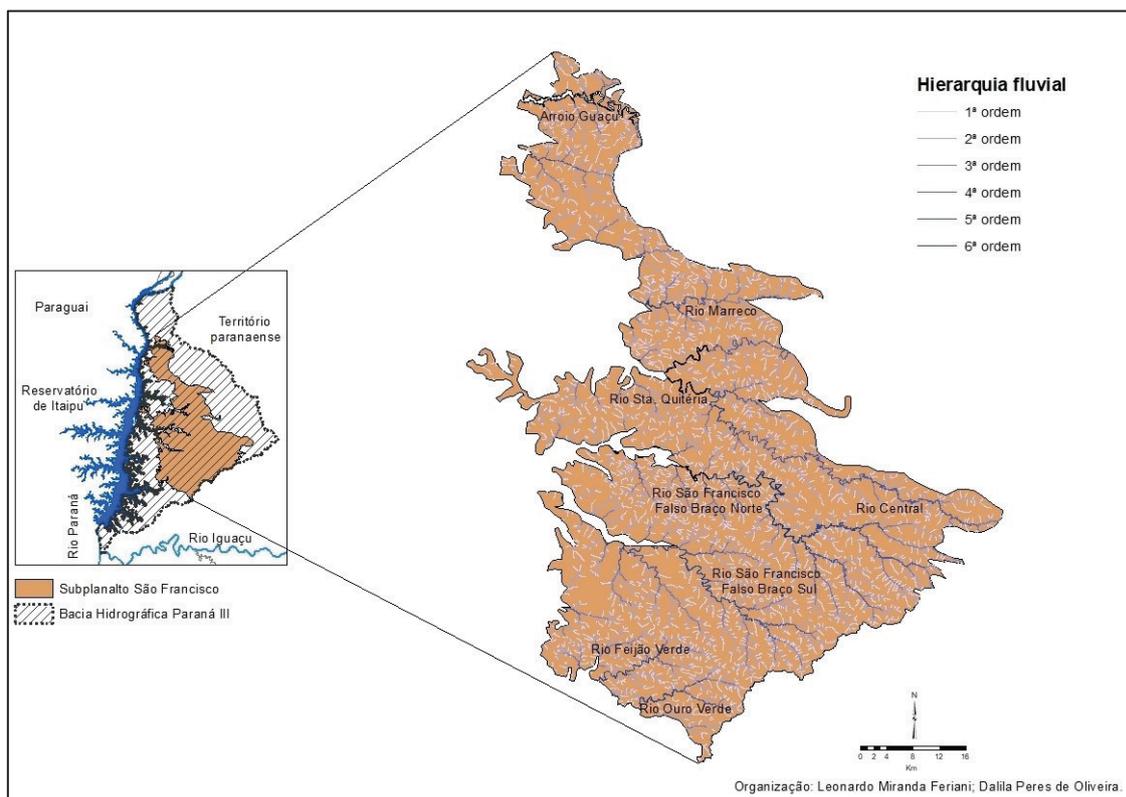


Figura 15. Hierarquia fluvial do Subplanalto São Francisco nos limites da Bacia Hidrográfica Paraná III (BHP III).

Assim, constituído em grande parte por paisagens com forte evidência dos processos erosivos, o SSF possui uma rede de drenagem predominantemente perene. Contudo, proporcionadas pela condição climática estacional conjugada à ampla distribuição de solos rasos, ocorrem grafias fluviais intermitentes e até efêmeras com certa expressividade (Curcio et al., 2021c).

A significativa retirada da Floresta Estacional, responsável por promover maior recarga hidrológica de subsuperfície, conseqüentemente com maior tempo de descargas perenes, também contribui para a presença de canais de drenagem intermitentes e efêmeros (Curcio et al., 2021c), pois favorece os processos de erosão (Kampf; Curi, 2012). Maack (1981) destaca os problemas associados à supressão da floresta, como o aumento do escoamento de água superficial e da erosão, além do empobrecimento do solo e alteração do processo de recarga fluvial.

A rede de drenagem do SSF, constituída por rios de até sexta ordem, possui uma extensão linear de 3.335,4 km estabelecida por 3.275 rios (Tabela 6), seguindo, predominantemente, a mesma orientação detectada no SC – sudeste-noroeste, com leste-oeste em cunho secundário, acrescida da orientação nordeste-sudoeste, tal como ocorre no rio Feijão Verde (Curcio et al., 2021c - Figura 15).

Tabela 6. Hierarquia fluvial do Subplanalto São Francisco e respectivas correspondências com o número de rios e extensões lineares (km), Bacia Hidrográfica Paraná III (BHP III).

Ordem	Número de rios	Extensão linear dos rios (km)	Extensão linear média (km)
1	2.493	1.755,5	0,7
2	589	755,4	1,2
3	137	381,4	2,7
4	44	266,1	6,0
5	10	129,1	12,9
6	2	47,9	23,9
Total	3.275	3.335,4	-

Quanto à formação e modelamento do relevo no canal fluvial, Christofolletti (1980) afirma haver dois processos principais referentes ao escoamento: a deposição de sedimentos e a modelação topográfica do leito. Esta última pode ocorrer no fundo rochoso do leito ou nas margens. Em síntese, as formas topográficas presentes em ambientes fluviais possuem sua morfogênese relacionada aos processos de sedimentação e erosão.

As formas oriundas da sedimentação envolvem toda feição originada pelo acúmulo de sedimentos, podendo estar ou não consolidados (sedimentados). Desta forma, a estruturação geológica orienta os cursos d'água, enquanto estes são modificados com o tempo, pelo intemperismo e pela ação de cisalhamento do caudal fluvial.

A erosão fluvial diz respeito aos processos de desagregação e transporte das partículas do fundo do leito e dos taludes fluviais (margens). Os detritos, depois de desagregados, juntam-se à carga sedimentar do leito, podendo gerar deposições ou atuar como materiais abrasivos, contribuindo com o processo de erosão (Christofolletti, 1980).

A razão rios/área guarda uma desproporcionalidade importante encontrada entre o SSF e o SC (Tabela 7). O SSF possui uma área 1,6 vez maior que a área do SC, porém a proporção entre o número de rios é muito superior – 2,9 (Curcio et al., 2021c), pois a densidade de rios deste subplanalto é superior à densidade de rios dos demais, atingindo 1,1 rio km⁻² (Tabela 3).

Tabela 7. Subplanaltos São Francisco (SSF) e Cascavel (SC) e as razões entre número de rios e área, Bacia Hidrográfica Paraná III (BHP III).

Subplanaltos	Área (km ²)	Razão entre áreas	Número de rios	Razão entre nº rios
São Francisco	2.911,3	1,6	3.275	2,9
Cascavel	1.814,0		1.097	

Esses valores justificam-se em função da presença expressiva dos Neossolos Regolíticos e Litólicos, ambos decorrentes dos elevados níveis de erosão que assolam o SSF (Figura 11), incorrendo em paisagens com declividades muito acentuadas (Curcio et al., 2021c). Os autores afirmam que estes solos, diferentemente dos Latossolos, possuem várias características que determinam o baixo potencial de recarga hidrológica, tais como pequenas espessuras, grande volume de cascalhos, calhaus e matações em meio a texturas argilosas e médias. Sendo assim, principalmente em eventos de pluviosidade elevada, verificam-se descargas hidrológicas superficiais, sulcando as encostas com diferentes tipos de assinatura hidrológica.

A categoria de densidade de drenagem prevalecente é a regular (0,5 km km⁻² a 1,5 km km⁻²) (Tabela 8 e Figura 16).

Tabela 8. Categorias de densidade de drenagem do Subplanalto São Francisco, Bacia Hidrográfica Paraná III (BHP III).

Categorias de densidade de drenagem (km km ⁻²)	Áreas das categorias de densidade de drenagem (km ²)	Percentuais das categorias de densidade de drenagem (%)
< 0,5	536,7	18,4
0,5 - 1,5	1.034,6	35,6
1,5 - 2,5	734,2	25,2
2,5 - 3,5	440,5	15,3
> 3,5	161,3	5,5

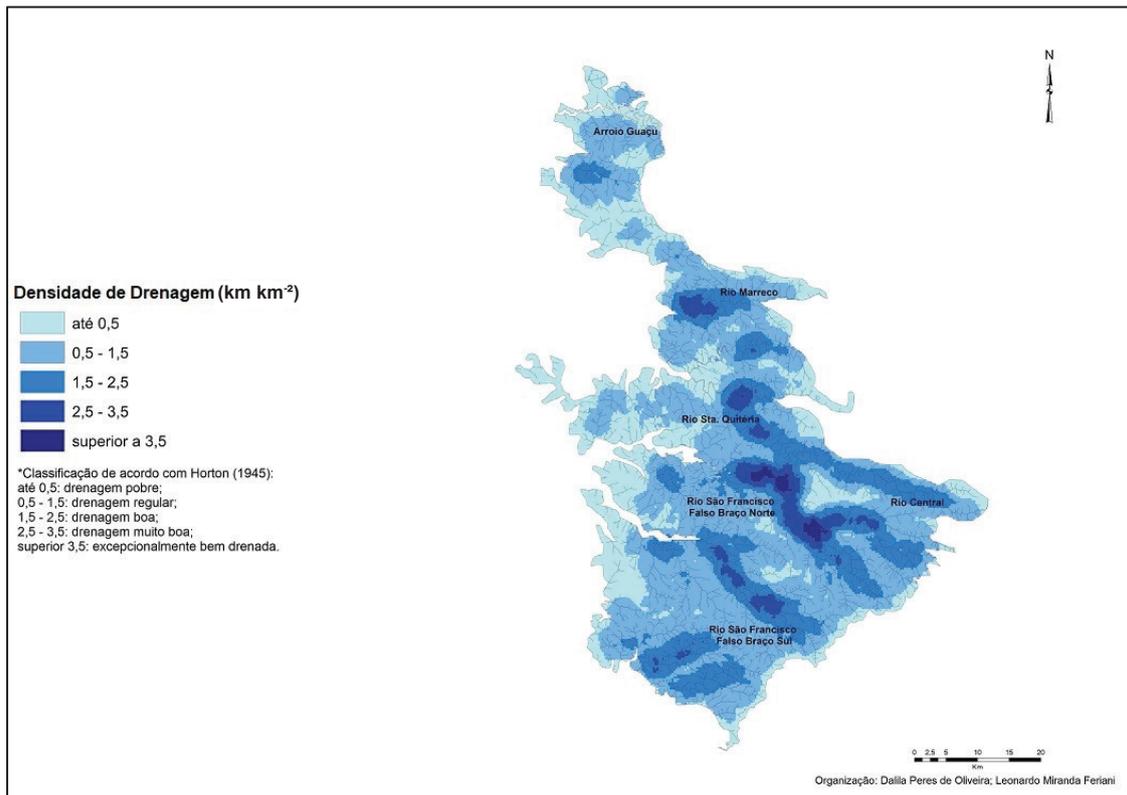


Figura 16. Densidade de drenagem do Subplanalto São Francisco nos limites da Bacia Hidrográfica Paraná III (BHP III).

A ocorrência de solos rasos em áreas mais declivosas, como aquela no Subplanalto São Francisco, implica em elevada densidade de drenagem, graças ao maior escoamento superficial das águas. Apesar de regular, o índice é o maior entre os subplanaltos da BHP III e, como pode ser visto na Figura 11, as maiores declividades encontradas na bacia compreendem o Subplanalto São Francisco. A influência destes fatores - declividade elevada e solos rasos - reflete diretamente na densidade de drenagem, como já mencionado. Na bacia hidrográfica do rio Preto, que se estende pelos estados de Minas Gerais e Rio de Janeiro, a densidade de drenagem identificada é alta ($Dd = 2,26$), resultante de um relevo predominantemente acidentado - forte-ondulado - com ocorrência de solos rasos, o que culmina em uma maior quantidade de canais de drenagem, elevando a densidade de drenagem da área (Olszewski et al., 2011).

Todavia, segundo Curcio et al. (2021c), a densidade de drenagem média do Subplanalto São Francisco é $1,14 \text{ km km}^{-2}$, valor bem superior ao encontrado para o SC ($0,85 \text{ km km}^{-2}$), acréscimo atribuído à maior expressão dos solos rasos, Neossolos Regolíticos e Litólicos, na paisagem.

Subplanalto Foz do Iguaçu

Este subplanalto abrange aproximadamente 2.120 km^2 da BHP III (Tabela 3) e está situado a oeste do Subplanalto São Francisco, em cotas altimétricas mais baixas, devido aos processos erosivos presentes na bacia, que ocorrem no sentido do Subplanalto Cascavel (Curcio et al., 2021b).

Quanto aos níveis hierárquicos fluviais, o subplanalto possui rios no quinto nível (Figura 17), com densidade média de drenagem de $0,6 \text{ km km}^{-2}$ (Curcio et al., 2021b), desaguardando, atualmente, no Reservatório de Itaipu. Este valor, assim como a baixa densidade de rios, não refletem as condições originais devido à presença do mencionado reservatório.

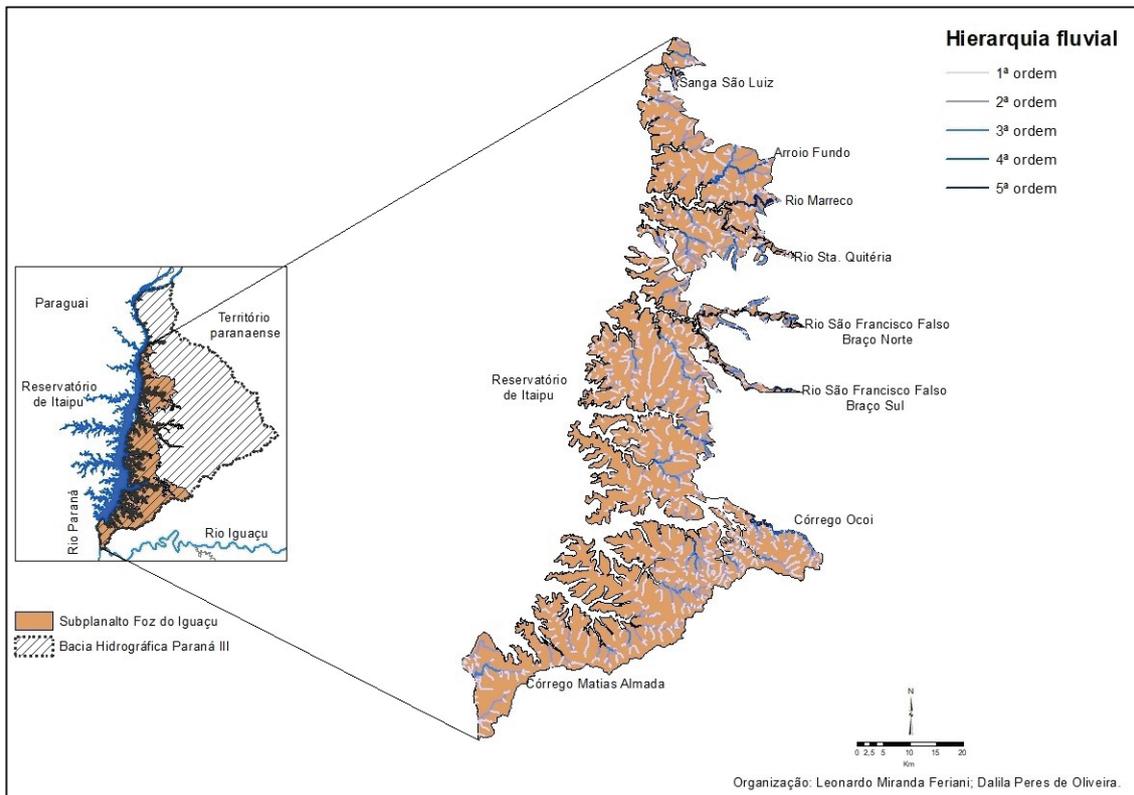


Figura 17. Hierarquia fluvial do Subplanalto Foz do Iguaçu, nos limites da Bacia Hidrográfica Paraná III (BHP III).

Na Figura 17 observa-se a ausência dos rios de sexto nível hierárquico, que ocorre no Subplanalto São Francisco (Figura 15). Isto se deve ao recorte atual deste subplanalto, em função do alagamento promovido pelo Reservatório de Itaipu, o qual prejudica a visualização fluvial até à antiga foz no rio Paraná.

Este subplanalto, no que se refere à dimensão territorial e à quantidade de rios, se assemelha ao Subplanalto Cascavel (Tabela 9).

Tabela 9. Hierarquia fluvial do Subplanalto Foz do Iguaçu e respectivas correspondências com o número de rios e extensões lineares (km), Bacia Hidrográfica Paraná III (BHP III).

Ordem	Número de rios	Extensão linear dos rios (km)	Extensão linear média (km)
1ª	870	765,9	0,8
2ª	212	317,9	1,4
3ª	47	140,2	2,9
4ª	10	61,4	6,4
5ª	4	32,1	8,0
Total	1.143	1.317,5	-

O relevo deste subplanalto é predominantemente composto por paisagens suaves onduladas e onduladas, prevalecendo os Latossolos e Nitossolos, profundos e bem drenados, proporcionando alto potencial de uso. Estes solos também possuem grande potencial de recarga hidrológica, combinado com a pluviosidade da região, o que resulta em prevaletimento de drenagem perene no subplanalto (Curcio et al., 2021b). Aqui também se identifica, pela escala de análise, o predomínio do padrão de drenagem dendrítico.

É perceptível na Figura 18, associada com Tabela 10, a preponderância das categorias de densidade de drenagem até $0,5 \text{ km km}^{-2}$ (drenagem pobre) e também de $0,5 \text{ km km}^{-2}$ a $1,5 \text{ km km}^{-2}$ (drenagem regular). Esta característica encontra-se alterada em relação às condições originais, em função da atual presença do Reservatório de Itaipu.

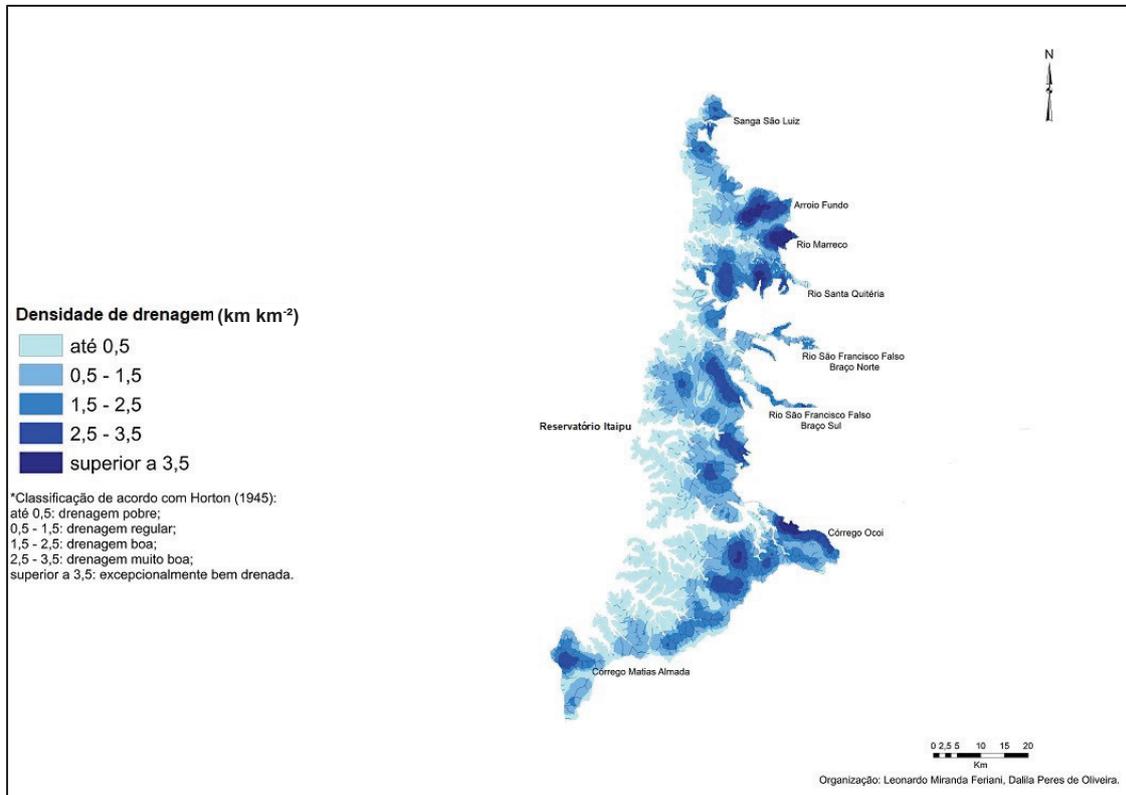


Figura 18. Densidade de drenagem do Subplanalto Foz do Iguaçu, nos limites da Bacia Hidrográfica Paraná III (BHP III).

Tabela 10. Categorias de densidade de drenagem do Subplanalto Foz do Iguaçu, Bacia Hidrográfica Paraná III (BHP III).

Categorias de densidade de drenagem (km/km^2)	Áreas das categorias de densidade de drenagem (km^2)	Percentuais das categorias de densidade de drenagem (%)
Até 0,5	725,2	34,1
0,5 - 1,5	717,0	33,8
1,5 - 2,5	421,3	19,8
2,5 - 3,5	2.12,2	10,4
Superior a 3,5	41,0	1,9

Na Figura 18 pode-se observar a concentração das maiores densidades de drenagem na porção leste e menores na porção oeste do subplanalto. Atribui-se este comportamento à distribuição de solos da região; na porção leste há predominância de Neossolos Regolíticos e Litólicos em relevos mais movimentados, contrastando com a porção oeste onde há o predomínio de solos profundos - Latossolos e Nitossolos (Curcio et al., 2021b).

A malha fluvial deste subplanalto, em sua maioria, possui caráter perene, sobretudo na região oeste, fato atribuído à presença predominante de solos argilosos e profundos (Latossolos e Nitossolos - Curcio et al., 2021b). Segundo os autores, em situações mais específicas encontradas ao leste, verifica-se uma pequena porção de canais intermitentes e efêmeros distribuídos nos relevos mais

movimentados do subplanalto, onde se situam solos rasos e pedregosos – Neossolos Regolíticos e Litólicos. A densidade de rios, no Subplanalto Foz do Iguaçu, é 0,5 rios km⁻² (Tabela 3), valor superior apenas àquele do Subplanalto Campo Mourão.

Este contexto revela a importância do conhecimento da distribuição dos solos e respectivas características e sua relação sobre alguns atributos hidrológicos, tal como ocorre na associação entre o processo de recarga/descarga hidrológica e a perenidade de fluxos fluviais. Mais uma razão para a criação e aplicação de manejos adequados para os diferentes tipos de solos, os quais proporcionem o máximo de infiltração de água nas diferentes paisagens (Curcio et al., 2021b).

Subplanaltos Campo Mourão e Umuarama

Nos limites internos da BHP III, os Subplanaltos Campo Mourão e Umuarama possuem as menores contribuições em área (Tabela 3), somando 924,7 km², respectivamente, com 42,8 km² e 881,9 km² (Curcio et al., 2021a).

Embora o Subplanalto Umuarama seja recoberto pelos arenitos existentes ao norte – rochas sedimentares (Figura 1), segundo Curcio et al. (2021a), sua fisiografia geral predominante, assim como no Subplanalto Campo Mourão, revela relevos formados pelas classes de declive suave ondulado e ondulado, condição promovida pela ação de dissecação fluvial de 396 rios tributários (Tabelas 11 e 12), além dos rios Paraná e Piquiri.

Tabela 11. Hierarquia fluvial do Subplanalto Campo Mourão e respectivas correspondências com o número de rios e extensões lineares (km), Bacia Hidrográfica Paraná III (BHP III).

Ordem	Número de rios	Extensão linear dos rios (km)	Extensão linear média (km)
1 ^a	289	292,1	1,1
2 ^a	57	125,2	2,1
3 ^a	14	77,2	5,5
4 ^a	3	53,8	17,9
5 ^a	1	2,1	2,1
Total	364	550,5	-

Tabela 12. Hierarquia fluvial do Subplanalto Umuarama e respectivas correspondências com o número de rios e extensões lineares (km), Bacia Hidrográfica Paraná III (BHP III).

Ordem	Número de rios	Extensão linear dos rios (km)	Extensão linear média (km)
1 ^a	28	25,1	0,8
2 ^a	3	10,1	3,3
3 ^a	1	0,4	0,4
Total	32	35,7	-

Em razão das diferentes dimensões territoriais, o Subplanalto Umuarama possui rios que alcançam apenas a terceira ordem (Tabela 12), enquanto no Subplanalto Campo Mourão há rios de quinta ordem (Tabela 11), portanto com maior grau de evolução hierárquica hidrológica (Curcio et al., 2021a). Ambas hidrografias são caracterizadas pelo padrão de drenagem dendrítico, predominante em toda a BHP III.

A rede hidrográfica desses dois subplanaltos é formada por rios com caráter fluvial perene, resultado da interação climática associada às características da malha pedológica, constituída dominante-

mente por solos profundos em ambas as litologias – Latossolos e Nitossolos sobre rochas eruptivas e Latossolos e Argissolos sobre o arenito Caiuá (Embrapa, 1984).

A trama hidrológica do Subplanalto Campo Mourão, a partir do terceiro nível hierárquico, possui direcionamento predominante sudeste-noroeste (Figura 19), já observado em outros subplanaltos da BHP III. No Subplanalto Umuarama, em razão do remonte erosivo proporcionado pelas confluências hidrográficas dos rios Paraná e Piquiri, existe tendência do direcionamento norte-noroeste e sul-sudeste (Curcio et al., 2021a).

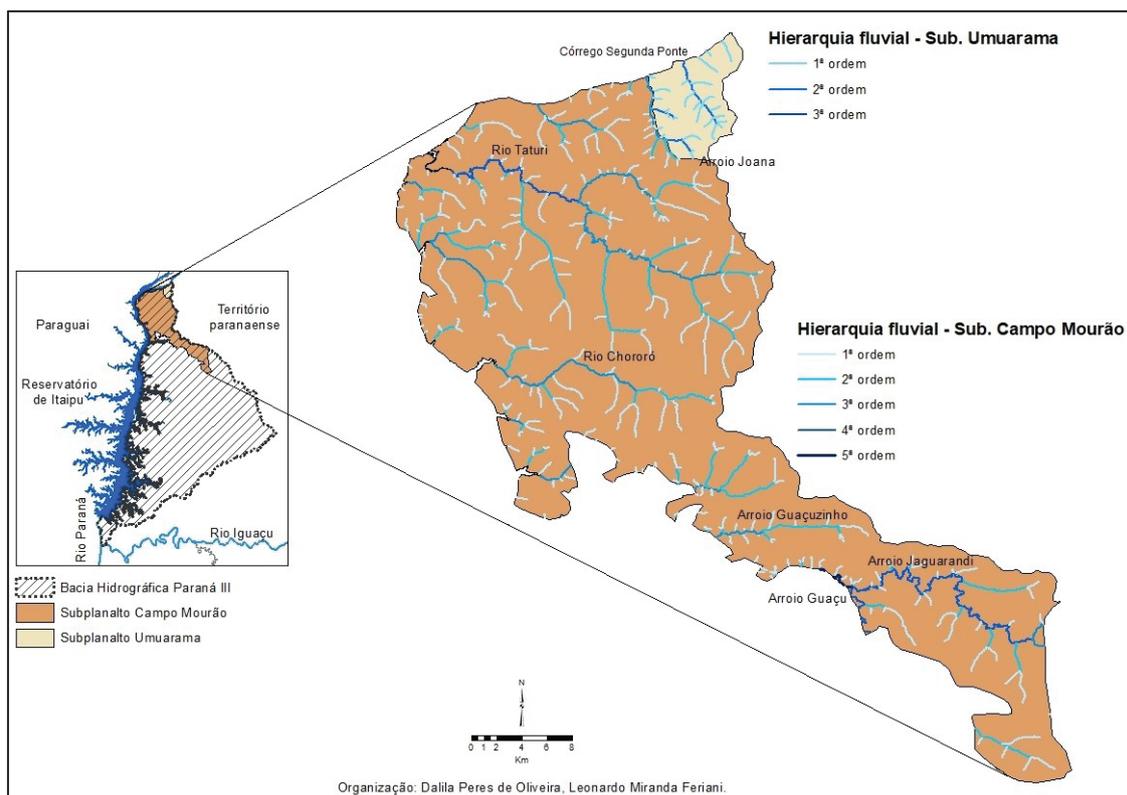


Figura 19. Hierarquia fluvial dos Subplanaltos Umuarama e Campo Mourão nos limites da Bacia Hidrográfica Paraná III (BHP III).

No Subplanalto Campo Mourão prevalece a categoria de densidade de drenagem pobre (Tabela 13), sendo que a densidade de drenagem é de 0,6 km km⁻² e a densidade de rios é de 0,4 rios km⁻² (Tabela 3).

Tabela 13. Categorias de densidade de drenagem do Subplanalto Campo Mourão, Bacia Hidrográfica Paraná III (BHP III).

Categorias de densidade de drenagem km/(km ²)	Áreas das categorias de densidade de drenagem (km ²)	Percentuais das categorias de densidade de drenagem (%)
Até 0,5	499,8	56,6
0,5 - 1,5	253,7	29,6
1,5 - 2,5	77,9	8,8
2,5 - 3,5	37,8	4,2
Superior a 3,5	7,1	0,8

Esta baixa densidade de rios pode ser justificada pela conjugação favorável de dois fatores: uma região com solos onde a fração areia é expressiva, proporcionando altas taxas de infiltração de água (Ribeiro et al., 2012), e o restante do subplanalto com domínio dos Latossolos, volumes que possuem elevadas taxas de permeabilidade (Brady; Weil, 2013).

Da mesma forma, pode-se observar na Tabela 14 que no Subplanalto Umuarama, a despeito de sua diminuta área, registra-se o predomínio da categoria de drenagem pobre e valor de densidade de drenagem baixo - 0,8 km km⁻² (Tabela 3).

Tabela 14. Categorias de densidade de drenagem do Subplanalto Umuarama, Bacia Hidrográfica Paraná III (BHP III).

Categorias de densidade de drenagem (km/km ²)	Áreas das categorias de densidade de drenagem (km ²)	Percentuais das categorias de densidade de drenagem (%)
Até 0,5	31,5	73,5
0,5 - 1,5	5,3	12,3
1,5 - 2,5	1,9	4,4
2,5 - 3,5	1,0	2,3
Superior a 3,5	0,2	0,4

A densidade de rios de 0,7 rios km⁻² (Tabela 3) se justifica, possivelmente, pela extrema proximidade do rio Paraná, portanto sujeito a remontes erosivos fluviais mais intensos, os quais propiciam uma incidência das linhas de talvegues mais facilitadas em substrato arenítico.

As maiores densidades de drenagem neste subplanalto podem ser observadas nos rios Taturi e Jaguarandi (Figura 20).

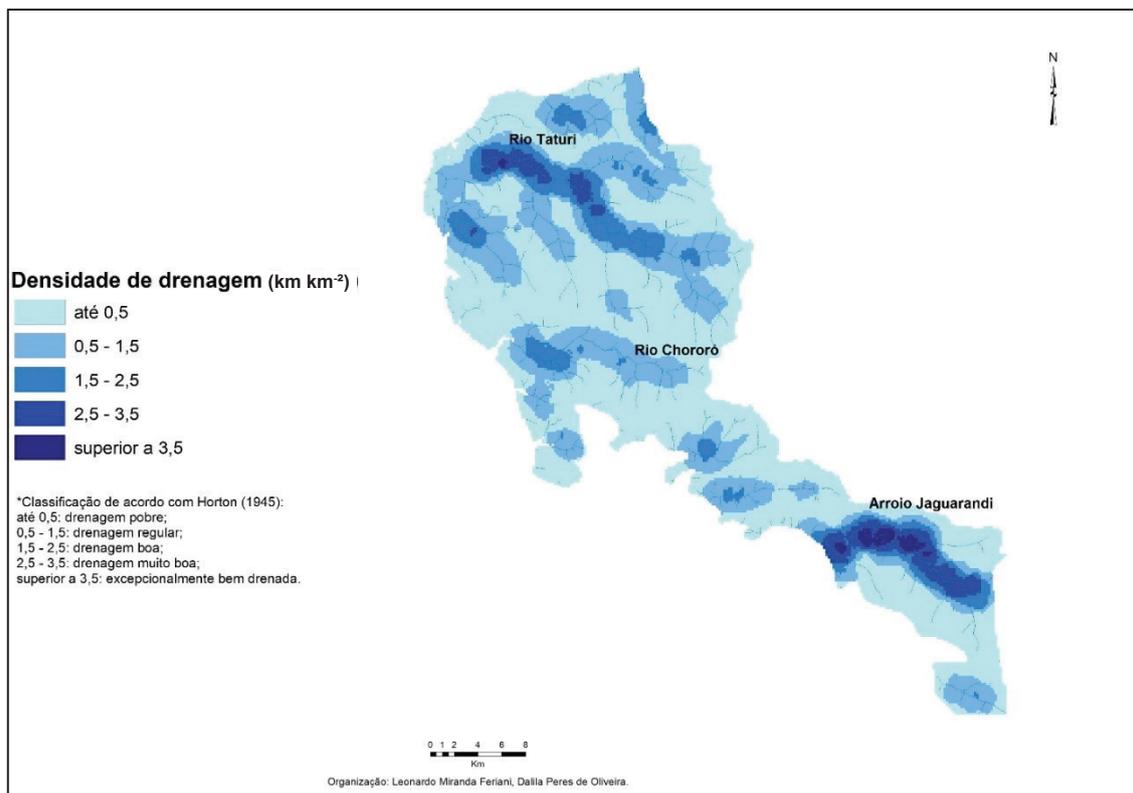


Figura 20. Densidade de drenagem do Subplanalto Campo Mourão, nos limites da Bacia Hidrográfica Paraná III (BHP III).

Assim como ocorre no Subplanalto Campo Mourão, no Umuarama existe o predomínio da categoria de densidade de drenagem pobre, o que pode ser observado nas Figuras 20 e 21.

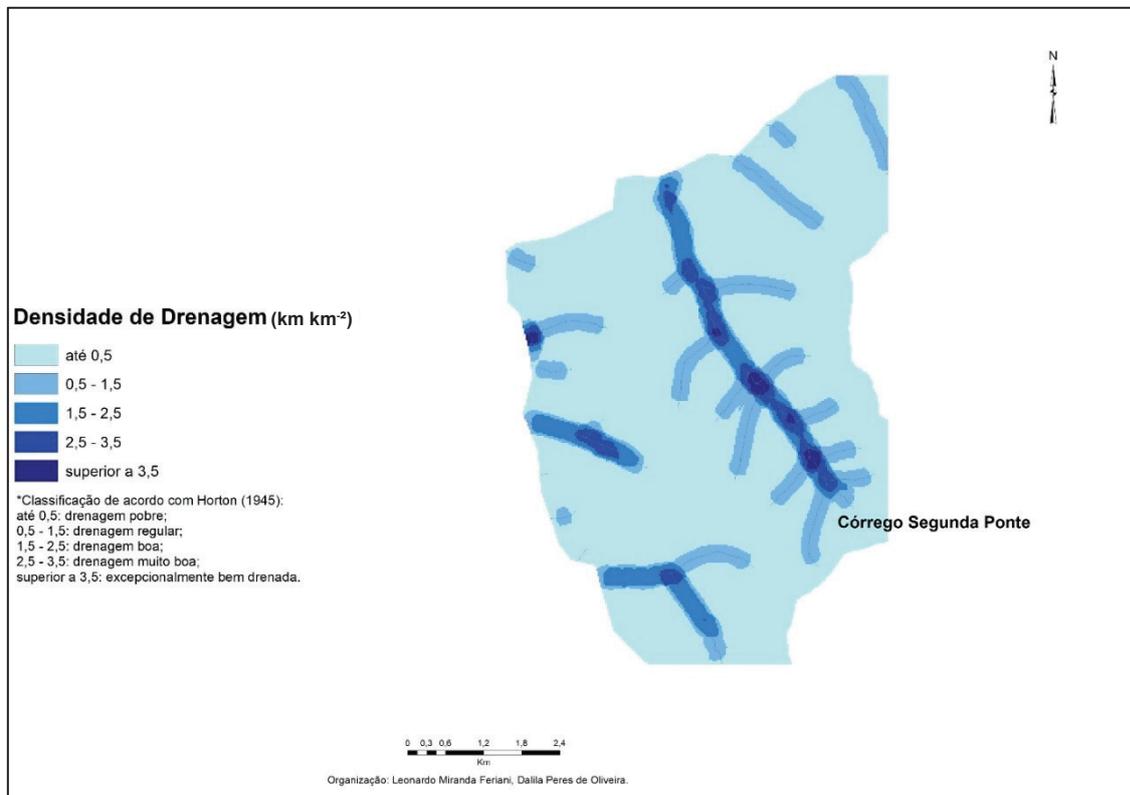


Figura 21. Densidade de drenagem do Subplanalto Umuarama, nos limites da Bacia Hidrográfica Paraná III.

A malha fluvial do Subplanalto Umuarama, em sua maioria, possui o caráter perene, mesmo com pequena área e poucos rios. Todavia, os mesmos alcançam até a terceira ordem, com a densidade de drenagem atingindo 3,5 km km⁻². Em situações mais específicas encontradas ao oeste, verifica-se a origem de novas nascentes que acabam tendo continuidade no Subplanalto Campo Mourão, com uma pequena porção de canais intermitentes e efêmeros distribuídos nos relevos deste subplanalto.

Considerações finais

Sob o ponto de vista geológico, a rede de drenagem da Bacia Hidrográfica Paraná III (BHP III) desenvolve-se sobre dois ambientes distintos: rochas eruptivas e arenitos. Para as paisagens que são elaboradas nas rochas eruptivas, ainda se verifica uma especificidade importante devido à conformação geomorfológica diferenciada, ora prevalecendo relevos de baixa declividade com conformação convexa, ora predominando relevos de alta declividade. Essas mudanças propiciam a distribuição de solos, respectivamente, profundos e rasos, características estas que, em seu conjunto, determinam elevada pluralidade para a rede de drenagem e seus atributos.

A escala utilizada neste trabalho - 1:5.000 – favoreceu significativamente a retratação desta heterogeneidade na bacia, apontando singularidades importantes para o contexto hidrográfico e suas decorrências.

A Bacia Hidrográfica Paraná III é rica em padrões hidrográficos, o que influencia diretamente o desenvolvimento das atividades humanas e a qualidade de vida destas. Os impactos gerados pelo homem repercutem em toda a bacia hidrográfica, pois são reações ocorrendo em cadeia. Neste sentido, o presente trabalho pode colaborar na elaboração de políticas públicas mais precisas, auxiliar na elaboração de projetos de pesquisa e iniciativas de empresas privadas para fins diversos, entre outras finalidades, servindo como subsídio para o desenvolvimento de ações em consonância com o potencial de uso das paisagens, bem como precaver áreas para resguardo de funcionalidades ecológicas específicas.

Agradecimentos

Os autores agradecem os investimentos físicos e financeiros que possibilitaram a realização do PronaSolos Paraná e desse trabalho, concedidos pelos seguintes parceiros: Itaipu Binacional, Secretaria da Agricultura e do Abastecimento do Estado do Paraná, Secretaria do Desenvolvimento Sustentável e do Turismo do Estado do Paraná, Secretaria do Planejamento e Projetos Estruturantes do Estado do Paraná, Superintendência Geral de Ciência e Tecnologia e Ensino Superior do Paraná, Instituto Água e Terra, Fundação de Apoio à Pesquisa e ao Desenvolvimento do Agronegócio, Museu Botânico Municipal de Curitiba, Passos de Freitas e Oliveira Franco Advocacia Ambiental, Instituto de Desenvolvimento Rural do Paraná e Embrapa Florestas. Agradecimentos especiais aos revisores deste trabalho pela valiosa ajuda.

Referências

- ARCHELA, R. S.; THÉRY, H. Orientação metodológica para construção e leitura de mapas temáticos. **Confins**: Revista Franco-Brasileira de Geografia, n. 3, 2008.
- BEM, A. O espaço agrário regional: criação e reprodução da Pequena Propriedade Agrícola na Bacia Hidrográfica do Paraná 3. In: ROCHA, A. S.; BADE, M. R. (org.). **Geografia da Bacia Hidrográfica do Paraná 3**: fragilidades e potencialidades socioambientais. Jundiaí: In House, 2018.
- BORGES, L. A. G. O breno dos curitibanos: a participação do barão de Antonina na separação da comarca de Curitiba (1842-1853). In: COSTA, H.; PEGORARO, J. W.; STANCYK FILHO, M. (org.). **O Paraná pelo caminho, histórias, trajetórias e perspectivas**: justiça. Curitiba: Máquina de Escrever, 2017. p. 173-216.
- BRADY, N. C. WEIL, R. R. Elementos da natureza e propriedades dos solos. 3 ed. Porto Alegre: Bookman, 2013. 686 p.
- BRAGAGNOLO, N.; PAN, W.; THOMAS, J. C. **Solo**: uma experiência em manejo e conservação. Curitiba, 1997. 107 p.
- BRASIL. Presidência da República. **Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997**. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9433.htm. Acesso em: 03 fev. 2021.
- CAVIGLIONE, J. H.; KIIHL, L. R. B.; CARAMORI, P. H.; OLIVEIRA, D. **Cartas climáticas do Paraná**. Londrina: IAPAR, 2000. Cd-rom.
- CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. 2 ed. São Paulo: Blucher, 1980. 188 p.
- COELHO NETTO, A. L. Hidrologia de encosta na interface com a geomorfologia. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. (org.). **Geomorfologia**: uma atualização de bases e conceitos. 9 ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1995, p. 93-148.
- CUNHA, J. E. da. Caracterização físico espacial da Bacia Hidrográfica do Paraná 3. In: ROCHA, A. S.; BADE, M. R. (org.). **Geografia da Bacia Hidrográfica do Paraná 3**: fragilidades e potencialidades socioambientais. Jundiaí: In House, 2018.
- CURCIO, G, R.; BONNET, A.; OLIVEIRA, D. P. de; FERIANI, L. M. **Hidrografia dos Subplanaltos Campo Mourão e Umuarama**: Bacia Hidrográfica Paraná III – BHP III. Disponível em: <http://www.pronasolos.pr.gov.br/pagina-41.html>. Acesso em: 03 fev. 2021a.
- CURCIO, G, R.; CAVIGLIONE, J. H.; BONNET, A.; OLIVEIRA, D. P. de; FERIANI, L. M. **Hidrografia do Subplanalto Foz do Iguaçu**: Bacia Hidrográfica Paraná III. Disponível em: <http://www.pronasolos.pr.gov.br/pagina-34.html>. Acesso em: 03 fev. 2021b.
- CURCIO, G, R.; CAVIGLIONE, J. H.; BONNET, A.; OLIVEIRA, D. P. de; FERIANI, L. M. **Hidrografia do Subplanalto São Francisco**: Bacia Hidrográfica Paraná III. Disponível em: <http://www.pronasolos.pr.gov.br/pagina-32.html>. Acesso em: 03 fev. 2021c.
- CURCIO, G, R.; GOMES, J. B. V.; BOGNOLA, I. A.; CAVIGLIONE, J. H.; UHLMANN, A.; CARDOSO, A.; CARVALHO, A. P. de. **Levantamento semidetalhado de solos do município de Cambé**. In: FARIAS, G. S. de (ed.). Levantamento semidetalhado de solos e diagnóstico dos remanescentes florestais do município de Cambé - PR. Londrina: IAPAR, 2011. p. 7-59.
- CURCIO, G. R. **Relações entre geomorfologia, pedologia e fitossociologia, nas planícies fluviais do rio Iguaçu, PR, BR**. 2006. 500 f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba.
- DEMATTE, J. A. M.; DEMÉTRIO, V. A. Caracterização de solos por padrões de drenagem e sua relação com índices de intemperismo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 33, n. 1, p. 87-95, 1998.
- DELGADO, N. G. O papel do rural no desenvolvimento nacional: da modernização conservadora dos anos 1970 ao governo Lula. In: MOREIRA, R.J.; BRUNO, R. (org.). **Dimensões rurais de políticas brasileiras**. Rio de Janeiro: Mauad X; Seropédica: Edur, 2010. p. 17-53.
- EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Levantamento de reconhecimento de solos do Estado do Paraná**. Londrina: Embrapa SNLCS, 1984. 2 tomos (EMBRAPA/SNLCS. Boletim de pesquisa, 27; IAPAR. Boletim técnico, 16).
- FERIANI, L. M.; OLIVEIRA, D. P. de; CURCIO, G, R.; BONNET, A.; CAVIGLIONE, J. H. Mapa hidrográfico da bacia hidrográfica Paraná III: escalas de representação cartográfica. Disponível em: <http://www.pronasolos.pr.gov.br/pagina-36.html>. Acesso em: 03 fev. 2021.

GUBERT FILHO, F. A. O desflorestamento do Paraná em um século. In: SONDA, C.; TRAUZYNSKI, S. C. (org.). **Reforma agrária e meio ambiente: teoria e prática no Estado do Paraná**. Curitiba: ITCG, 2010. p. 15-25.

GUERRA, A. T. **Dicionário geológico-geomorfológico**. 8. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 1993.

GUIL, L. F. **Cascavel: a conquista do oeste paranaense**. Curitiba: Arte, 2018. 200 p.

HORNES, K. L.; RODRIGUES, E. D. A. Fitogeografia da Bacia Hidrográfica do Paraná 3. In: ROCHA, A. S.; BADE, M. R. (org.). **Geografia da Bacia Hidrográfica do Paraná 3: fragilidades e potencialidades socioambientais**. Jundiaí: In House, 2018.

HORTON, R. E. Erosional development of streams and their drainage basins: a hydrophysical approach to quantitative morphology. **Geological Society of America Bulletin**, v. 56, n. 3, p. 275-370, 1945.

IAT. Instituto Água e Terra. **Geomorfologia**. 2006. Disponível em: <http://www.documentador.pr.gov.br/documentador/pub.do?action=d&uuiid=@gtf-escriba-minerop@383e3e0c-69bc-4f0f-ad9c-f75d6367b0f2>. Acesso em: 07 jun. 2020.

IAT. Instituto Água e Terra. **Dados e informações geoespaciais temáticos: Mapa Geológico do Estado do Paraná**. 2020. Disponível em: http://www.iat.pr.gov.br/sites/agua-terra/arquivos_restritos/files/documento/2020-07/geologia.rar. Acesso em: 10 set. 2020.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Mapa de utilização da terra no Censo Agropecuário**. 2006. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/#>. Acesso em: 10 set. 2020.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual técnico da vegetação brasileira**. Rio de Janeiro, 2012. 275 p. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv63011.pdf>. Acesso em: 21 ago. 2020.

IPEA. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. Usina hidrelétrica de Itaipu. **Revista Desafios do Desenvolvimento**, v. 60, 2010.

IAT. Instituto Água e Terra. **Coletânea de mapas históricos do Paraná**. Disponível em: <http://www.iat.pr.gov.br/Pagina/Coletanea-de-Mapas-Historicos-do-Parana>. Acesso em: 26 nov. 2021.

KAMPF, N.; CURI, N. Formação e evolução do solo (pedogênese). In: KER, J. C.; CURI, N.; SCHAEFER, C. E. G. R. (ed.). **Pedologia: fundamentos**. Viçosa, MG: SBCS, 2012. p. 207-302.

LONGLEY, P. A.; GOODCHILD, M. F.; MAGUIRE, D. J.; RHIND, D. W. **Sistemas e ciência da informação geográfica**. Porto Alegre: Bookman, 2009. p. 179-206.

MAACK, R. **Geografia física do Estado do Paraná**. Rio de Janeiro: José Olympio, 1981. 450 p.

MACCARI, N. S. K. **Migração e memórias: a colonização do oeste paranaense**. 1999. 217 f. Dissertação (Mestrado em História) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

MANOEL, J. L. Levantamento e análise das densidades de drenagens das Bacias Hidrográficas dos rios Aguapeí e Peixe. In: ENCONTRO NACIONAL DE GEÓGRAFOS, 18., 2016, São Luís. **Anais [...]**. São Luís: UFMA, 2016. Disponível em: http://www.eng2016.agb.org.br/resources/anais/7/1467813868_ARQUIVO_DensidadedeDrenagem.pdf. Acesso em: 25 fev. 2021.

MARQUES, L. S.; ERNESTO, M. O. O magmatismo toleítico da Bacia do Paraná. In: MANTESO-NETO, V.; BARTORELLI, A.; DAL RÉ CARNEIRO, C.; BRITO-NEVES, B. B. (org.). **Geologia do Continente Sul-Americano: evolução da obra de Fernando Flávio de Almeida**. São Paulo: Beca, 2004. p. 245-263.

MENDONÇA, F.; DANNI-OLIVEIRA, I. M. **Climatologia: noções básicas e climas do Brasil**. São Paulo: Oficina de Textos, 2007. 206 p.

MINEROPAR. **Atlas geomorfológico do estado do Paraná**. Escala 1:250.000 modelos reduzidos Minerais do Paraná; Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2006. Disponível em: http://www.iat.pr.gov.br/sites/agua-terra/arquivos_restritos/files/documento/2020-04/atlas_geomorforlogico_parana_2006.pdf. Acesso em: 18 ago. 2020.

NASCIMENTO, P. S. de R.; PETTA, R. A.; GARCIA, G. J. Confecção do mapa de densidade de drenagem através de geotecnologias visando definir a vulnerabilidade e aos processos erosivos na sub-bacia do baixo Piracicaba (SP). **Estudos Geográficos: Revista Eletrônica de Geografia**, v. 6, n. 1, p. 19-35, 2008.

OLIVEIRA, J. B. de. **Pedologia aplicada**. Jaboticabal: Funep, 2001. 414 p.

OLSZEWSKI, N.; FERNANDES FILHO, E. I.; COSTA, L. M.; SCHAEFER, C. E. G. R.; SOUZA, E.; COSTA, O. D. V. Morfologia e aspectos hidrológicos da Bacia Hidrográfica do Rio Preto, divisa dos estados do Rio de Janeiro e de Minas Gerais. **Revista Árvore**, v. 35, n. 3, 2011.

PARANÁ. **Lei nº 12.726, de 26 de novembro de 1999**. Institui a Política Estadual de Recursos Hídricos e adota outras providências. Disponível em: <https://www.legislacao.pr.gov.br/legislacao/listarAtosAno.do?action=exibir&codAto=5849&codItemAto=40340>. Acesso em: 03 fev. 2021.

PARANÁ. Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Recursos Hídricos. **Bacias Hidrográficas do Paraná**: Série histórica. 2. ed. Curitiba, 2013. Disponível em: https://www.paranagua.pr.gov.br/imgbank2/file/meio_ambiente/material-didatico/Revista_Bacias_Hidrograficas_2015.pdf. Acesso em: 09 dez. 2020.

PLANO da Bacia Hidrográfica do Paraná 3: características gerais da bacia (Produto 1). Cascavel: Universidade Estadual do Oeste do Paraná; Itaipu Binacional; Águas Paraná; Comitê da Bacia Hidrográfica do Paraná 3, 2014. Disponível em: http://www.iat.pr.gov.br/sites/agua-terra/arquivos_restritos/files/documento/2020-05/produto_01_caracteristicas_gerais_da_bacia_bp3_2014_v07_final.pdf. Acesso em: 05 jan. 2021.

RACHWAL, M. F. G.; ZANATTA, J. A.; DIECKOW, J.; DENEGA, G. L.; CURCIO, G. R.; BAYER, C. Methane fluxes from waterlogged and drained histosols of highland areas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 38, p. 486-494, 2014.

RIBEIRO, R. M.; OLIVEIRA, L. B de; ARAÚJO FILHO, J. C de. Caracterização Morfológica do solo. In: KER, J. C; CURI, N.; SCHAEFER, C. E. G. R.; VIDAL-TORRADO, P. (ed.). **Pedologia: fundamentos**. Viçosa, MG: SBCS, 2012. p. 47-79.

RODERJAN, C. V.; GALVÃO, F.; YOSHIKO, S. K.; HATSCHBACH, G. G. As unidades fitogeográficas do estado do Paraná. **Ciência & Ambiente**, v. 13, n. 24, p. 75-92, 2002.

STRAHLER, A. N. Hypsometric (area-altitude) analysis of erosional topology. **Geological Society of America Bulletin**, v. 63, n. 11, p. 1117-1142, 1952.

STIPP, N. A. F.; CAMPO, R. A.; CAVIGLIONE, J. H. Análise morfométrica da Bacia Hidrográfica do Rio Taquara: uma contribuição para o estudo das ciências ambientais. **Portal da Cartografia**, v. 3, n. 1, 2010.

SUDERHSA. Superintendência de Desenvolvimento de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental. **Mapas e dados espaciais**: Bacias hidrográficas do Paraná. 2007. Disponível em: http://www.iat.pr.gov.br/sites/agua-terra/arquivos_restritos/files/documento/2020-07/bacias_hidrograficas_parana.zip. Acesso em: 10 out. 2020.

SUGUIO, K.; BIGARELLA, J. J. **Ambientes fluviais**. Curitiba: UFPR, 1979.

Embrapa

Florestas

Apoio

