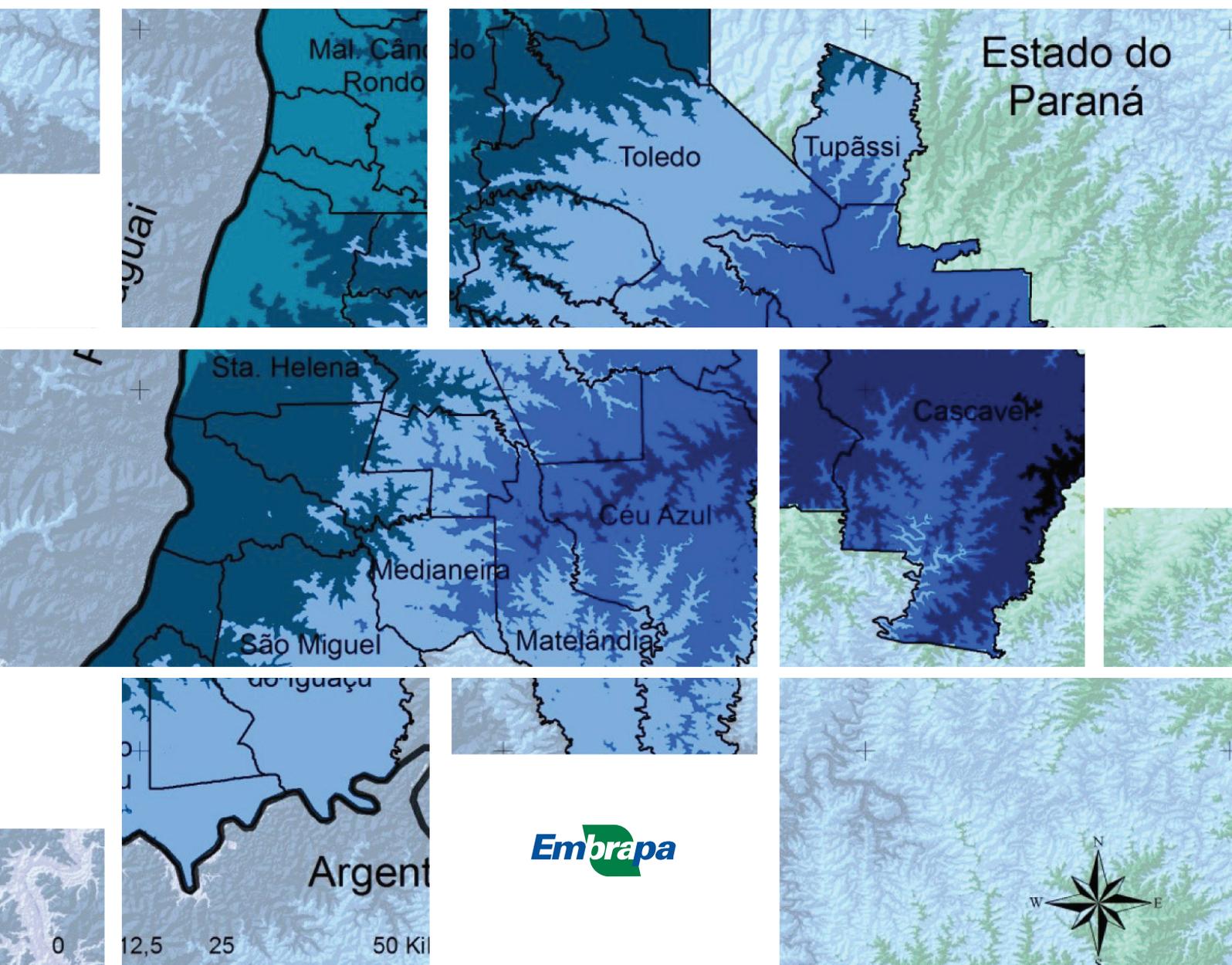


Cartas climáticas dos municípios da Bacia do Paraná 3



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

DOCUMENTOS 314

Cartas climáticas dos municípios da Bacia do Paraná 3

Marcos Silveira Wrege
Paulo Henrique Caramori
Pablo Nitsche
Elenice Fritzsons
Itamar Antônio Bognola
Márcia Toffani Simão Soares
João Bosco Vasconcellos Gomes
Wilson Anderson Holler

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

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
*Álvaro Figueredo dos Santos, Gizelda Maia Rego,
Guilherme Schnell e Schühli, Ivar Wendling, Luis
Cláudio Maranhão Froufe, Maria Izabel Radomski,
Marilice Cordeiro Garrastazu, Valderês Aparecida
de Sousa*

Supervisão editorial
José Elidney Pinto Júnior

Revisão de texto
José Elidney Pinto Júnior

Normalização bibliográfica
Francisca Rasche

Projeto gráfico da coleção
Carlos Eduardo Felice Barbeiro

Editoração eletrônica
Neide Makiko Furukawa

Imagem da capa
Marcos Silveira Wrege

1ª edição
Versão digital (2018)

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

Cartas climáticas dos municípios da Bacia do Paraná 3. [recurso eletrônico] /
Marcos Silveira Wrege ... [et al.]. - Colombo : Embrapa Florestas, 2017.
68 p. : il. color. - (Documentos / Embrapa Florestas, ISSN 1980-3958 ; 314).

Sistema requerido: Adobe Acrobat Reader.

Modo de acesso: World Wide Web:

<<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/item/221>>

Título da página da Web (acesso em 24 jan. 2018)

1. Zoneamento climático. 2. Mudança climática. 3. Disponibilidade de água.
4. Paraná – Brasil. I. Wrege, Marcos Silveria. II. Caramori, Paulo Henrique. III.
Nitsche, Pablo. IV. Fritzsos, Elenice. V. Bognola, Itamar Antônio. VI. Soares,
Márcia Toffani Simão. VII. Gomes, João Bosco Vasconcellos. VIII. Holler, Wilson
Anderson. V. Série.

CDD (21. ed.) 630.25158162

Autores

Marcos Silveira Wrege

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

Paulo Henrique Caramori

Engenheiro-agrônomo, doutor em Agronomia, pesquisador do Iapar, Londrina, PR

Pablo Nitsche

Engenheiro-agrônomo, mestre em Agronomia, pesquisador do Iapar, Londrina, PR

Elenice Fritzsos

Engenheira-agrônoma, doutora em Engenharia Florestal, pesquisadora da Embrapa Florestas, Colombo, PR

Itamar Antônio Bognola

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

Márcia Toffani Simão Soares

Engenheira-agrônoma, doutora em Agronomia, pesquisadora da Embrapa Florestas, Colombo, PR

João Bosco Vasconcellos Gomes

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

Wilson Anderson Holler

Engenheiro cartógrafo, especialista em Geoprocessamento, analista da Embrapa Florestas, Colombo, PR

Apresentação

As cartas climáticas dos municípios da Bacia do Paraná 3, estado do Paraná, trazem a cartografia das variáveis meteorológicas macroclimáticas em escala semidetalhada da região, apresentadas em mapas feitos em sistemas de informações geográficas, na escala 1:25.000. O conhecimento dos padrões espaciais das principais variáveis climáticas é de considerável relevância para o planejamento das atividades agrícolas, florestais e pecuária, auxiliando na escolha das espécies mais bem adaptadas ao tipo de clima dos municípios, em uma região onde a distribuição espacial das variáveis é bastante desigual.

Espera-se que, com a disponibilização destas cartas climáticas, seja possível auxiliar a comunidade dos municípios integrantes da Bacia do Paraná 3 no planejamento de suas atividades rurais, trazendo importantes informações sobre o clima da região.

Sérgio Gaiad

Chefe Adjunto de Pesquisa e Desenvolvimento

Sumário

Introdução.....	9
Metodologia.....	11
Base de dados climáticos usada para o cálculo dos mapas de temperaturas, risco de geada e horas de frio	11
Mapeamento das temperaturas, do risco de geada e das horas de frio.....	12
Mapeamento da pluviosidade, da disponibilidade hídrica e da insolação.....	12
Relevo da região da Bacia do Paraná 3.....	13
Temperaturas média, média das mínimas, mínimas absolutas, máximas e máximas absolutas	14
Risco de geadas.....	45
Horas de frio (< 7,2 °C) acumuladas no outono-inverno (maio-setembro).....	46
Pluviosidade	47
Disponibilidade hídrica	54
Insolação	61
Considerações finais	67
Agradecimentos.....	67
Referências	68

Introdução

A Bacia do Paraná 3 foi instituída pelo Decreto Estadual nº. 2.924, de 5 de maio de 2004 (INSTITUTO DAS ÁGUAS DO PARANÁ, 2017). O objetivo desta divisão de bacias foi priorizar o seu planejamento minucioso e aproximar o debate sobre o uso da água com as organizações do estado, para assegurar a qualidade dos recursos hídricos e qualidade de vida às gerações futuras.

A Bacia (Figura 1), localizada no sudoeste do estado do Paraná, é composta por 29 municípios (Figura 2) em uma área de 7.979 km². Situa-se nas latitudes médias, entre os paralelos 24°S e 25°40'S, próxima da faixa de transição climática, situada no paralelo 23°27'S, referente ao trópico de Capricórnio. Possui também grandes variações do relevo, o qual favorece a formação de microclimas e torna importante a caracterização climática em nível municipal e em escala semidetalhada (1:25.000).

A região é privilegiada, rica em recursos naturais, biodiversidade, abundância de água e excelentes solos. Porém, como toda fronteira agrícola, também sofreu as consequências do desmatamento acelerado e da ocupação territorial desordenada, ocorridos com mais intensidade a partir de 1950, resultado inclusive das políticas agrícolas em vigor no país (ITAIPU BINACIONAL, 2017).

A vegetação predominante é composta por florestas subtropicais conhecidas por “Floresta Estacional Semidecidual”, além dos banhados conhecidos como “charcos”. A região sofreu mudança com a formação da barragem do lago de Itaipu, que cobriu grandes extensões de várzeas. A porção sudeste da bacia apresenta formações transitórias com a Floresta com Araucária, enquanto que a porção noroeste, com a Savana do Mato Grosso do Sul (INSTITUTO DAS ÁGUAS DO PARANÁ, 2017).

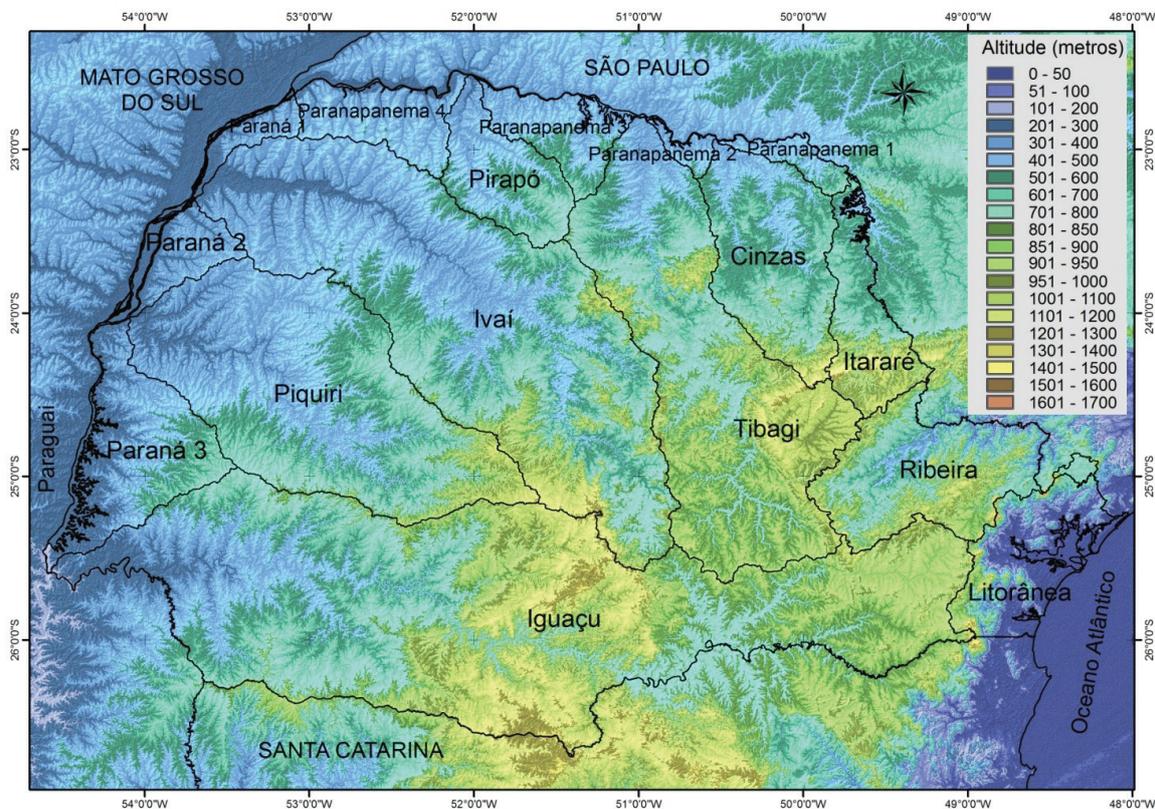


Figura 1. Mapa das bacias hidrográficas do estado do Paraná (INSTITUTO DAS ÁGUAS DO PARANÁ, 2017) e mapa de altitude (U.S. GEOLOGICAL SURVEY, 1999).

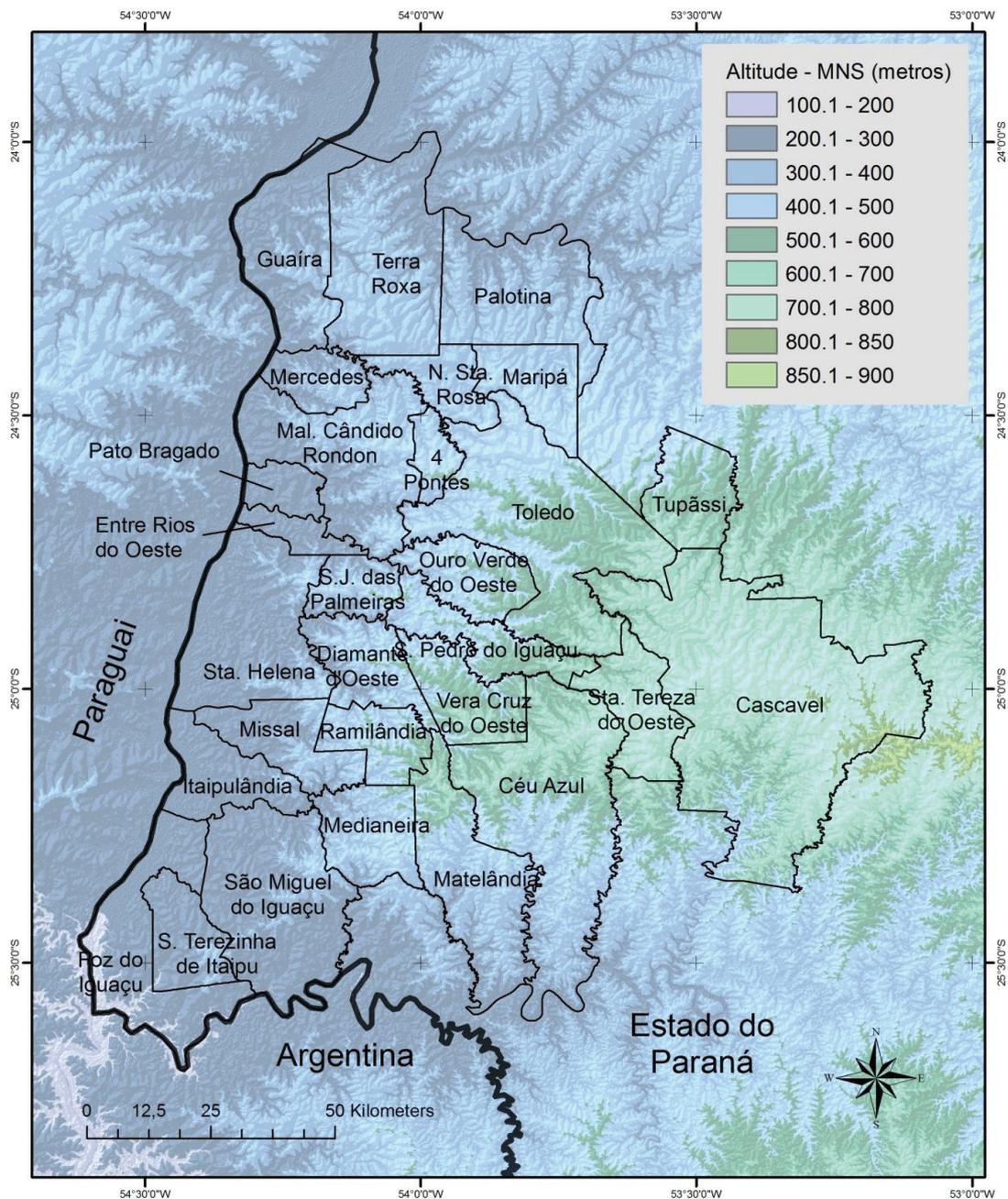


Figura 2. Mapa dos municípios da Bacia do Paraná 3 (IBGE, 2001) e mapa de altitude.

Nessa região, o uso e ocupação dos solos mais comuns são com a agricultura intensiva, destacando-se a soja, o milho e o trigo, além das pastagens (INSTITUTO DAS ÁGUAS DO PARANÁ, 2017), ocorrendo uma faixa de uso misto que segue do sul até a região central da bacia. Existem ainda pequenas áreas de cobertura florestal e concentrações urbanas e industriais, com destaque para as regiões de Foz do Iguaçu e Cascavel (PARANÁ, 2010). A ocupação dos solos com culturas florestais é ainda muito pouco disseminada na região, porém essa realidade poderá mudar nas próximas décadas, pois o sul é uma das regiões mais importantes para o setor florestal do país, com o cultivo de espécies introduzidas, como os eucaliptos (*Eucalyptus grandis*, o híbrido *urograndis* (*E. urophylla* x *E. grandis*), *E. benthamii*, *E. dunnii*, etc.) e os pinus (*Pinus taeda* e *P. elliottii*).

Por essa razão, fez-se o mapeamento da região, baseando-se nas informações contidas no Atlas Climático da Região Sul do Brasil (WREGE et al., 2011), de onde foram obtidas as regressões e

os valores das variáveis climáticas para uso no mapeamento, em uma escala que permitiu melhor detalhamento da região.

O clima exerce influência em praticamente todas as atividades desenvolvidas pelo homem. No meio ambiente, interfere na formação e na dinâmica dos diferentes ecossistemas e, no campo agrônomo, afeta a produção agrícola, silvícola e pecuária, sendo um dos principais elementos relacionados à frustração de safras. Na região Sul do Brasil - uma das regiões agrícolas mais importantes do país - essa influência é particularmente importante considerando os riscos de geadas, a ocorrência de temperaturas desfavoráveis e as estiagens que podem afetar negativamente a produção. Desta forma, o conhecimento do clima é um instrumento importante para o estudo, o planejamento e a gestão ambiental.

As plantas têm diferentes graus de tolerância aos estresses ambientais e o conhecimento dessas limitações é essencial para o ordenamento territorial, principalmente na região Sul do país, onde a variabilidade climática é muito grande. Sabe-se que algumas espécies não se desenvolvem em regiões com geadas e temperaturas mínimas muito baixas. Outras não se desenvolvem onde as temperaturas máximas são altas, mas toleram as geadas. O déficit hídrico também é importante para a definição destes fatores ambientais e tem influência na delimitação da ocorrência da maioria das espécies, afetando também o seu crescimento. O ambiente tropical é caracterizado por chuvas intermitentes, ocorrendo períodos de estiagem em alguns momentos e excesso de chuvas em outros, devido à sua distribuição irregular, afetando o balanço hídrico e, conseqüentemente, a produtividade das culturas. Assim, o clima é um dos fatores que tem forte influência na escolha dos locais mais indicados para plantio, incluindo-se as espécies florestais de valor comercial.

O objetivo da criação destas cartas climáticas é apresentar de forma simples e com maior detalhamento o padrão climático da região da Bacia do Paraná 3 e contribuir, assim, para as pesquisas nos setores da agricultura, pecuária e florestas, em nível regional.

Metodologia

Base de dados climáticos usada para o cálculo dos mapas de temperaturas, risco de geada e horas de frio

Foi utilizada uma rede de 33 estações meteorológicas, cujos dados foram analisados, verificando sua consistência e completude e corrigindo os erros existentes, sempre que possível, buscando-se usar o mesmo período de referência (anos) para todas as estações meteorológicas. Foram selecionadas para o trabalho aquelas com os dados mais completos e consistentes.

Os mapas de temperaturas, de riscos de geada e de horas de frio foram estabelecidos com a série temporal de dados climáticos fornecidos pelo Instituto Agrônomo do Paraná (Iapar), analisando o período-base 1976-2005.

Quanto às geadas, existem formas indiretas de calcular os riscos, por meio das temperaturas mínimas ocorridas junto à relva ou em abrigos meteorológicos. Grodzki et al. (1996), em estudo efetuado no estado do Paraná, relacionaram a ocorrência de geadas com temperaturas mínimas. No presente trabalho, foi utilizada essa relação para calcular os riscos com dados de temperatura mínima registradas diariamente no abrigo meteorológico e calcular as frequências de temperaturas mínimas inferiores a 3 °C no mês mais frio do ano (julho), da seguinte maneira:

$$\text{Frequência de geadas} = (n / N) \times 100$$

Em que:

n : número de anos com geada, em que a temperatura mínima do ar atingiu menos de 3 °C no abrigo meteorológico, em cada estação meteorológica.

N : número total de anos (anos com geada + anos sem geada), em cada estação meteorológica.

Utilizou-se a temperatura mínima de 3 °C no abrigo meteorológico (situado a cerca de 1,5 m de altura). Essa temperatura medida no abrigo está relacionada à ocorrência de geadas, pois existe um gradiente de temperatura superior a 4 °C até a superfície do solo (relva), devido à inversão térmica que ocorre em noites frias e sem vento (SILVA; SENTELHAS, 2001).

Assim, analisando-se a série de dados de cada estação, sempre que a temperatura mínima diária, registrada no abrigo meteorológico, foi inferior ou igual a 3 °C, foi associado o valor “1” e, caso contrário, foi atribuído o valor “0”. No passo seguinte, foram calculadas as probabilidades de ocorrência de pelo menos uma geada por mês em julho. Adotando-se este procedimento, se dentro de um dado ano houvesse ocorrido uma ou mais geadas em julho, aquele ano foi computado como “1” ($n > 0$), independente do número de vezes de ocorrência de geada, caso contrário, foi computado “0” (WREGE et al., 2004). Ao final, foi calculada a média entre os anos.

Mapeamento das temperaturas, do risco de geada e das horas de frio

Para a elaboração dos mapas de temperatura, riscos de geada ou horas de frio, para cada estação meteorológica, foram utilizadas regressões lineares múltiplas construídas com essas variáveis, em função da altitude (Modelo Numérico de Superfície - MNS), da latitude e da longitude, de acordo com a metodologia de Pinto et al. (1972). Os riscos foram calculados com os dados organizados e compilados por Wrege et al. (2011).

Utilizou-se o MNS gerado a partir das cartas do Exército, que reproduz as cotas altimétricas da região da Bacia do Paraná 3, gerando uma “grade” hipsométrica uniforme, com valores de altitude a cada dez metros. Foram elaborados, ainda, modelos dos paralelos e dos meridianos. Os modelos reproduzem a latitude e a longitude da Bacia do Paraná 3, também com valores a cada dez metros, na escala 1:25.000, assim como o MNS.

Assim, foram criados os três mapas básicos, correspondendo às variáveis independentes da equação de regressão, com os modelos numéricos (grades) necessários para a construção do mapa de temperaturas, riscos de geada e horas de frio (variáveis dependentes da equação). A equação foi usada na função calculadora de mapas (*raster calculator*) do programa ArcGIS 10.

Foram utilizados mapas dos limites municipais, divisas estaduais e fronteira federal do IBGE (2001), mapas oficiais do Brasil, para efetuar os recortes dos mapas da região.

Os mapas foram classificados delimitando as zonas pelas temperaturas a cada 1 °C; os riscos de geadas, com intervalos a cada 10% de risco, variando de 0% a 100%, onde 0% representa a não ocorrência de geadas e 100% o máximo risco de ocorrência de geadas; e as horas de frio, a cada 50 horas acumuladas entre 0 e 250.

As figuras foram geradas com o uso do MNS, formando uma “grade” com valores a cada dez metros, na escala 1:25.000.

Mapeamento da pluviosidade, da disponibilidade hídrica e da insolação

A pluviosidade, a disponibilidade hídrica e a insolação foram mapeadas por geoestatística, pelo método de krigagem ordinária, usando para esse fim modelos de semivariogramas. Foram usados

valores médios mensais das variáveis climáticas em conjunto com as coordenadas geográficas em graus decimais.

Os parâmetros da estrutura de dependência espacial, úteis no processo de predição pela geostatística avaliados neste trabalho foram: alcance (a), determinado pela distância dentro da qual as amostras apresentam-se correlacionadas espacialmente; patamar (C) que representa o valor da semivariância correspondente ao alcance; efeito pepita (C_0) que revela a descontinuidade do semivariograma para distâncias menores que a menor distância entre as amostras, representadas pelas estações meteorológicas.

Relevo da região da Bacia do Paraná 3

O relevo da Bacia do Paraná 3, na região sudoeste do estado do Paraná, situa-se em latitudes médias e caracteriza-se por apresentar considerável variação altitudinal, entre 101 m e 874 m. Essa amplitude de 773 m, em uma zona de latitudes médias, interfere consideravelmente nos padrões climáticos, principalmente na temperatura e no balanço hídrico, pois a região se configura como sendo de transição climática, desde o clima tropical, no vale do Paraná, para o temperado, nas regiões com altitudes superiores aos 500 m. Situa-se muito próxima do trópico de Capricórnio ($23^{\circ}27'S$), linha imaginária que separa a zona de clima tropical da temperada (Figura 3).

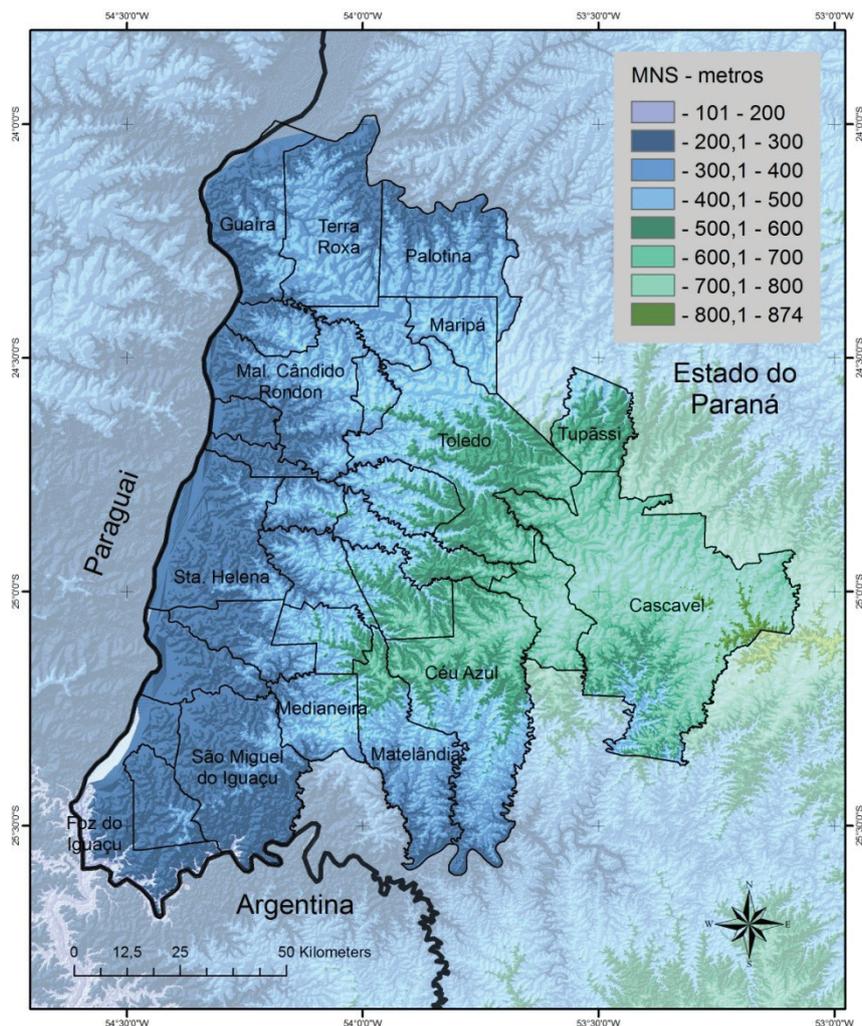


Figura 3. Altitude na região dos municípios da Bacia do Paraná 3 (Modelo Numérico de Superfície - MNS).

Temperaturas média, média das mínimas, mínimas absolutas, máximas e máximas absolutas

A caracterização do ambiente onde as plantas vivem, principalmente do clima, é essencial para o planejamento de uso e ocupação da terra e para a definição dos nichos ecológicos. As espécies têm limites climáticos para se desenvolver. Algumas são adaptadas às regiões mais frias, com risco de geada e temperaturas mínimas abaixo de zero, quando a água atinge o ponto de congelamento. Outras são adaptadas às regiões mais quentes, sem ocorrência de geada e com temperaturas máximas altas. Desse modo, fez-se a caracterização climática da região, considerando as principais variáveis de importância agrônômica, entre as quais as temperaturas.

Assim, as plantas têm diferentes graus de tolerância aos estresses ambientais e o conhecimento destas limitações é importante para auxiliar o planejamento de uso e ocupação da terra, principalmente nos municípios do sul do Brasil, entre os quais os pertencentes à região da Bacia do Paraná 3. Esses municípios estão situados no sudoeste do estado do Paraná, uma região com vocação agrícola e que apresenta grande variação espacial do clima, causada pela combinação das latitudes médias com a variação do relevo, conforme é apresentado nas Figuras 4 a 63. Nessas figuras, são apresentados mapas das temperaturas médias, média das mínimas, média das mínimas absolutas, média das máximas e média das máximas absolutas.

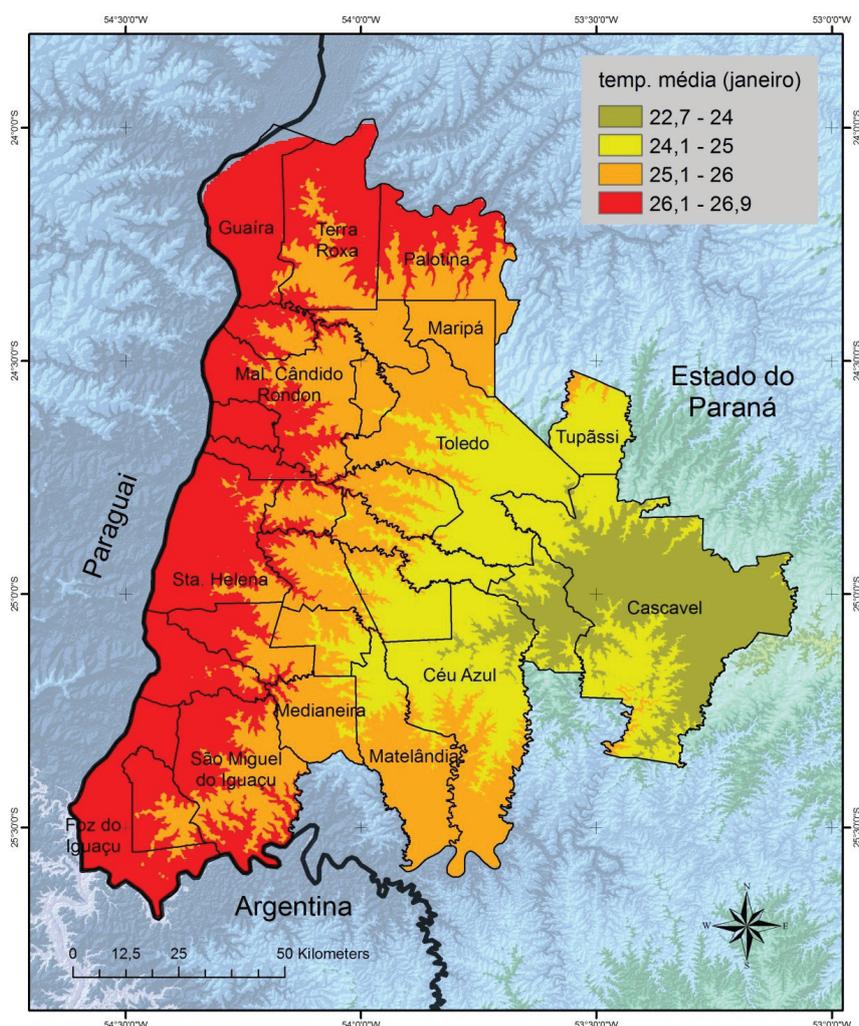


Figura 4. Temperatura (°C) média em janeiro na região da Bacia do Paraná 3.

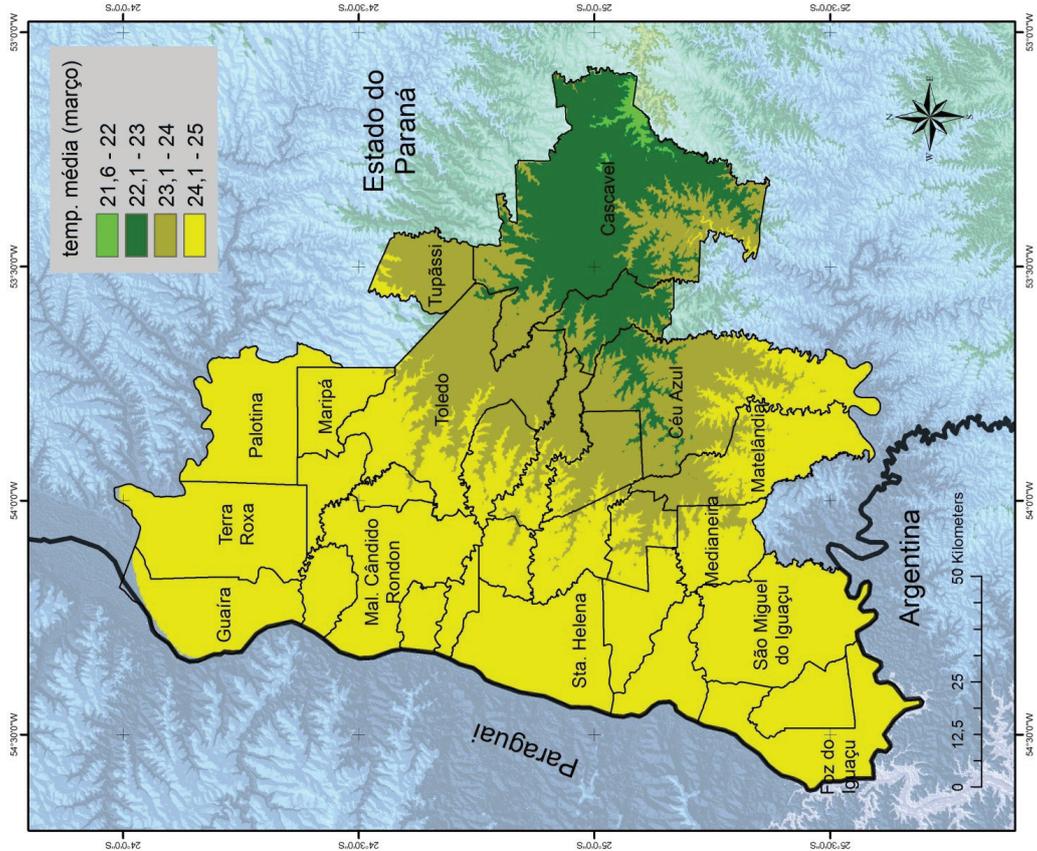


Figura 6. Temperatura (°C) média em março na região da Bacia do Paraná 3.

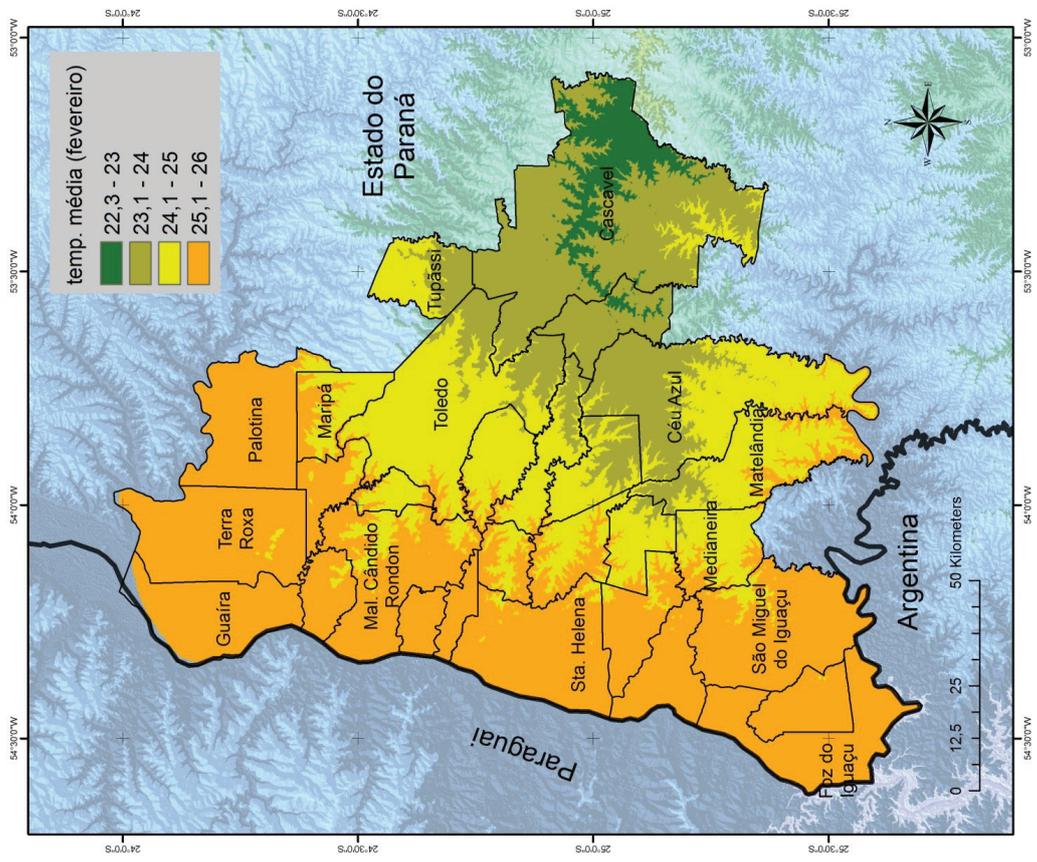


Figura 5. Temperatura (°C) média em fevereiro na região da Bacia do Paraná 3.

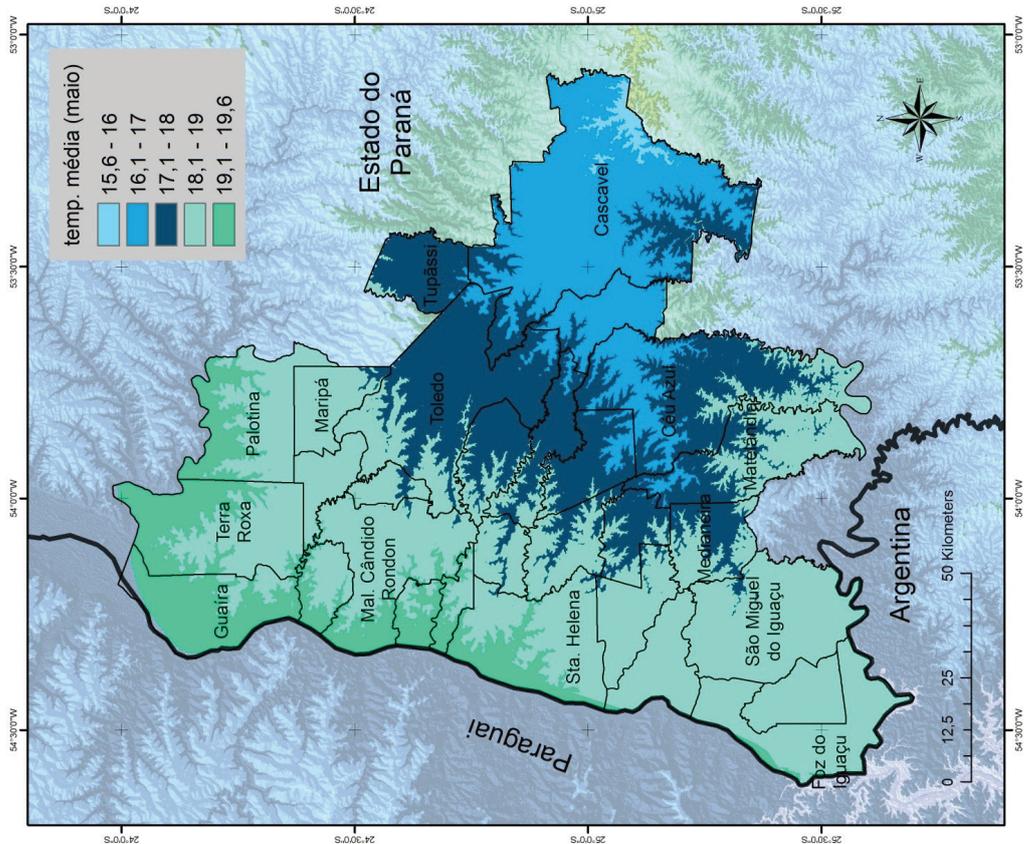


Figura 8. Temperatura (°C) média em maio na região da Bacia do Paraná 3.

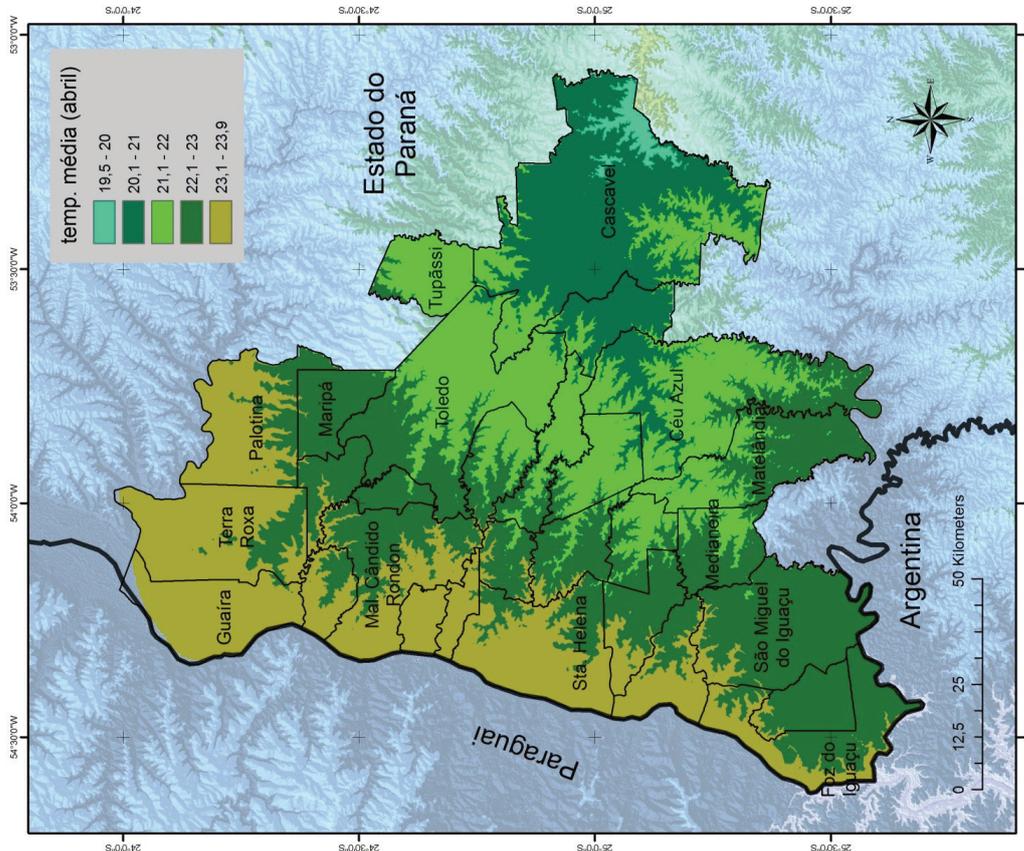


Figura 7. Temperatura (°C) média em abril na região da Bacia do Paraná 3.

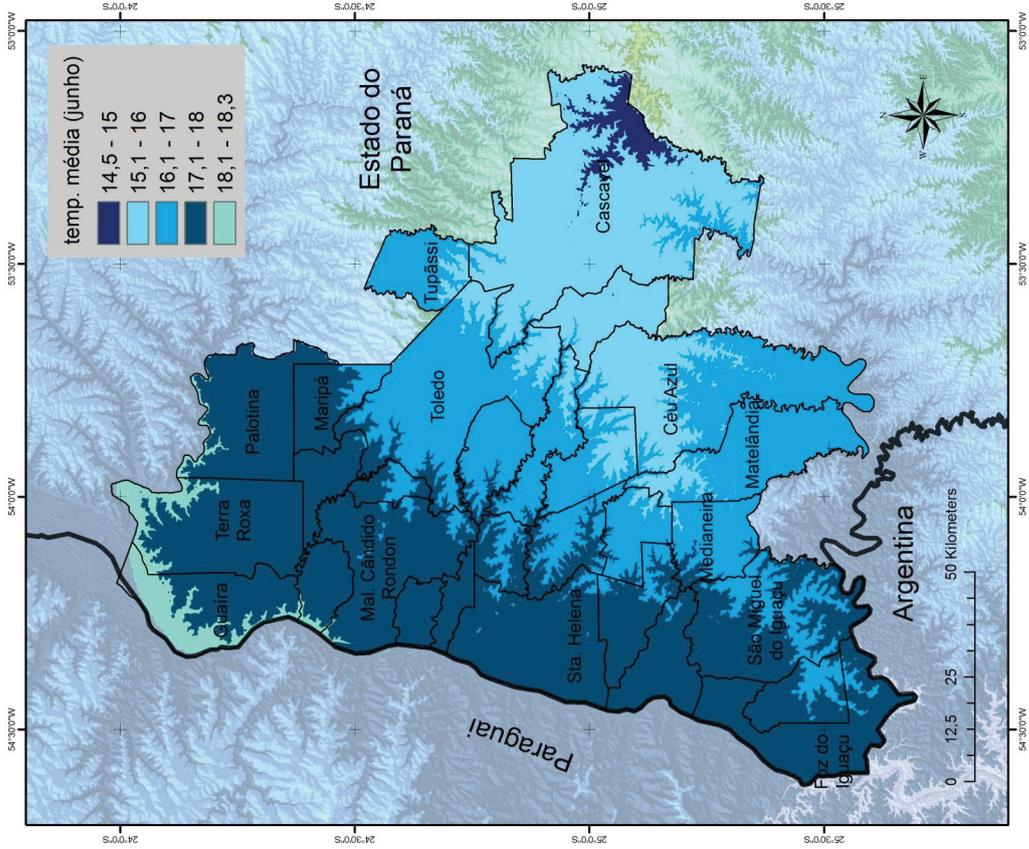


Figura 10. Temperatura (°C) média em junho na região da Bacia do Paraná 3.

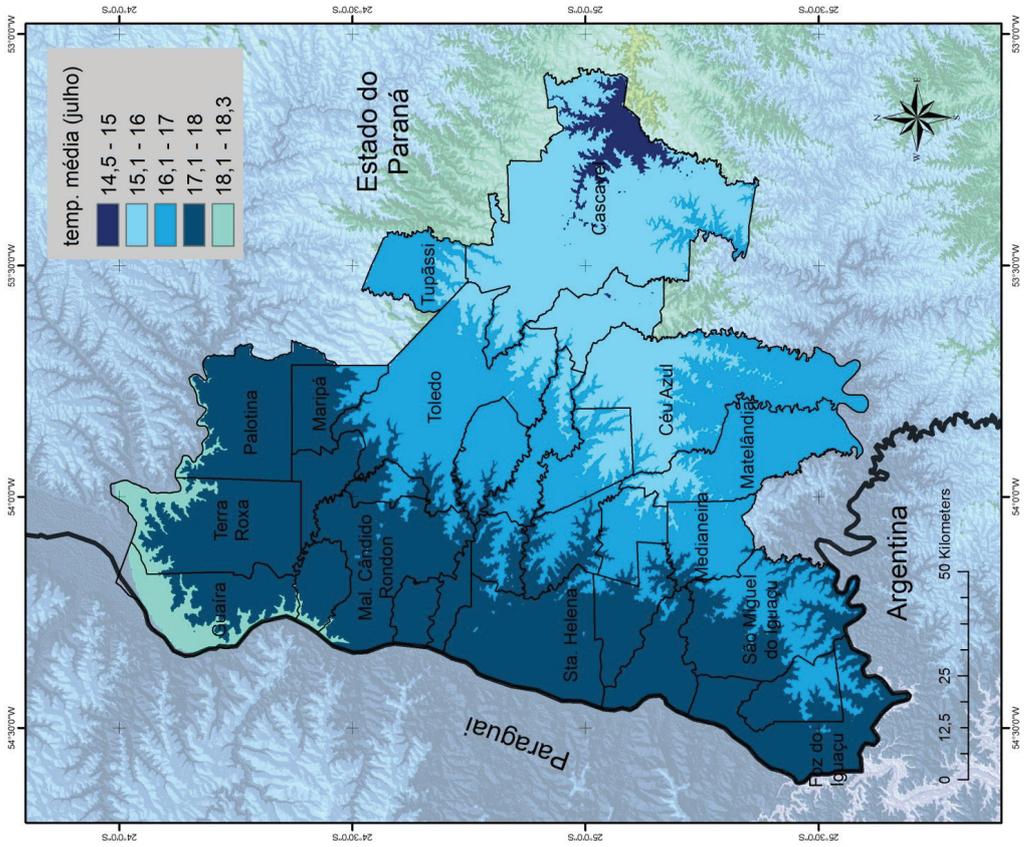


Figura 9. Temperatura (°C) média em junho na região da Bacia do Paraná 3.

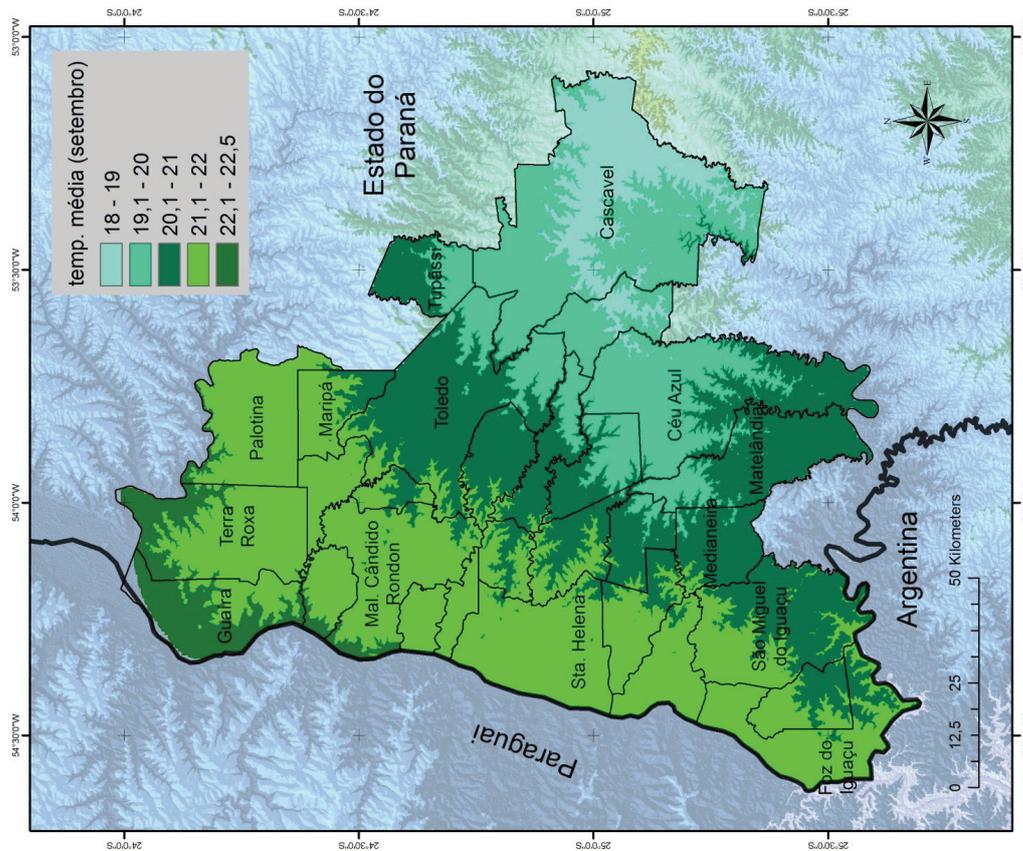


Figura 12. Temperatura (°C) média em setembro na região da Bacia do Paraná 3.

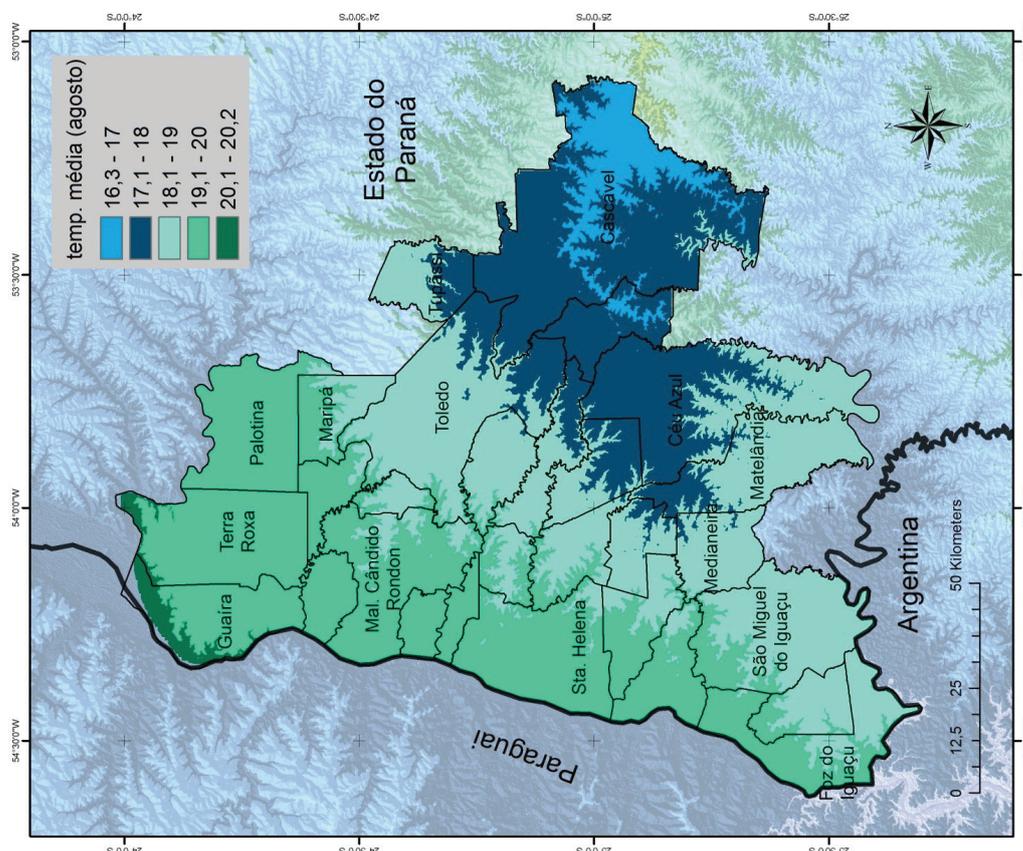


Figura 11. Temperatura (°C) média em agosto na região da Bacia do Paraná 3.

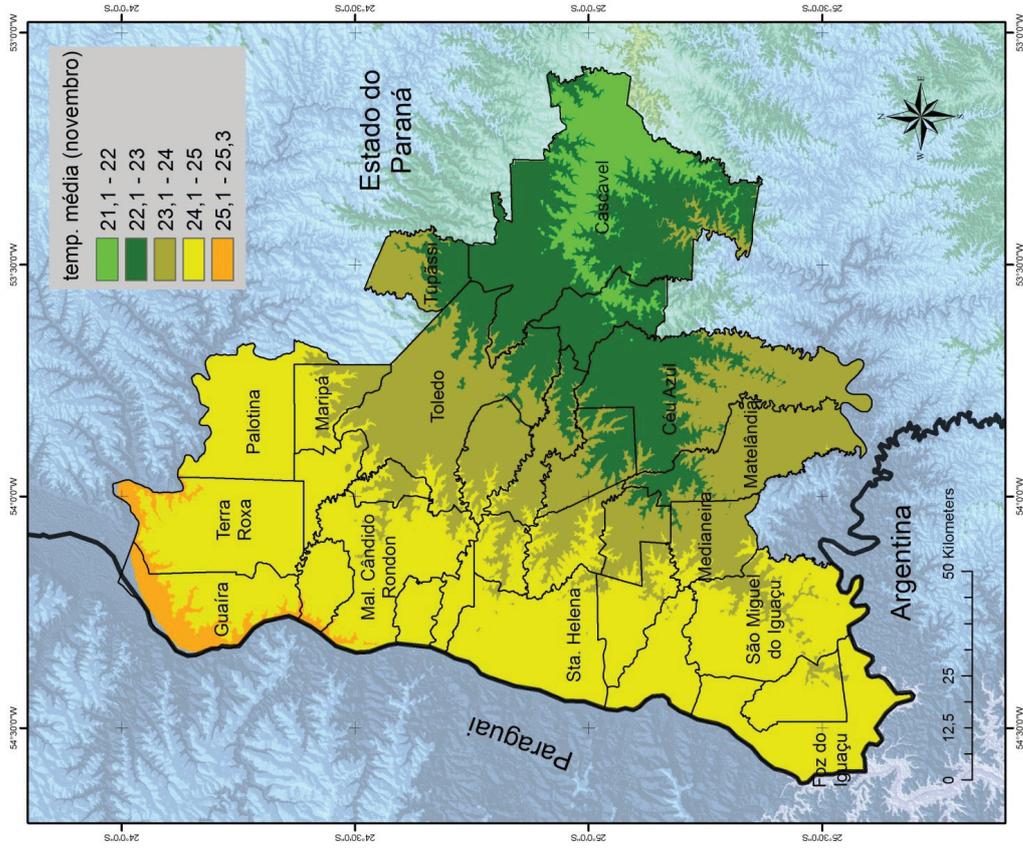


Figura 14. Temperatura (°C) média em novembro na região da Bacia do Paraná 3.

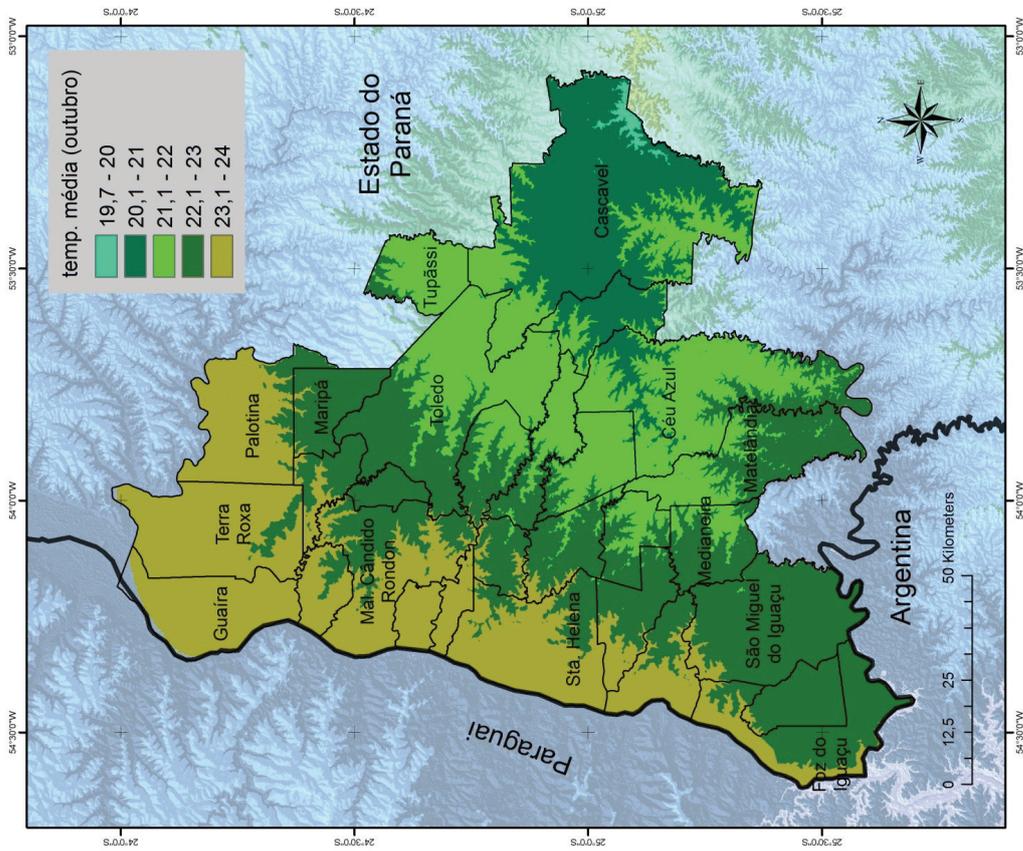


Figura 13. Temperatura (°C) média em outubro na região da Bacia do Paraná 3.

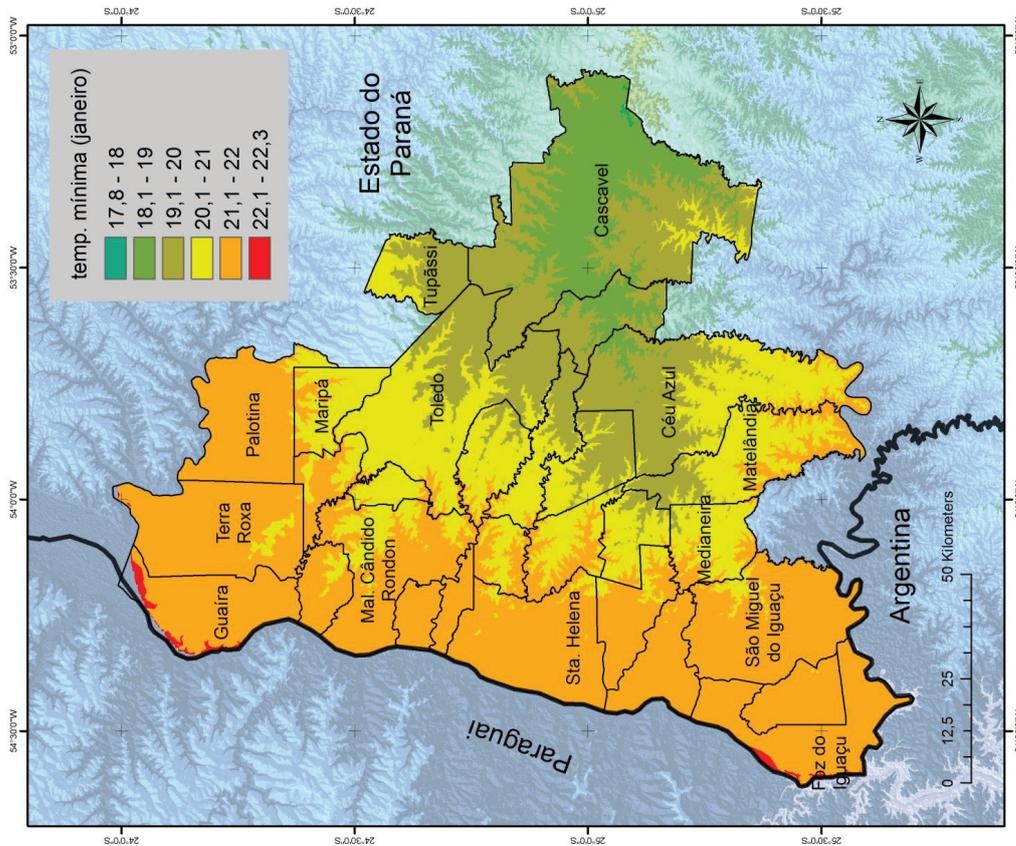


Figura 16. Temperatura (°C) mínima em janeiro na região da Bacia do Paraná 3.

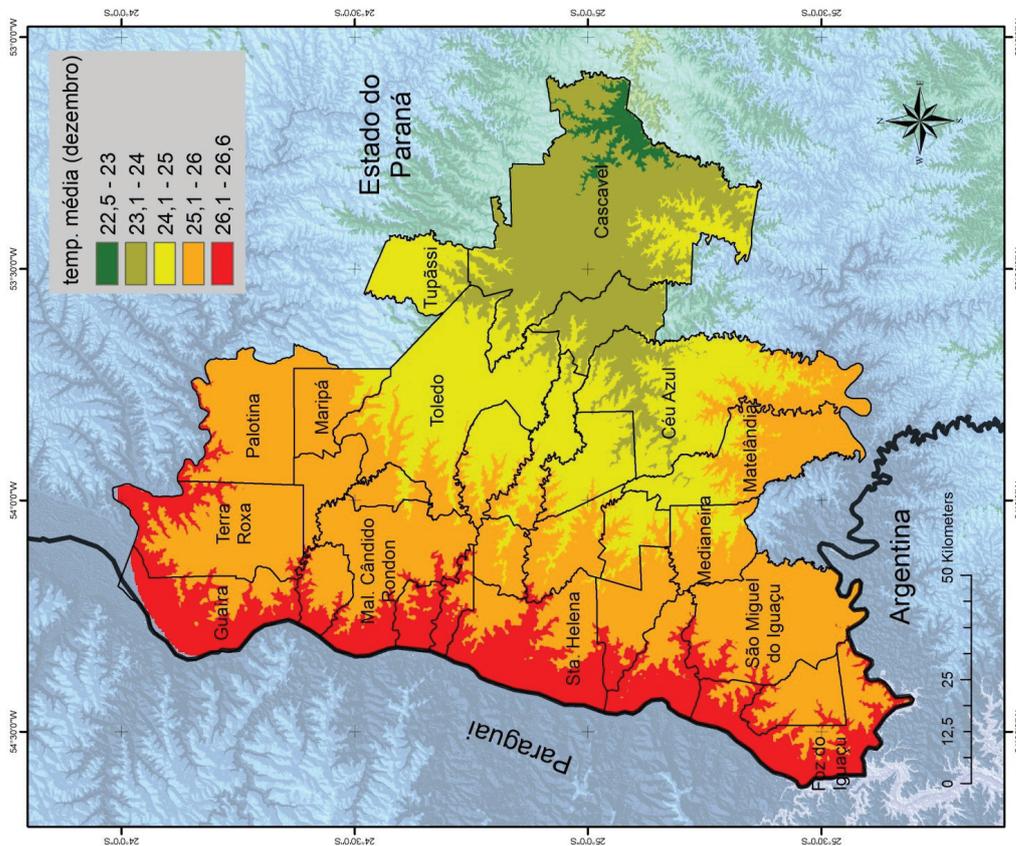


Figura 15. Temperatura (°C) média em dezembro na região da Bacia do Paraná 3.

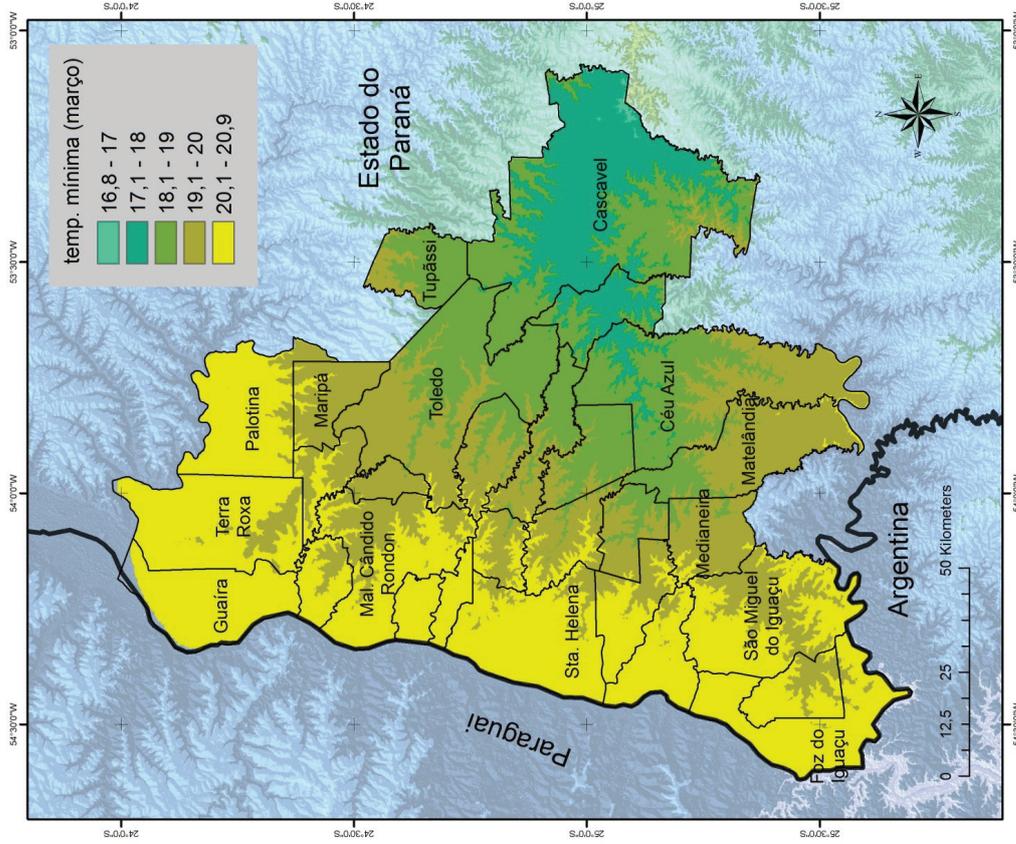


Figura 18. Temperatura (°C) mínima em março na região da Bacia do Paraná 3.

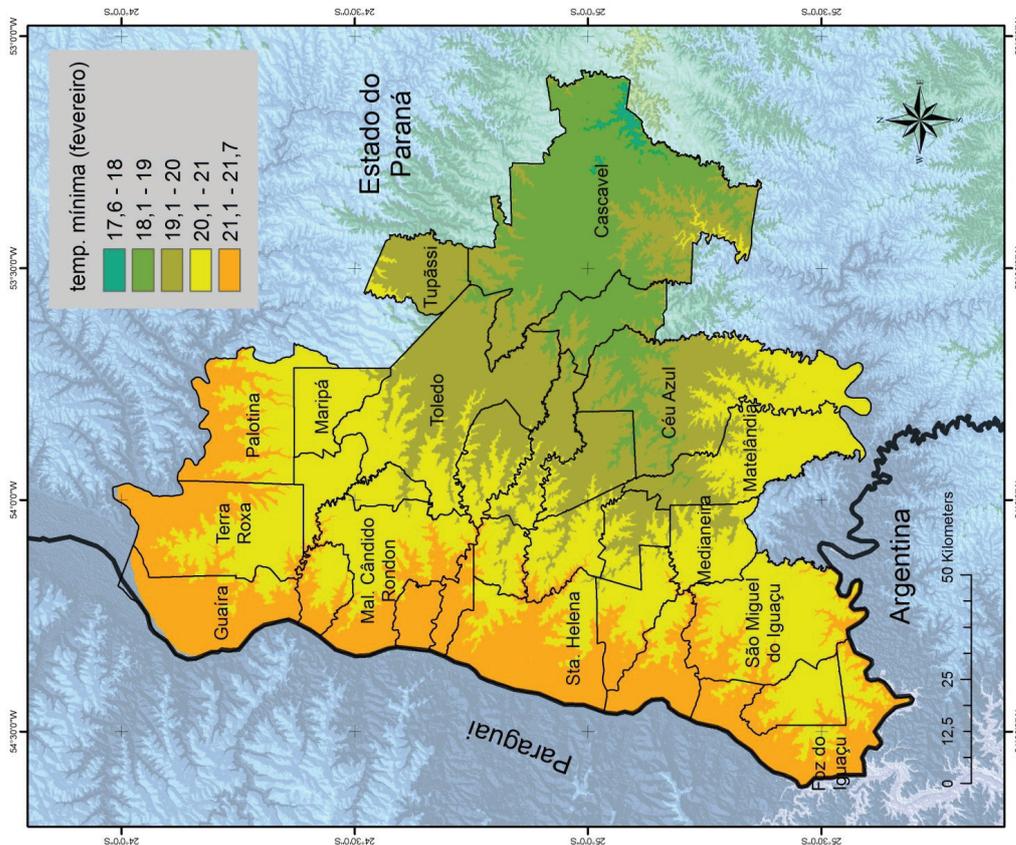


Figura 17. Temperatura (°C) mínima em fevereiro na região da Bacia do Paraná 3.

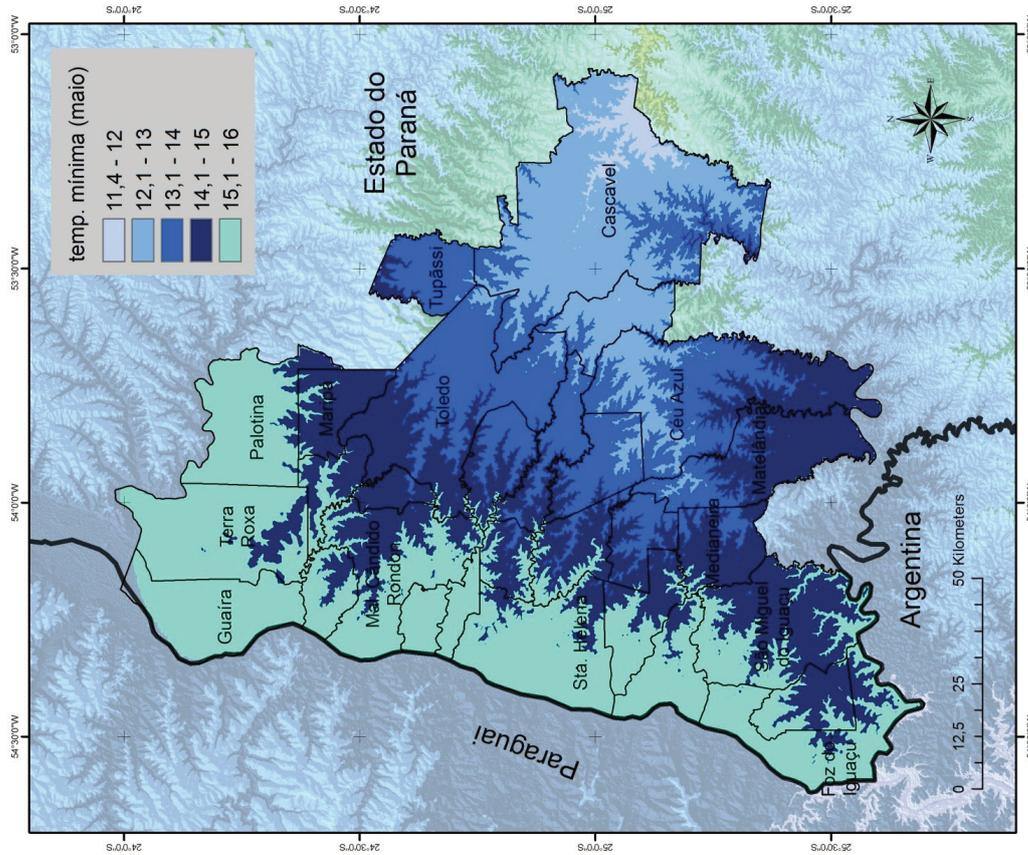


Figura 20. Temperatura (°C) mínima em maio na região da Bacia do Paraná 3.

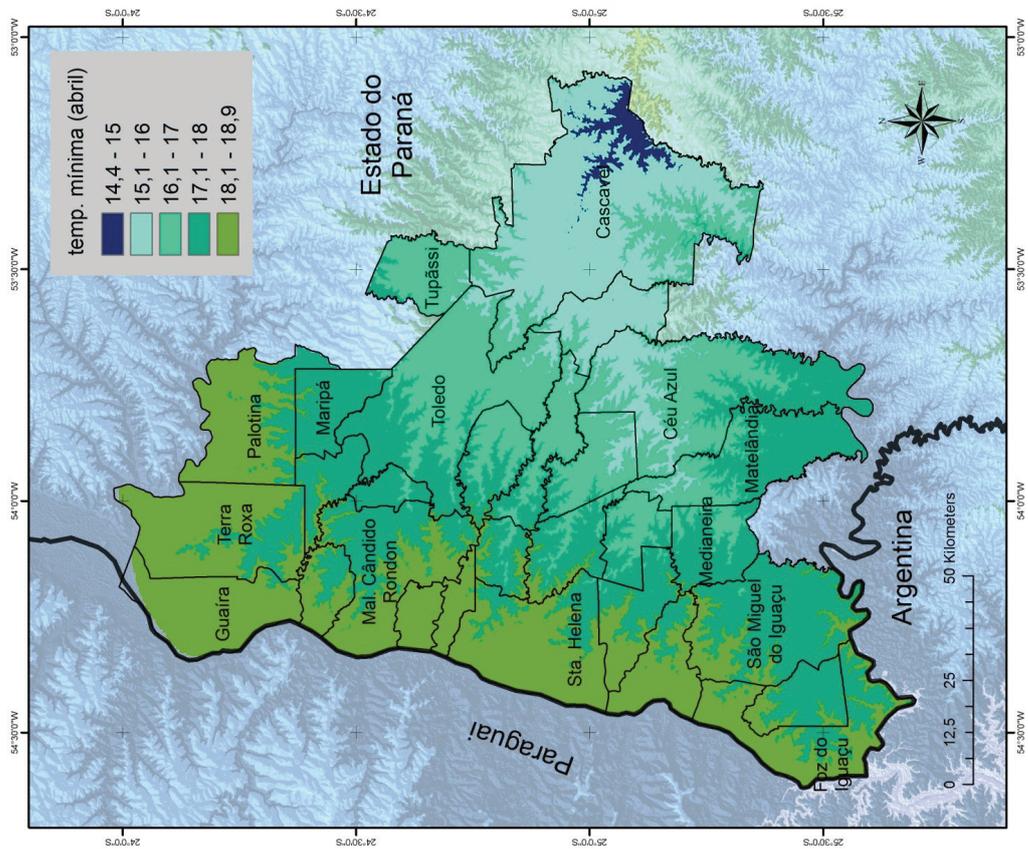


Figura 19. Temperatura (°C) mínima em abril na região da Bacia do Paraná 3.

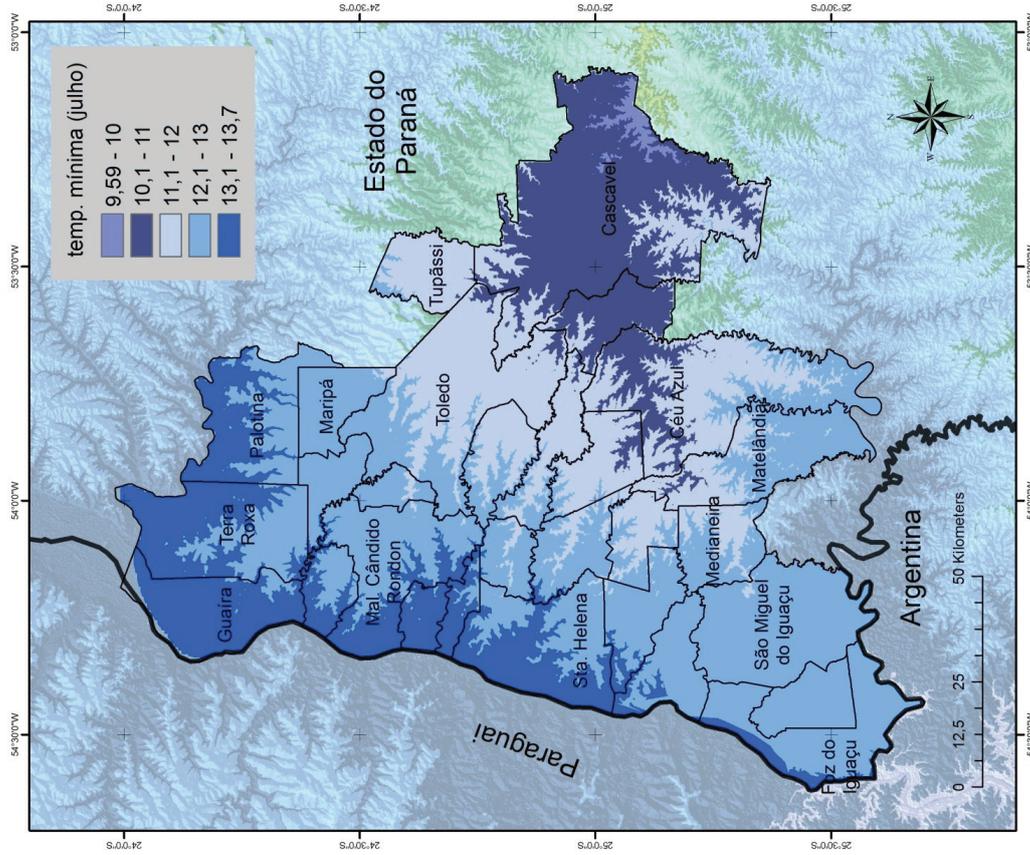


Figura 22. Temperatura (°C) mínima em julho na região da Bacia do Paraná 3.

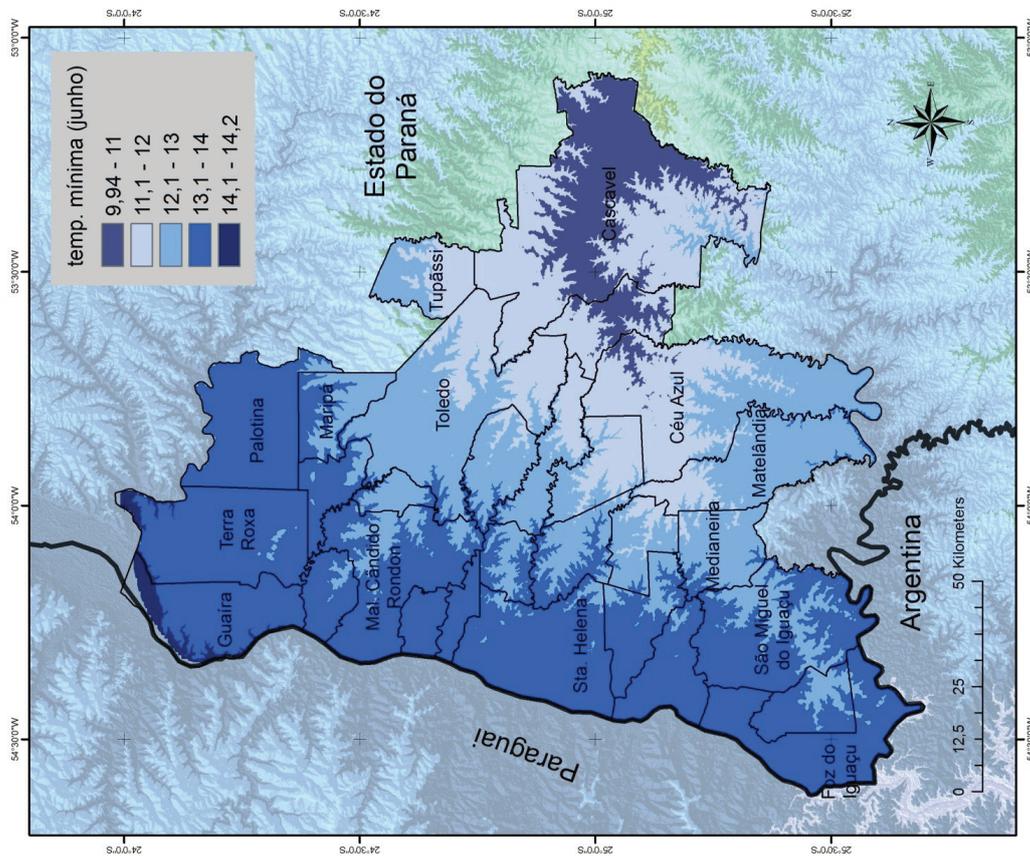


Figura 21. Temperatura (°C) mínima em junho na região da Bacia do Paraná 3.

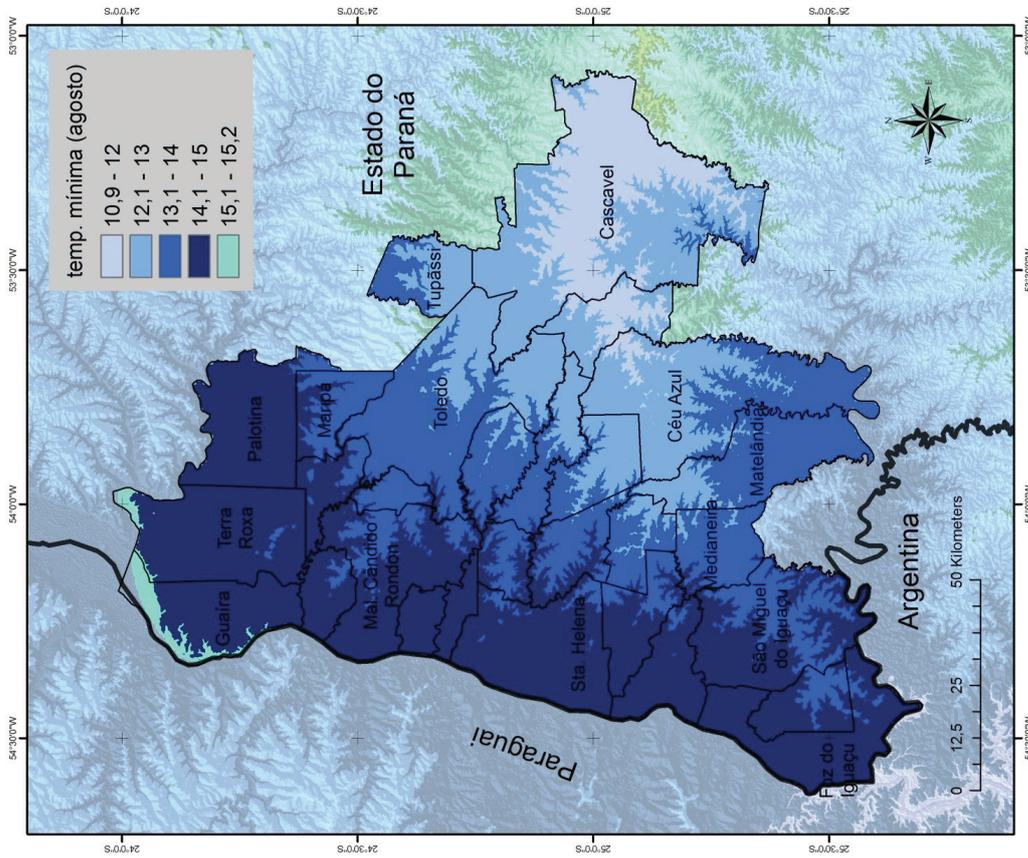
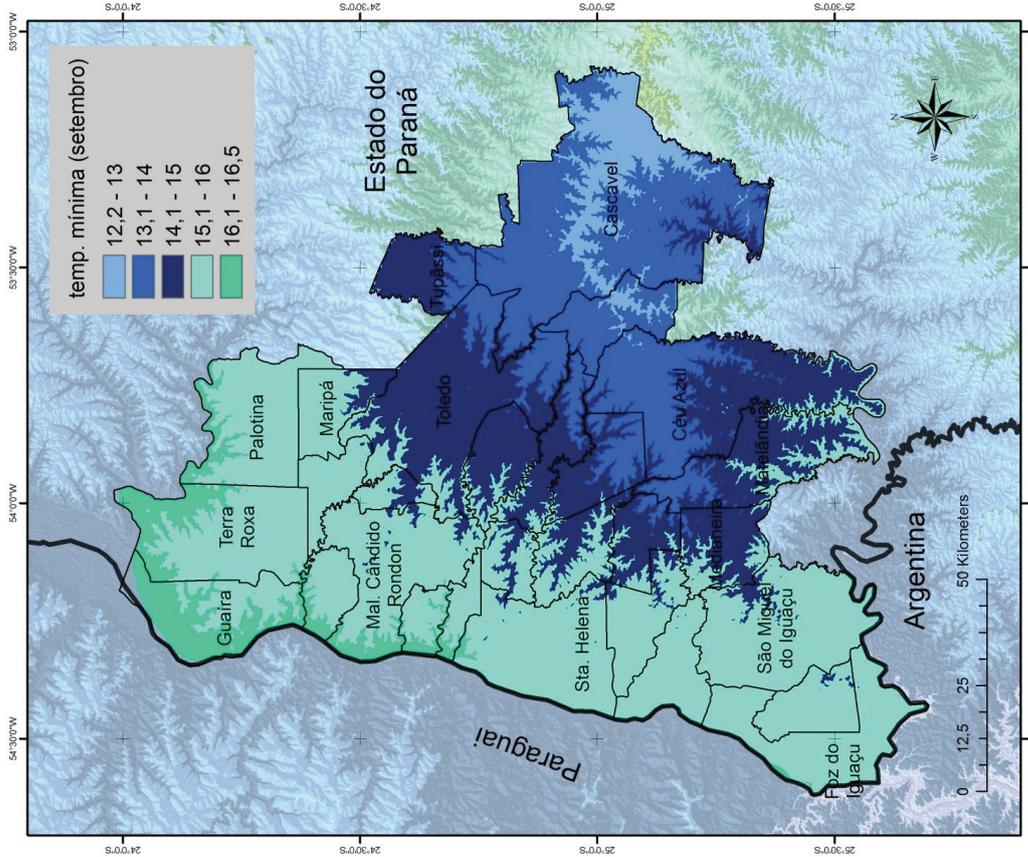


Figura 24. Temperatura (°C) mínima em setembro na região da Bacia do Paraná 3.

Figura 23. Temperatura (°C) mínima em agosto na região da Bacia do Paraná 3.

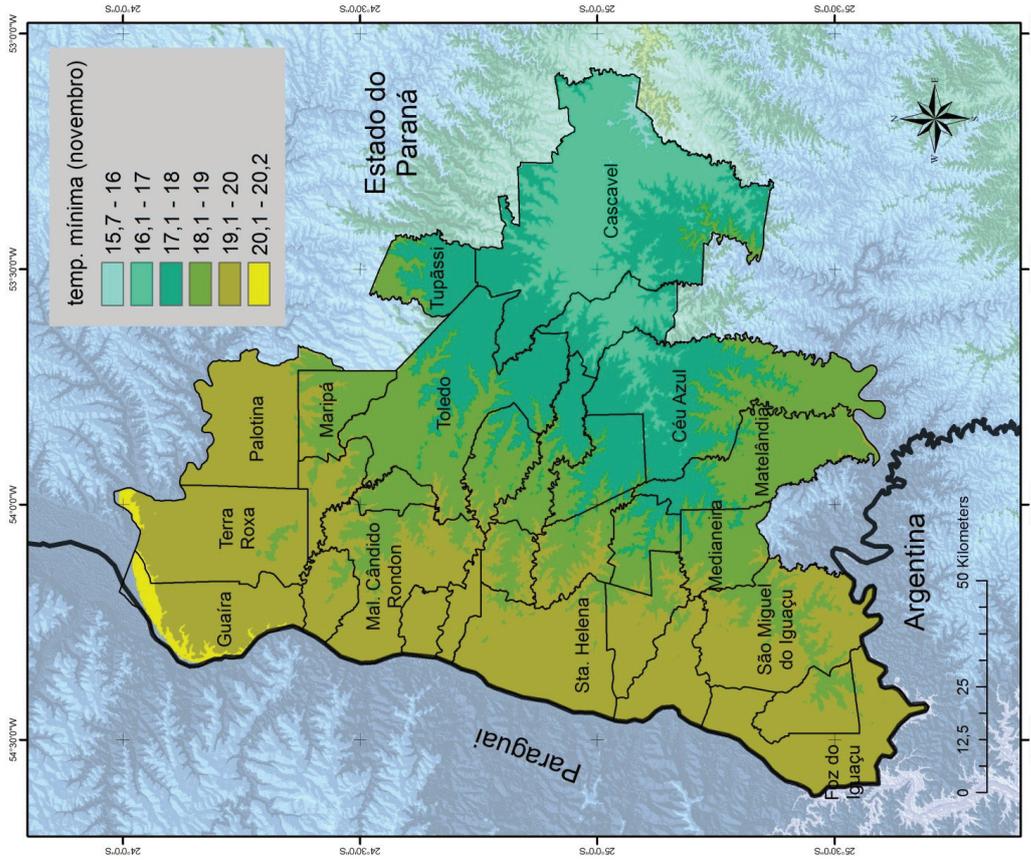


Figura 26. Temperatura (°C) mínima em novembro na região da Bacia do Paraná 3.

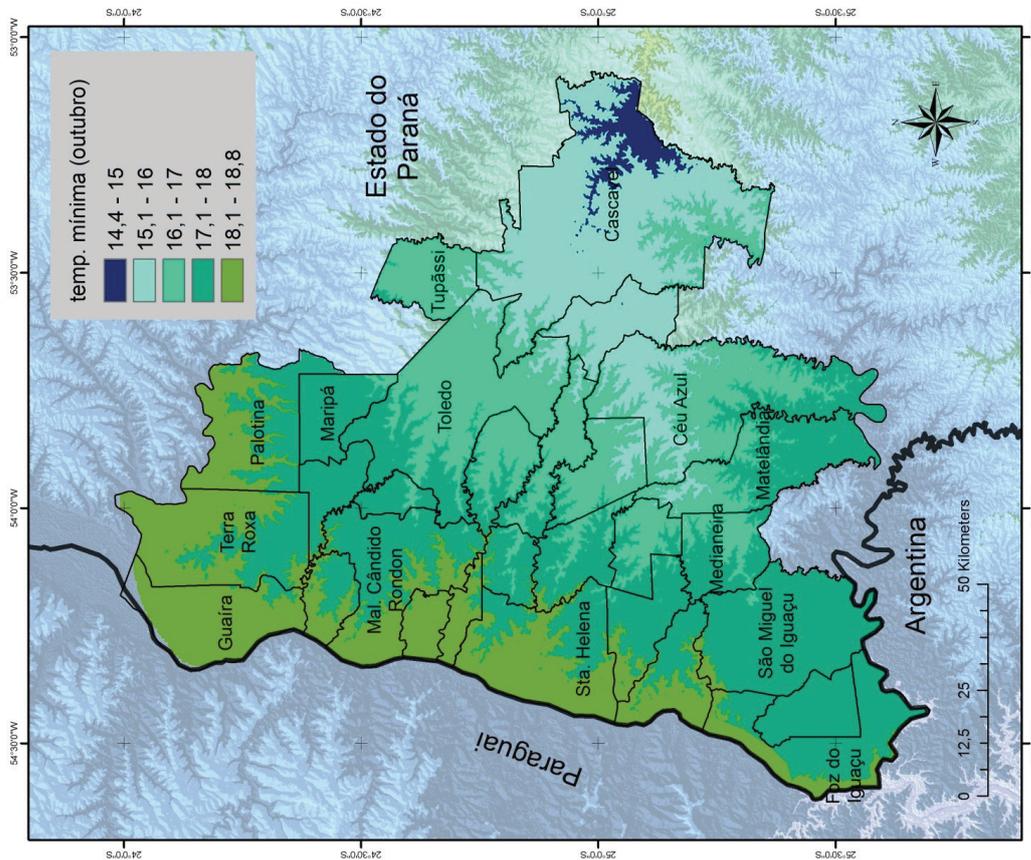


Figura 25. Temperatura (°C) mínima em outubro na região da Bacia do Paraná 3.

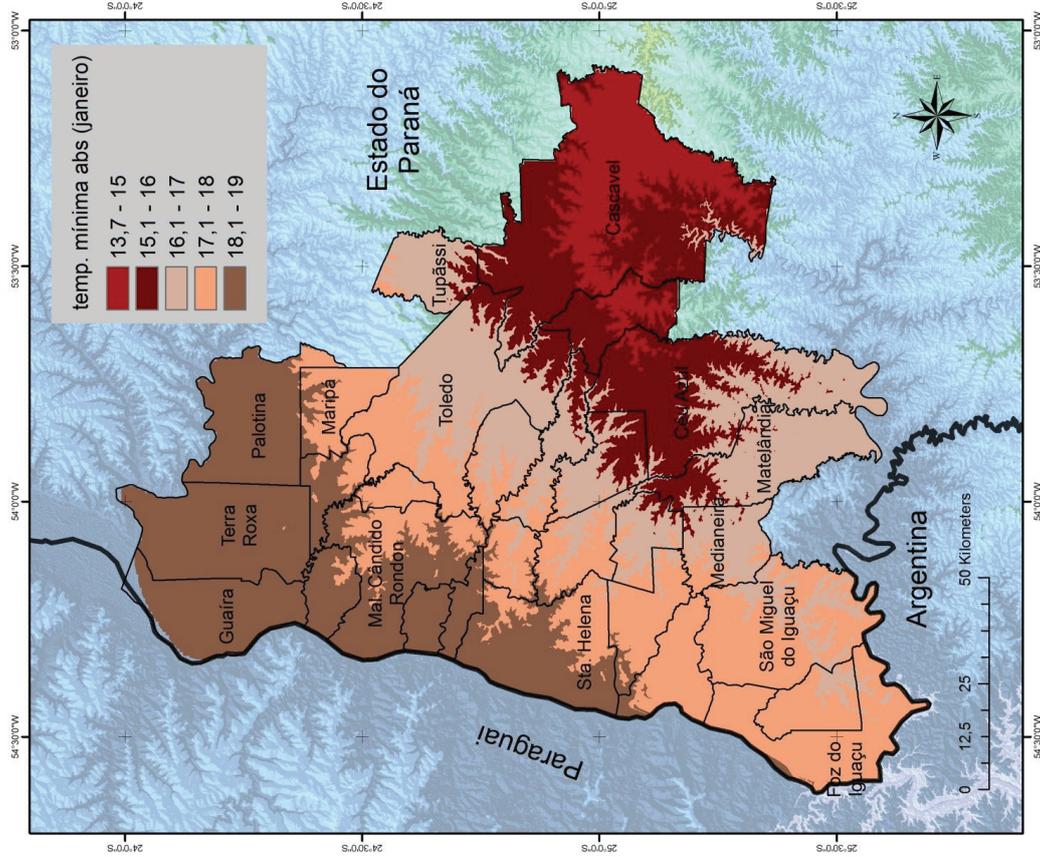


Figura 28. Temperatura (°C) mínima absoluta em janeiro na região da Bacia do Paraná 3.

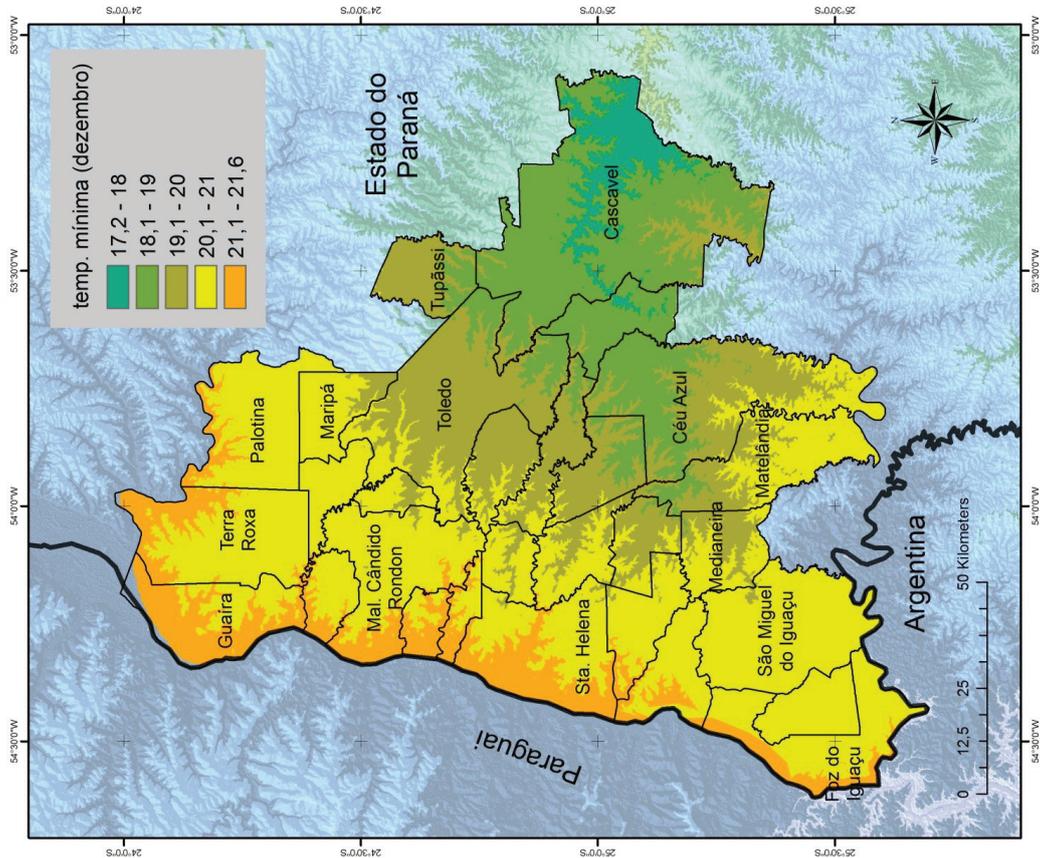


Figura 27. Temperatura (°C) mínima em dezembro na região da Bacia do Paraná 3.

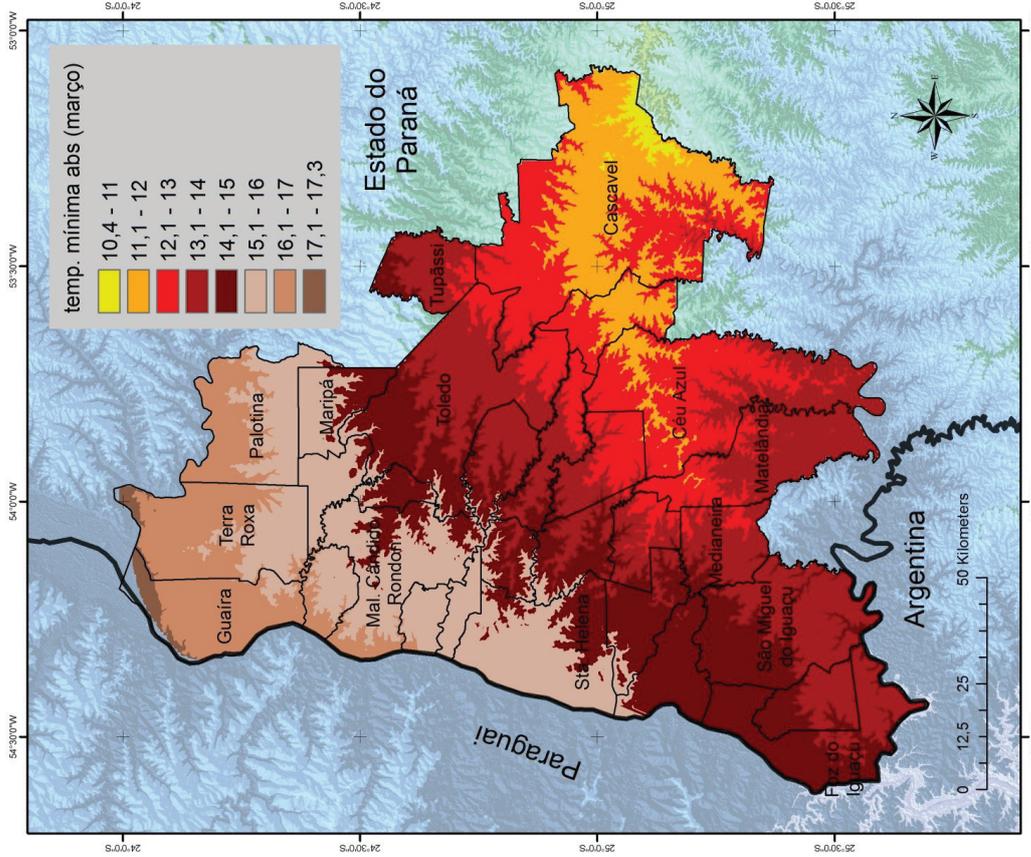


Figura 30. Temperatura (°C) mínima absoluta em março na região da Bacia do Paraná 3.

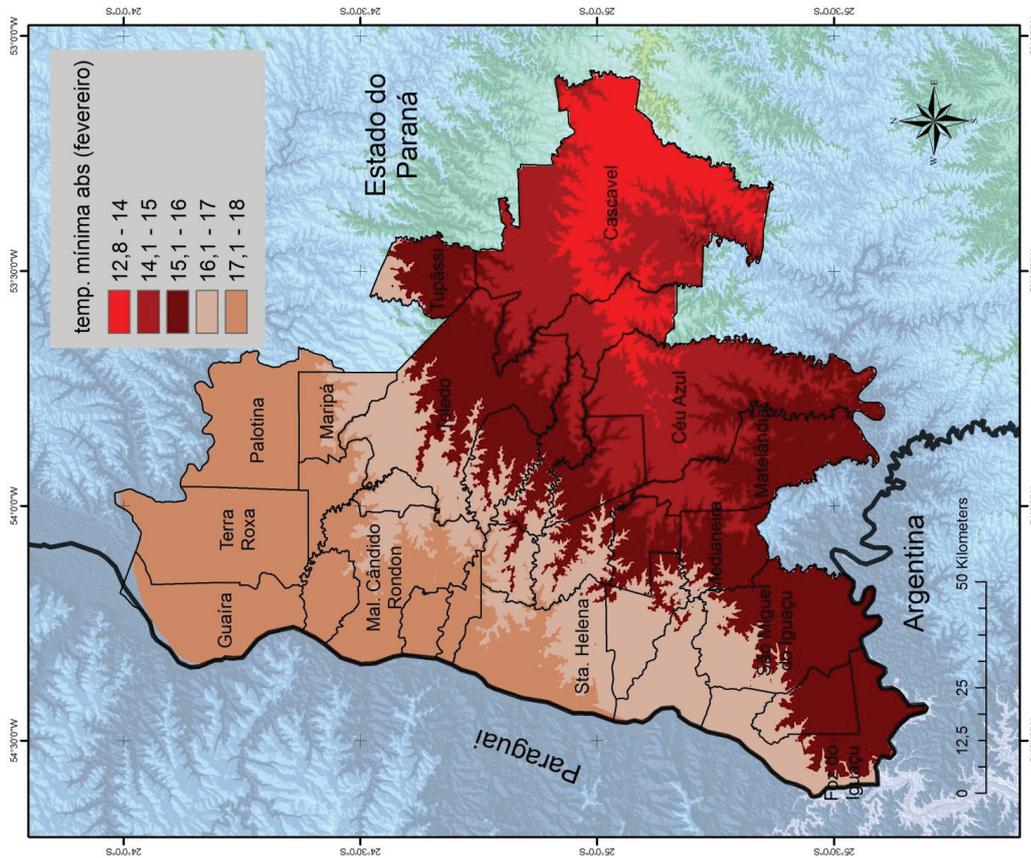


Figura 29. Temperatura (°C) mínima absoluta em fevereiro na região da Bacia do Paraná 3.

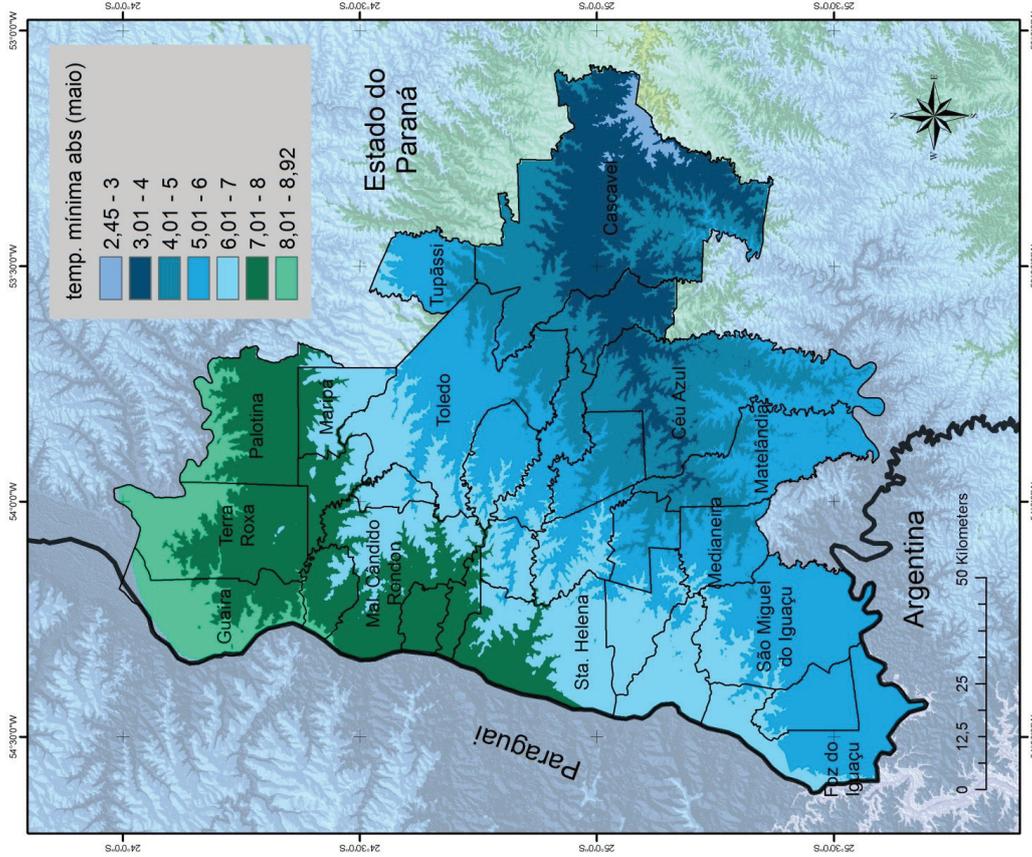


Figura 32. Temperatura (°C) mínima absoluta em maio na região da Bacia do Paraná 3.

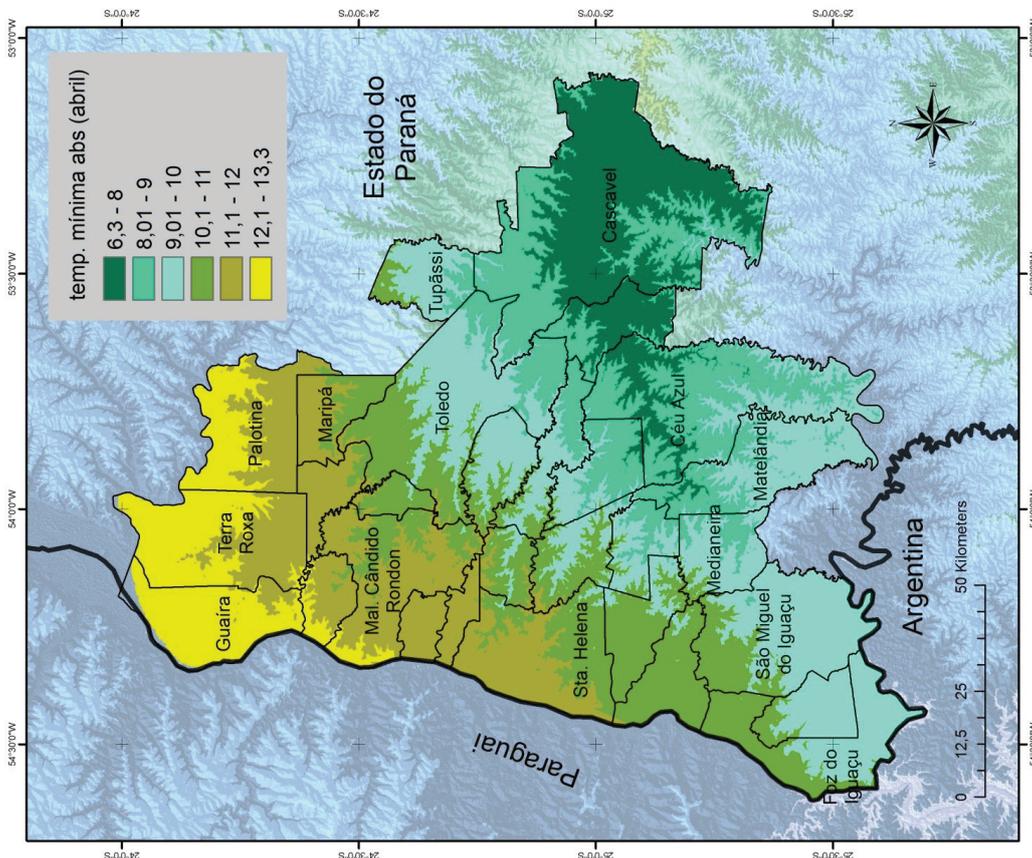


Figura 31. Temperatura (°C) mínima absoluta em abril na região da Bacia do Paraná 3.

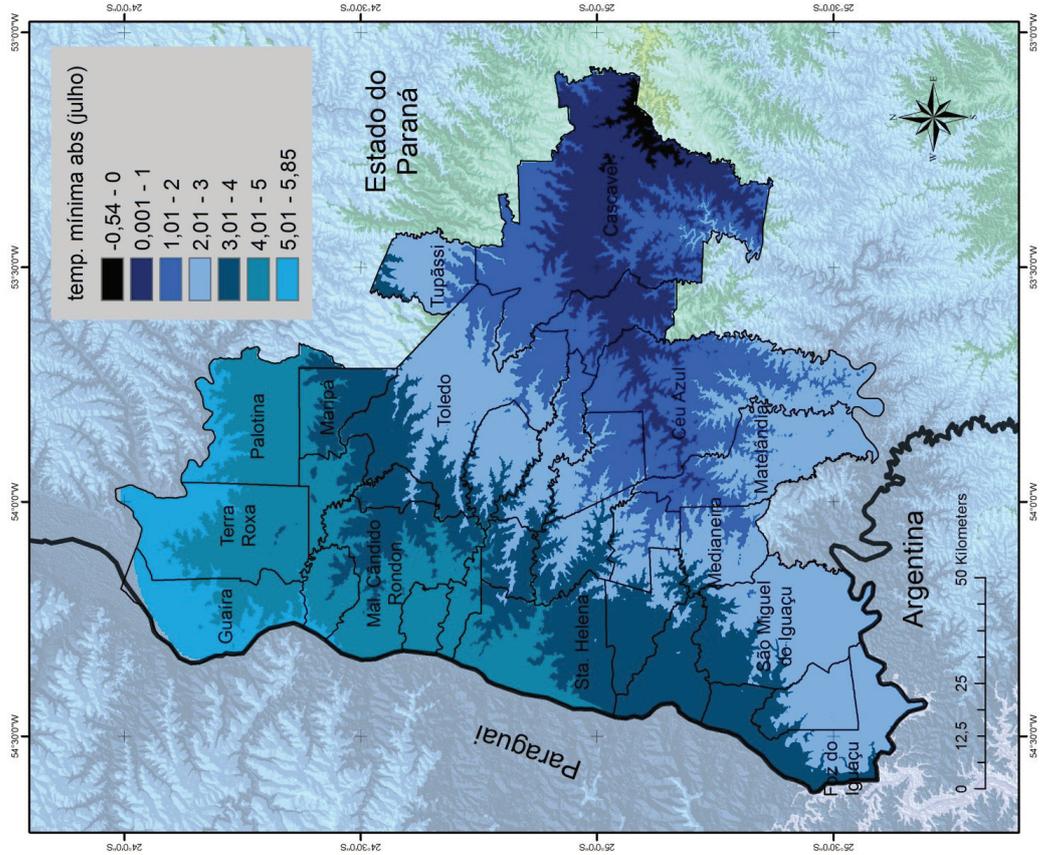


Figura 34. Temperatura (°C) mínima absoluta em julho na região da Bacia do Paraná 3.

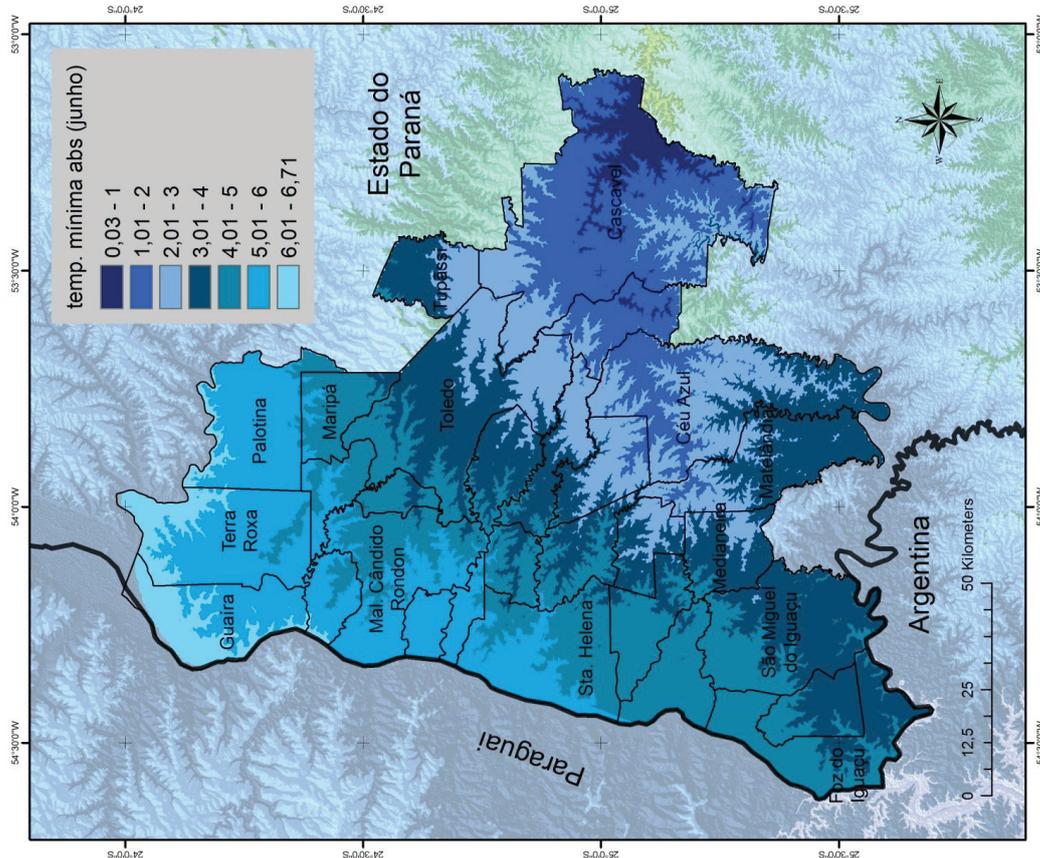


Figura 33. Temperatura (°C) mínima absoluta em junho na região da Bacia do Paraná 3.

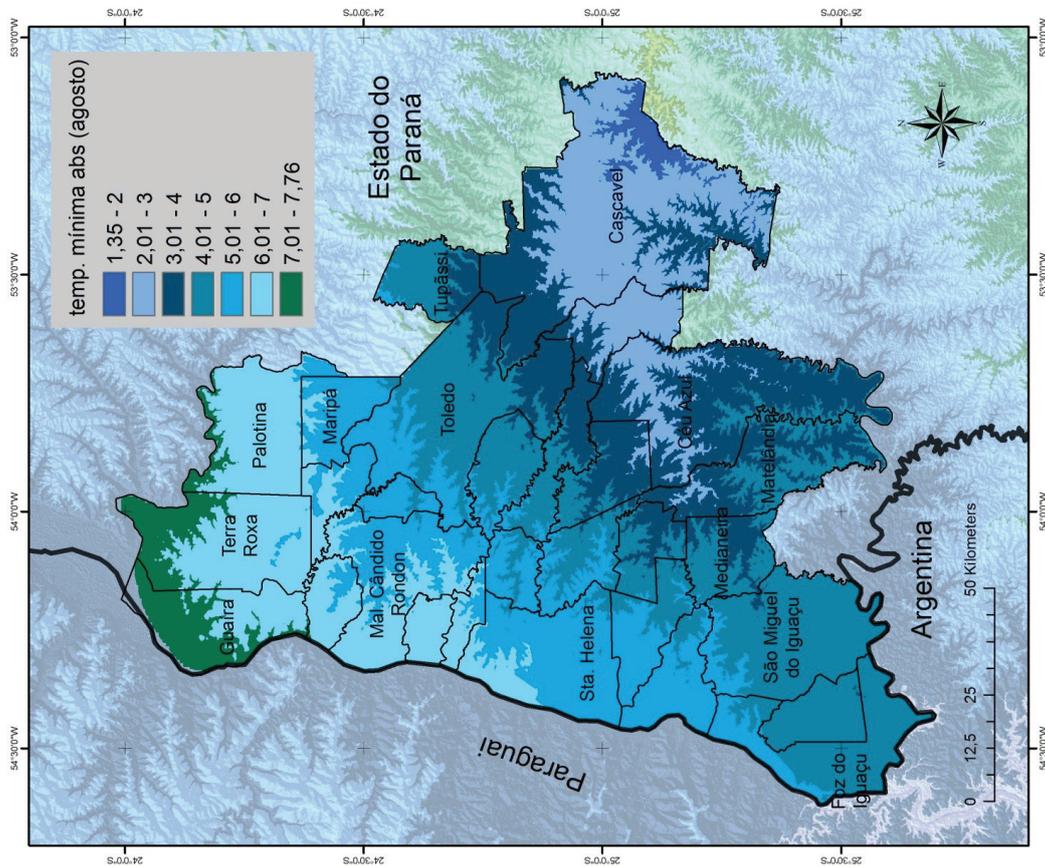


Figura 35. Temperatura (°C) mínima absoluta em agosto na região da Bacia do Paraná 3.

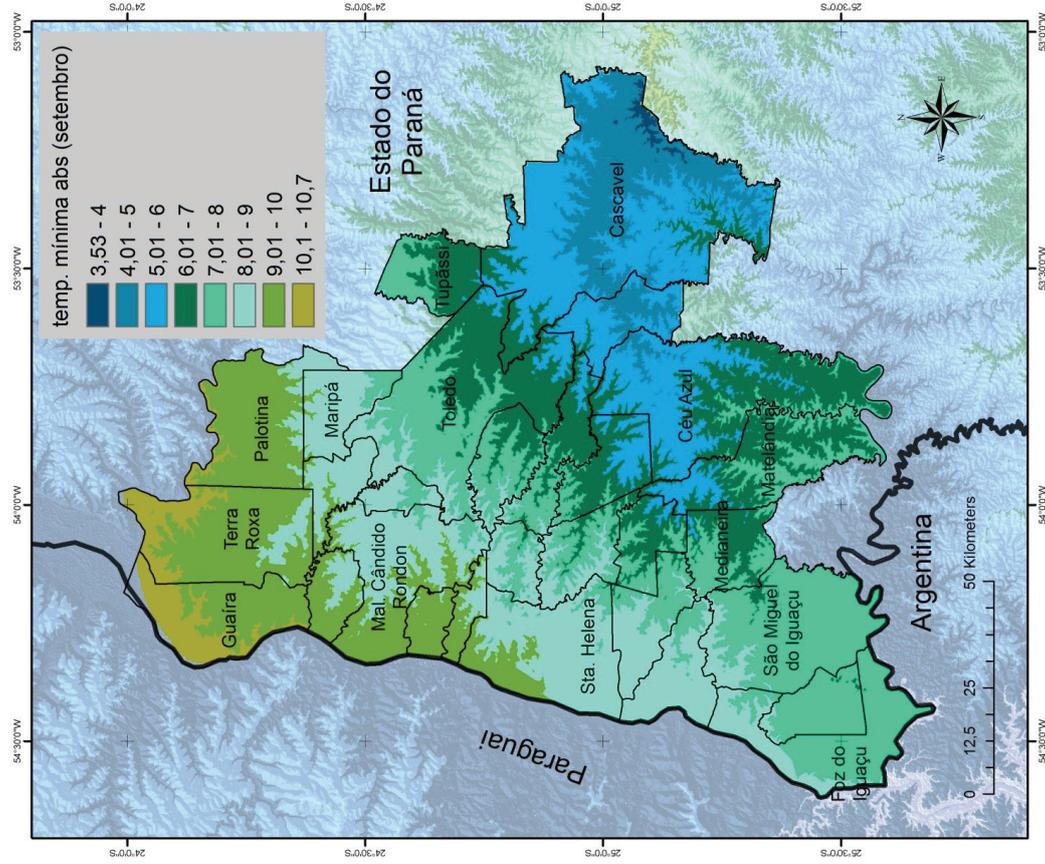


Figura 36. Temperatura (°C) mínima absoluta em setembro na região da Bacia do Paraná 3.

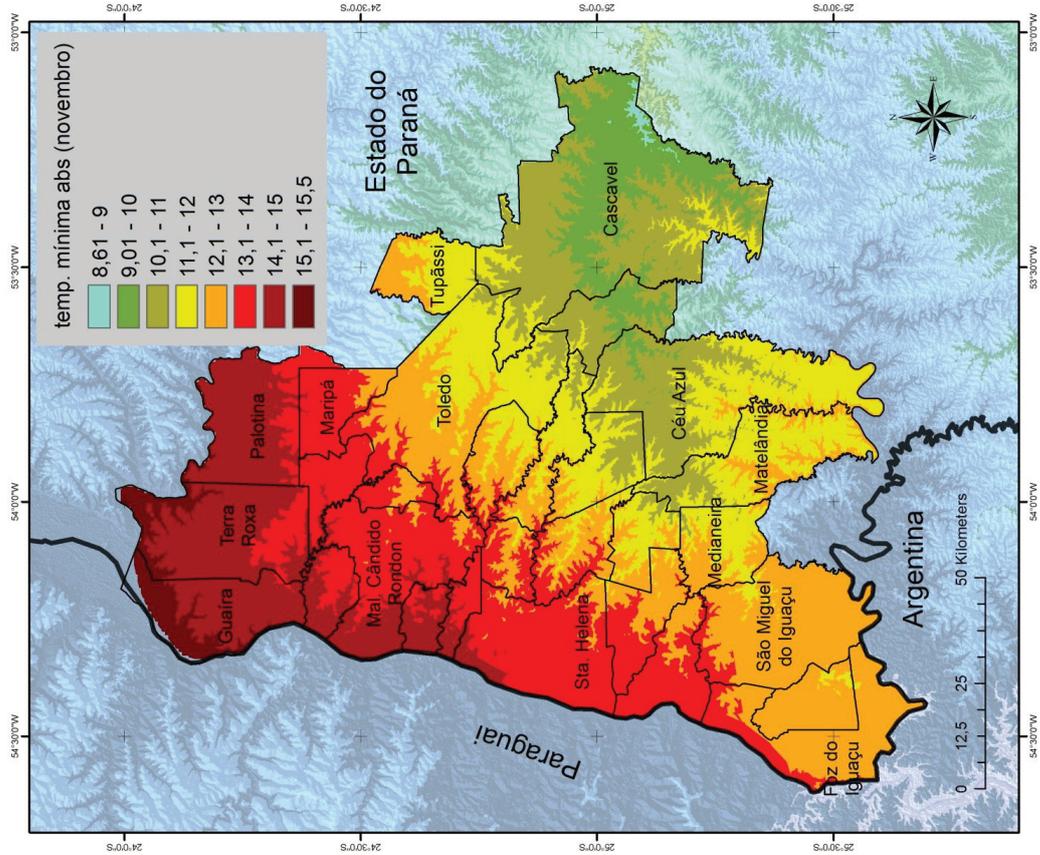


Figura 38. Temperatura (°C) mínima absoluta em novembro na região da Bacia do Paraná 3.

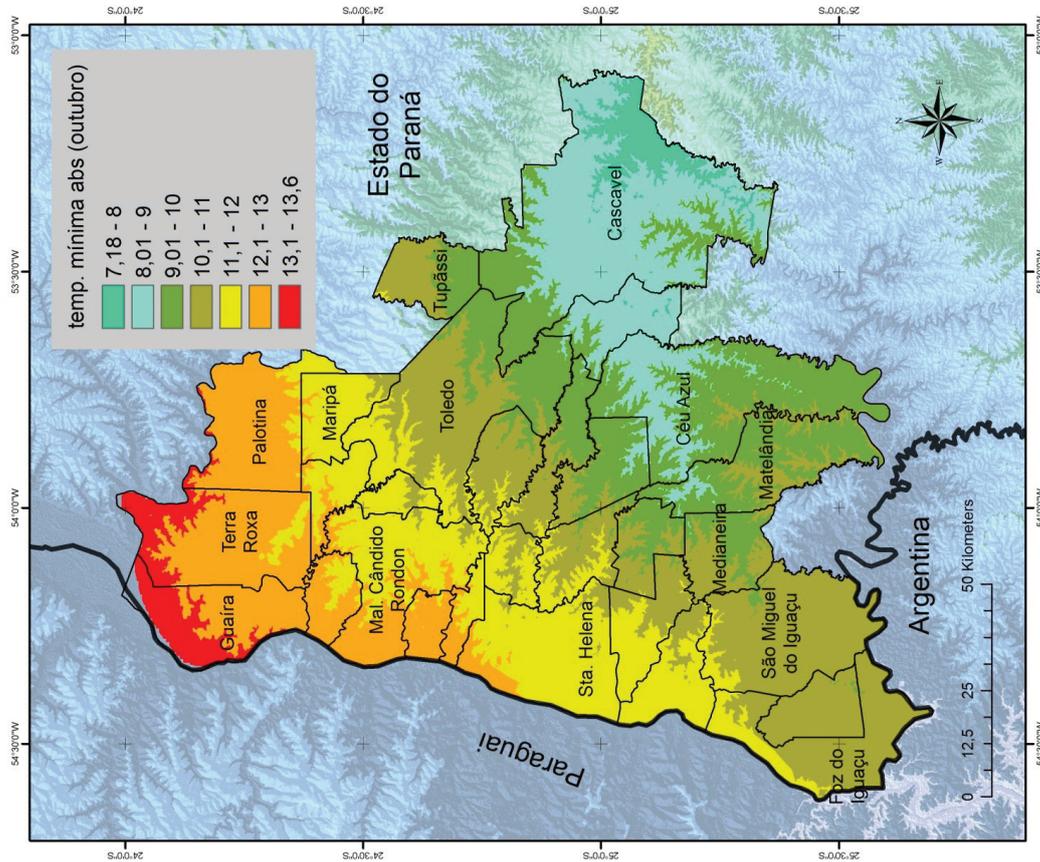


Figura 37. Temperatura (°C) mínima absoluta em outubro na região da Bacia do Paraná 3.

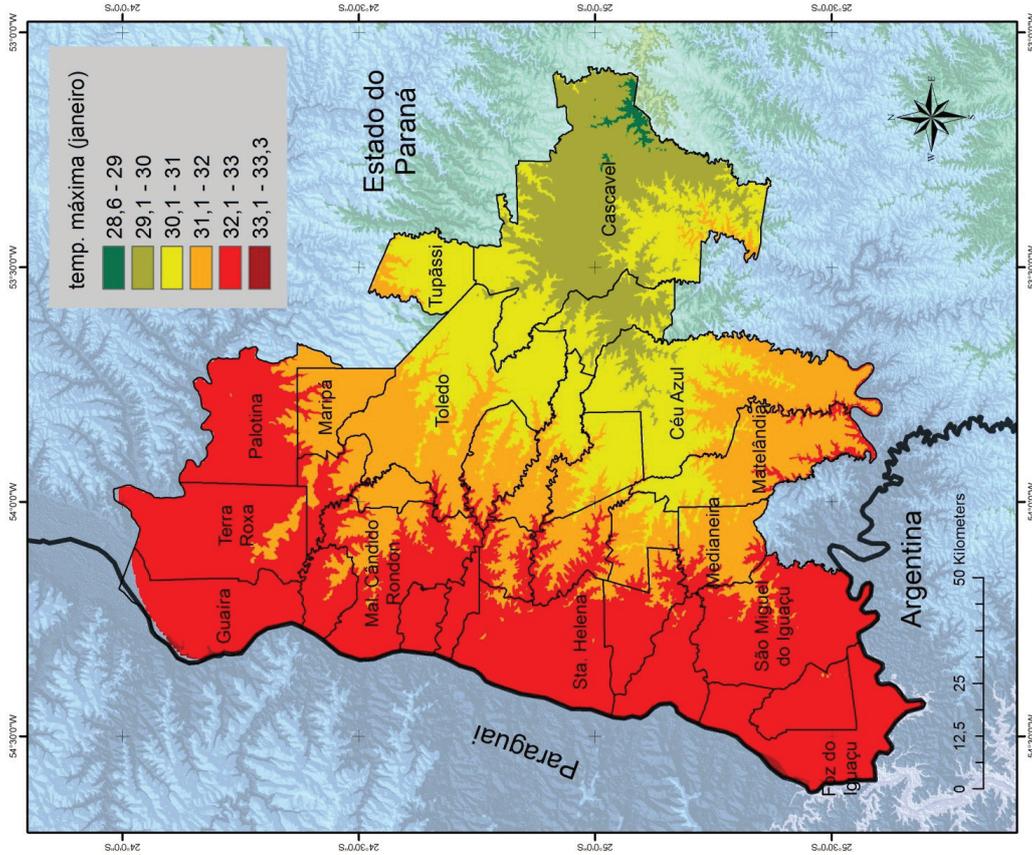


Figura 40. Temperatura (°C) máxima em janeiro na região da Bacia do Paraná 3.

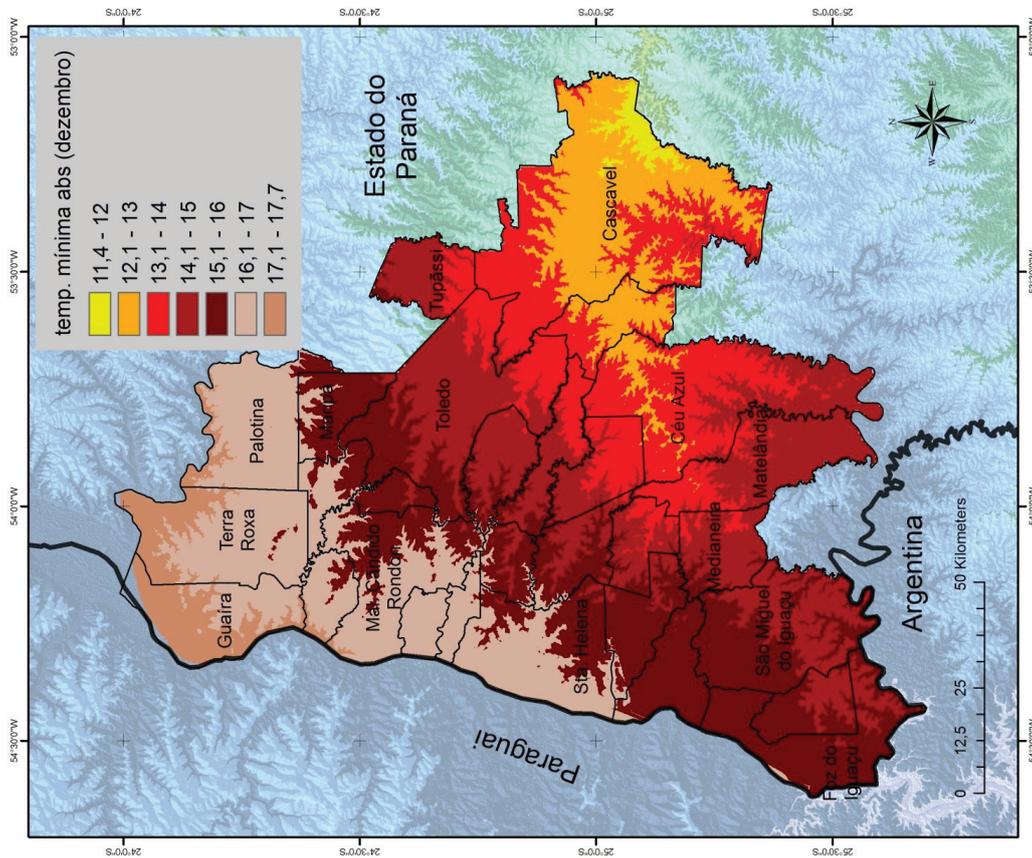


Figura 39. Temperatura (°C) mínima absoluta em dezembro na região da Bacia do Paraná 3.

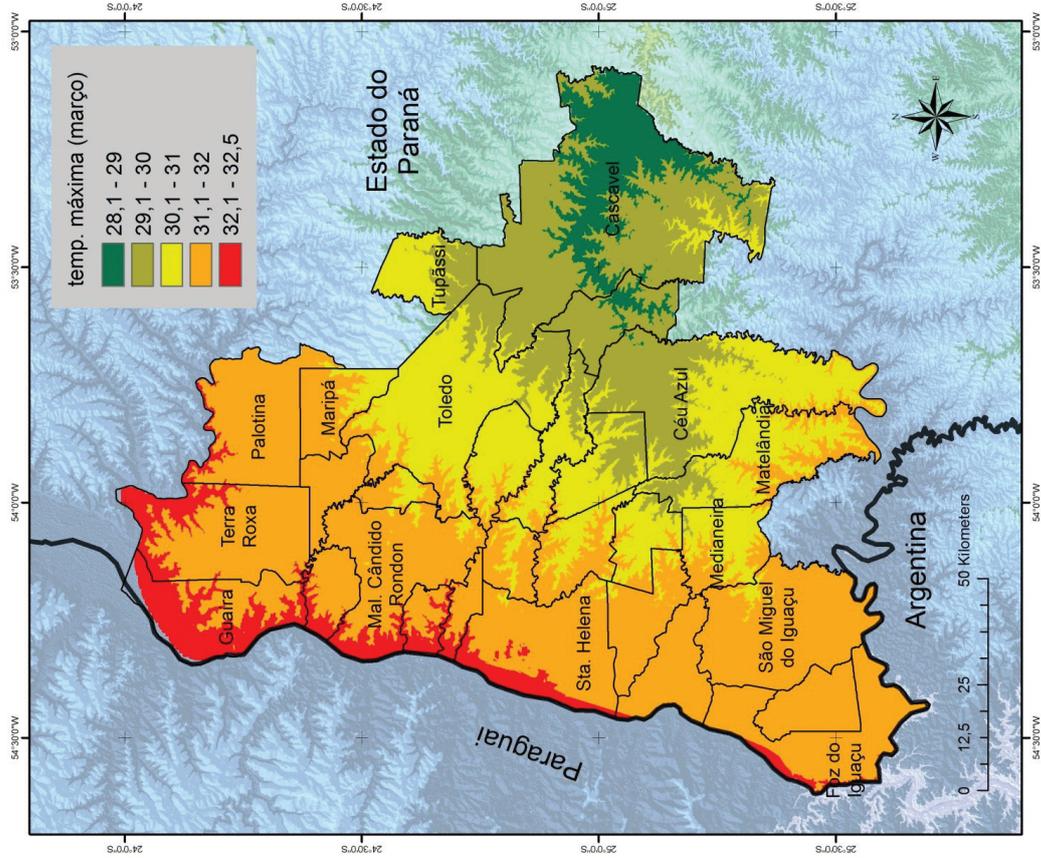


Figura 42. Temperatura (°C) máxima em março na região da Bacia do Paraná 3.

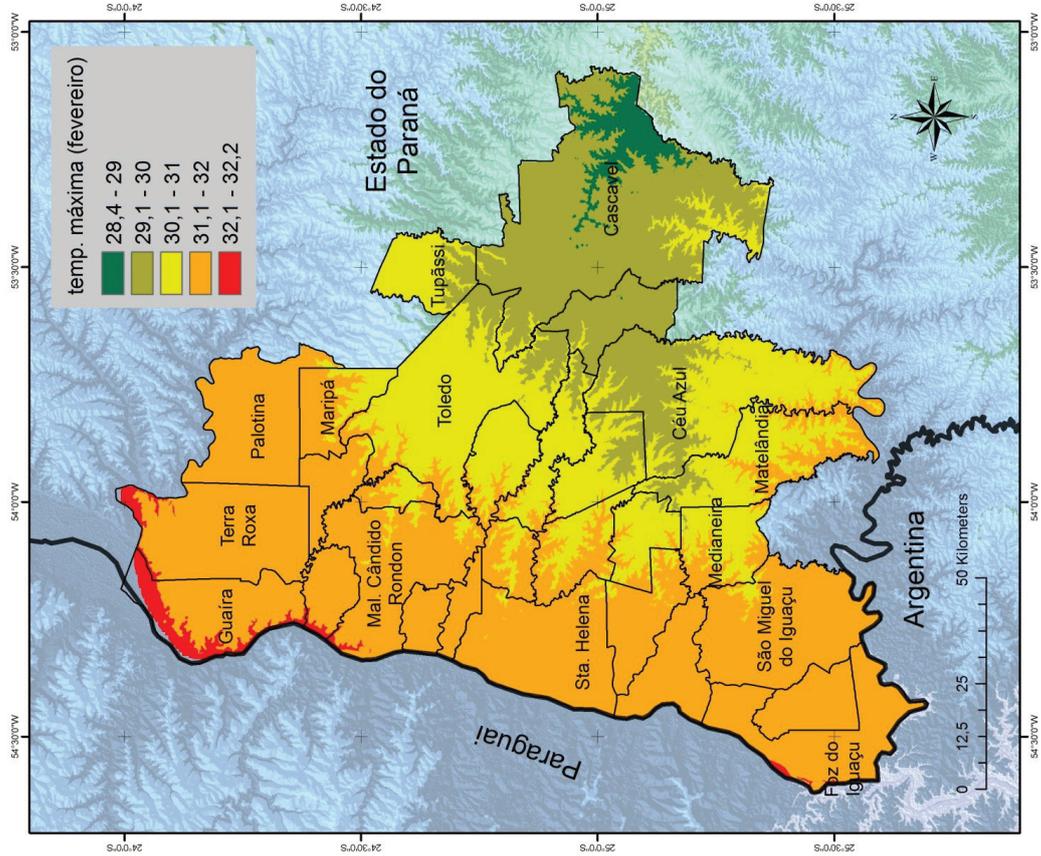


Figura 41. Temperatura (°C) máxima em fevereiro na região da Bacia do Paraná 3.

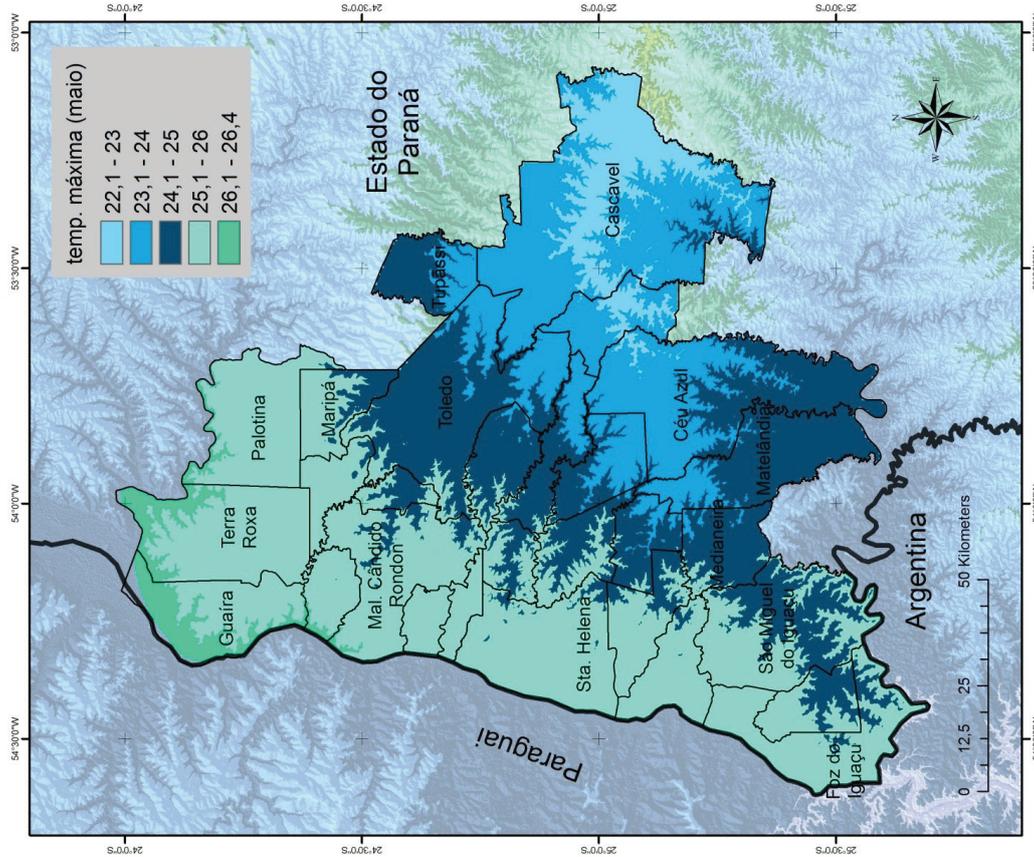


Figura 44. Temperatura (°C) máxima em maio na região da Bacia do Paraná 3.

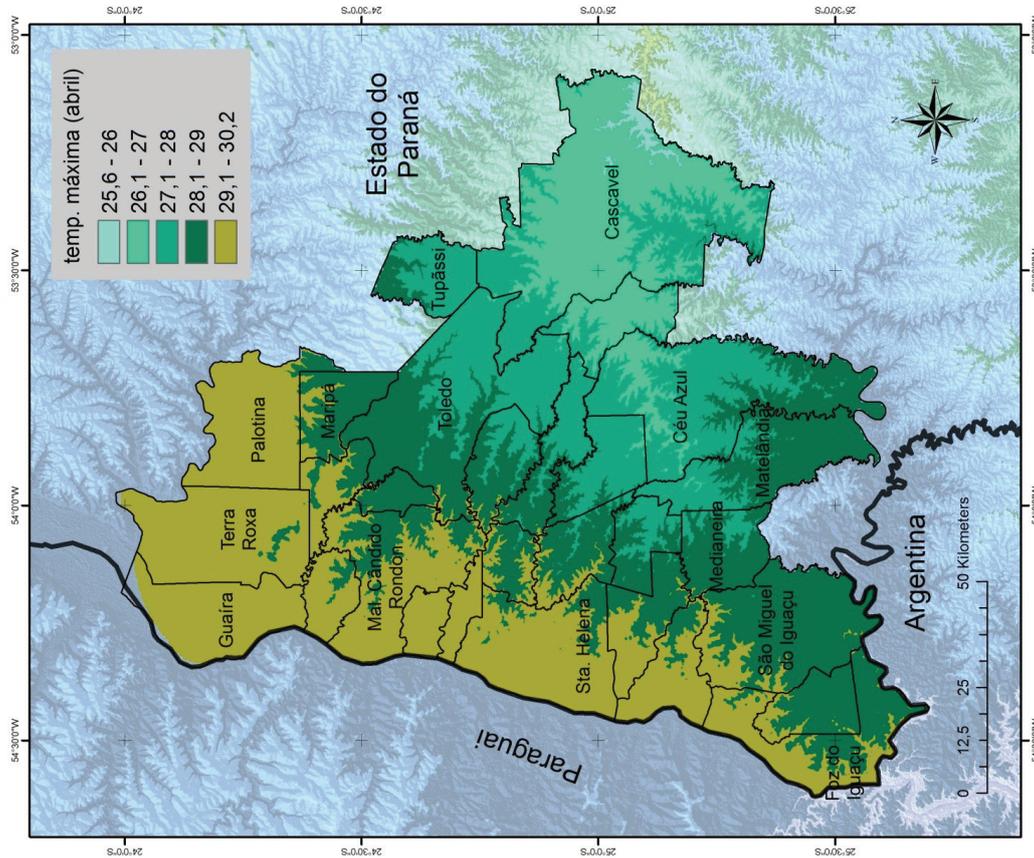


Figura 43. Temperatura (°C) máxima em abril na região da Bacia do Paraná 3.

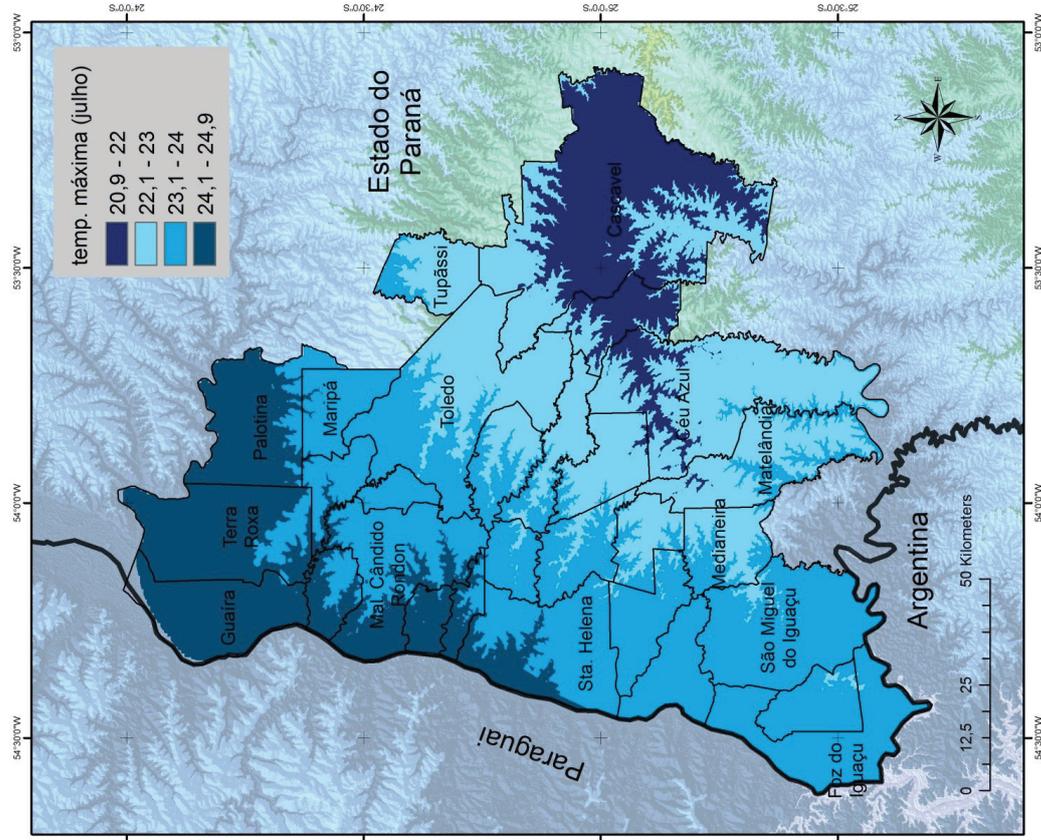


Figura 46. Temperatura (°C) máxima em julho na região da Bacia do Paraná 3.

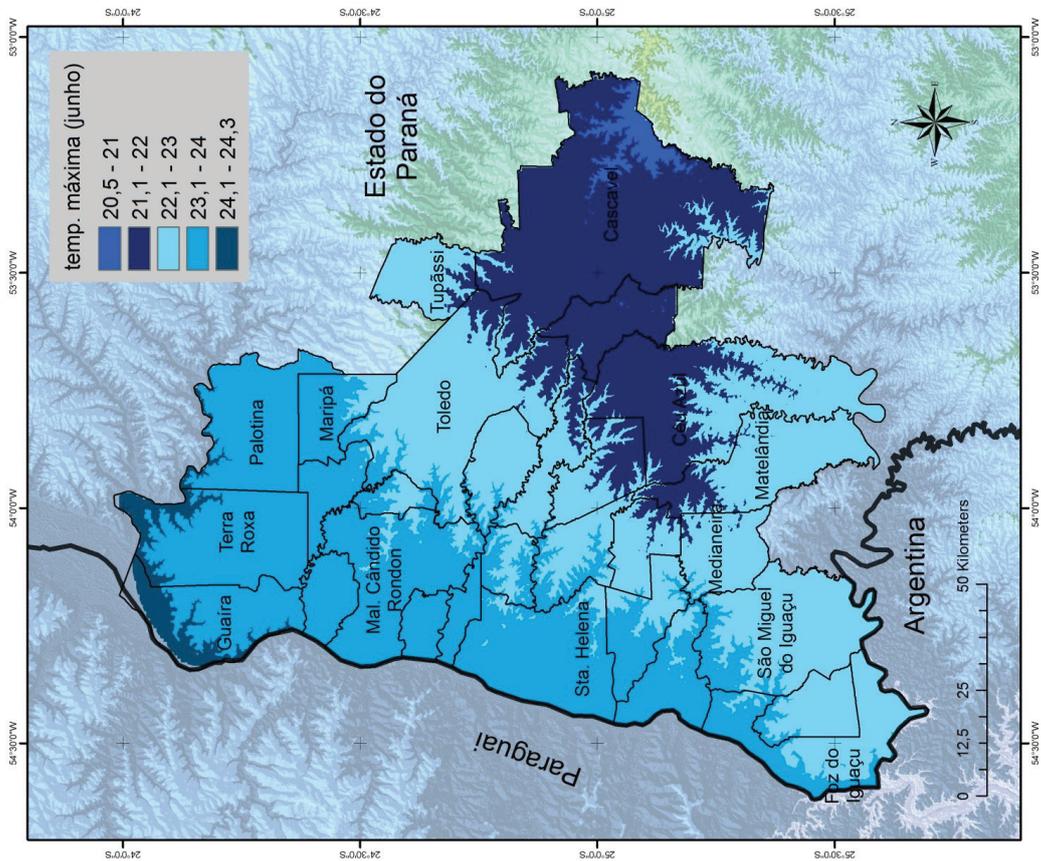


Figura 45. Temperatura (°C) máxima em junho na região da Bacia do Paraná 3.

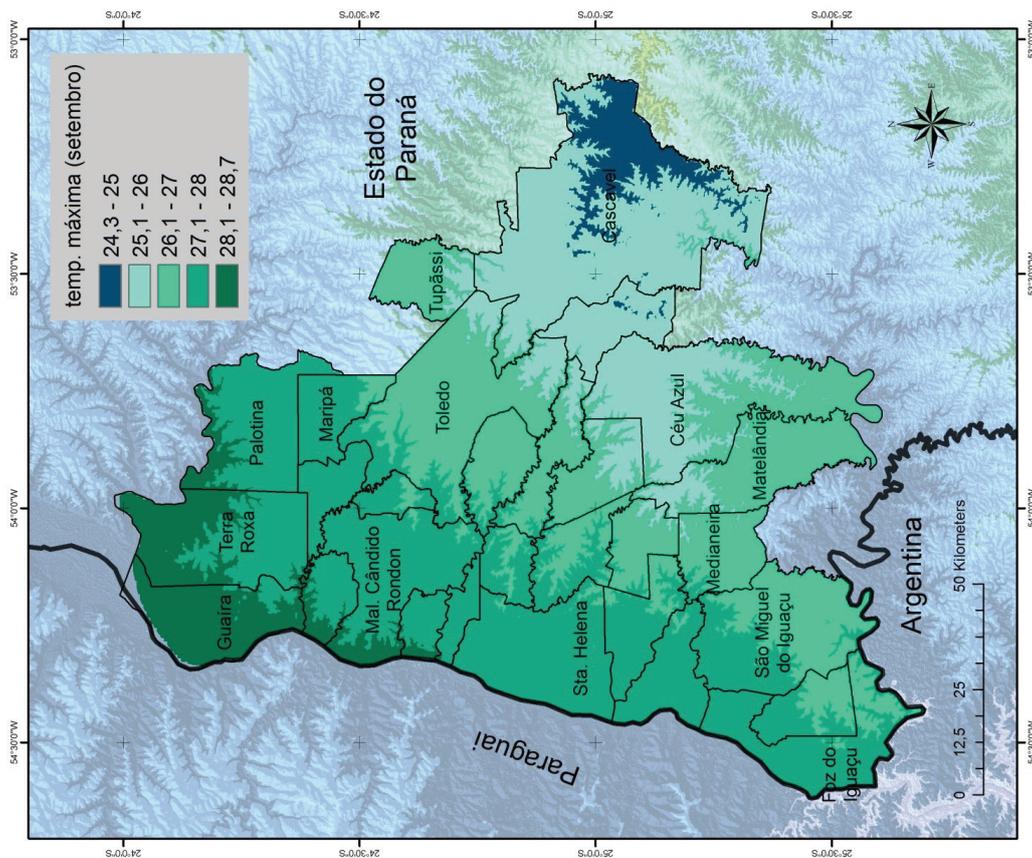


Figura 48. Temperatura (°C) máxima em setembro na região da Bacia do Paraná 3.

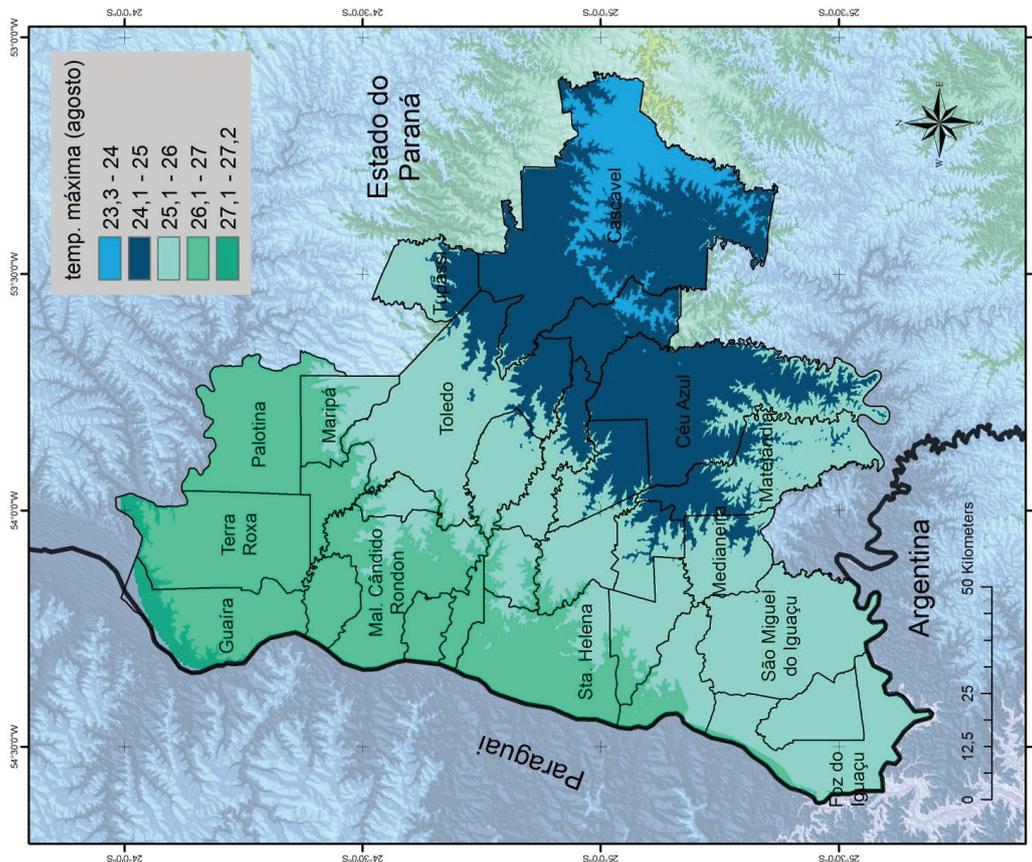


Figura 47. Temperatura (°C) máxima em agosto na região da Bacia do Paraná 3.

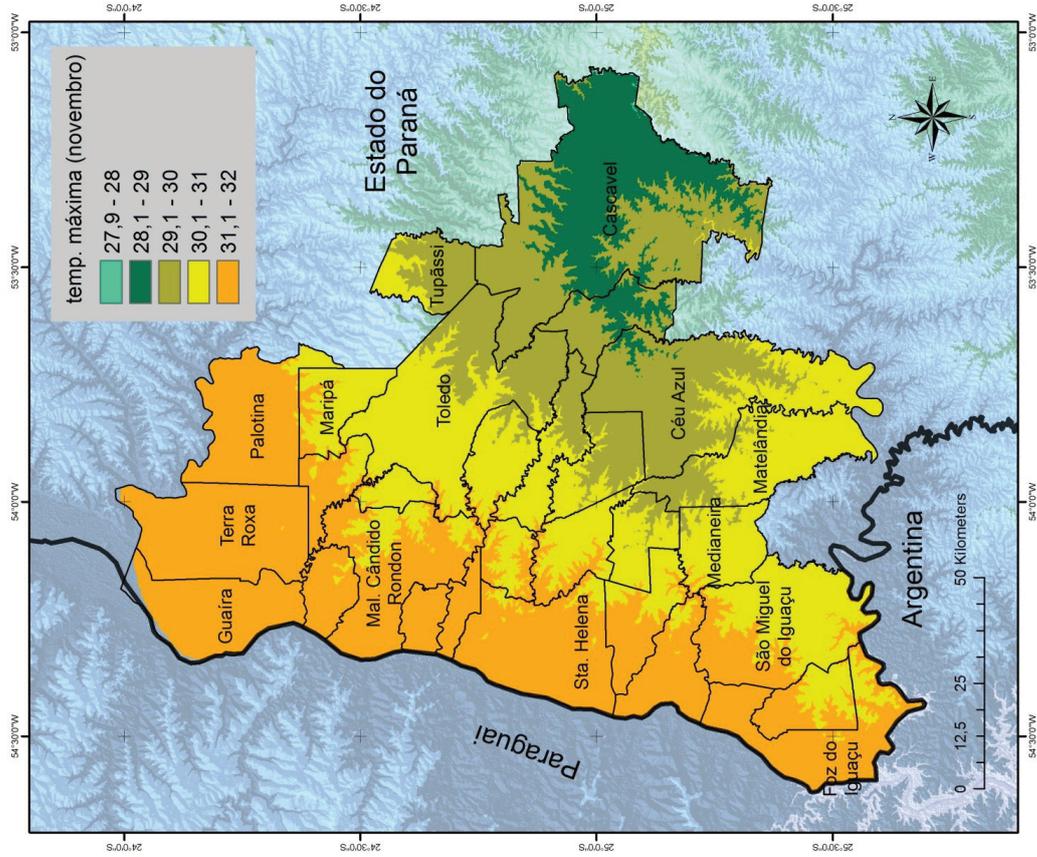


Figura 50. Temperatura (°C) máxima em novembro na região da Bacia do Paraná 3.

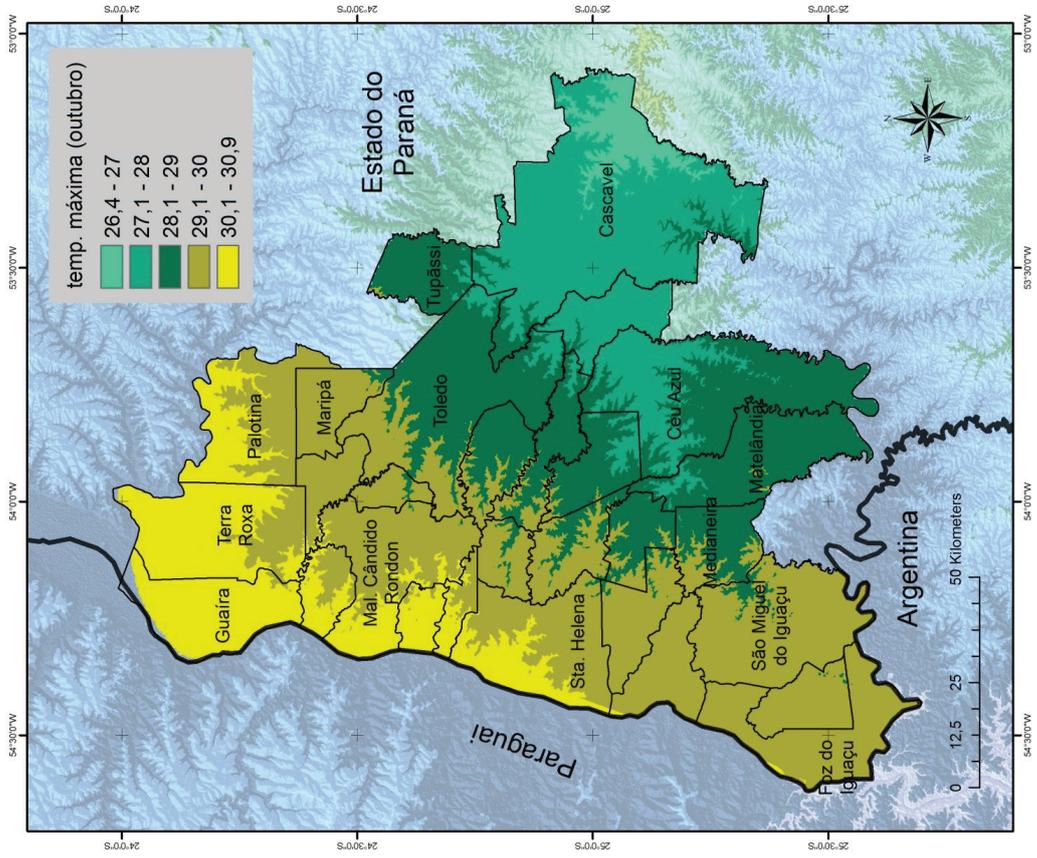


Figura 49. Temperatura (°C) máxima em outubro na região da Bacia do Paraná 3.

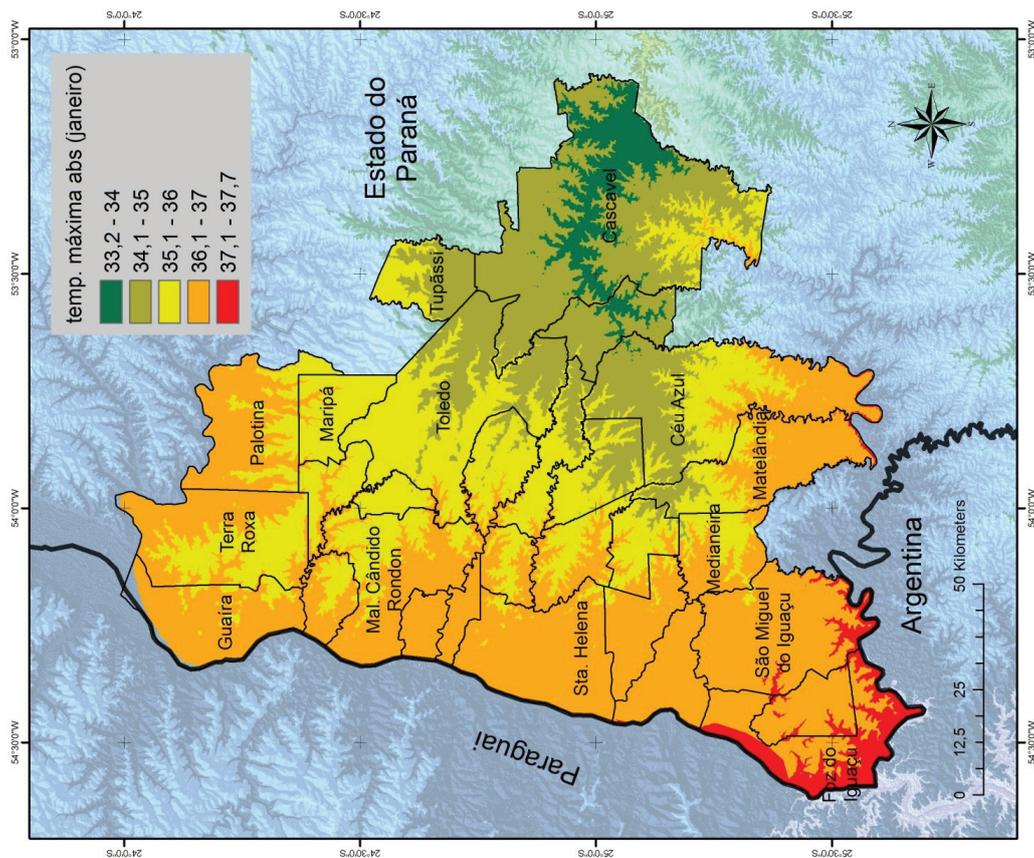


Figura 52. Temperatura (°C) máxima absoluta em janeiro na região da Bacia do Paraná 3.

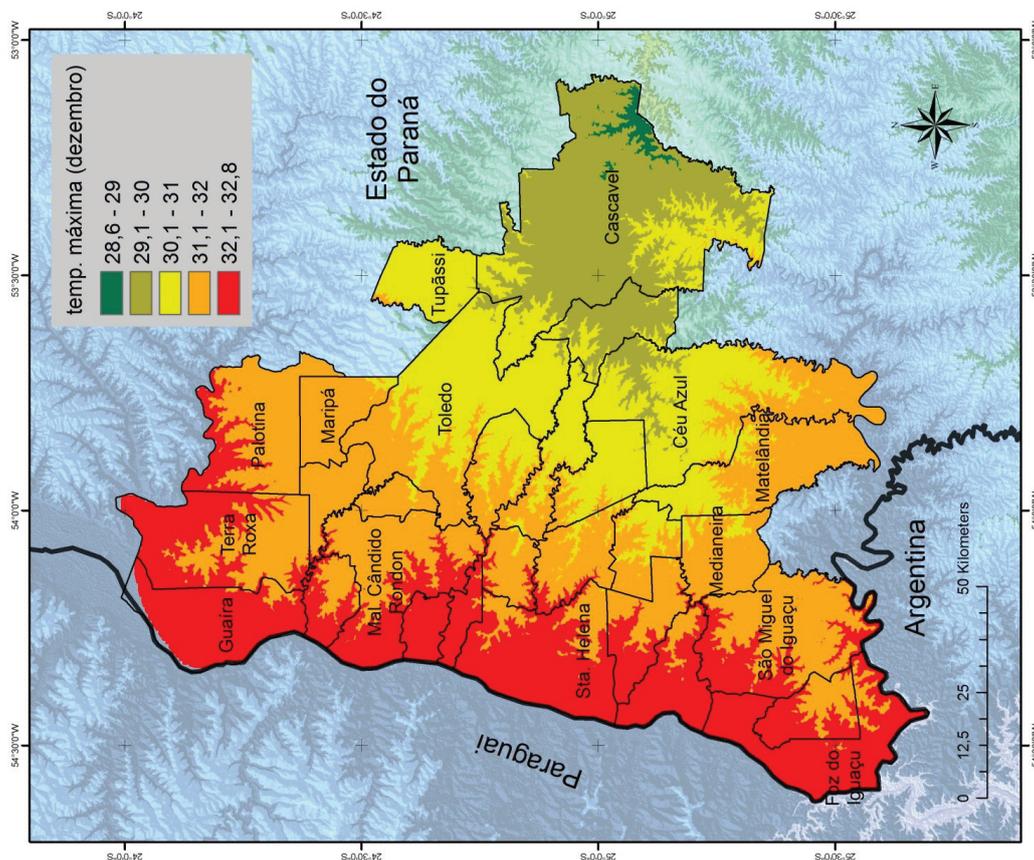


Figura 51. Temperatura (°C) máxima em dezembro na região da Bacia do Paraná 3.

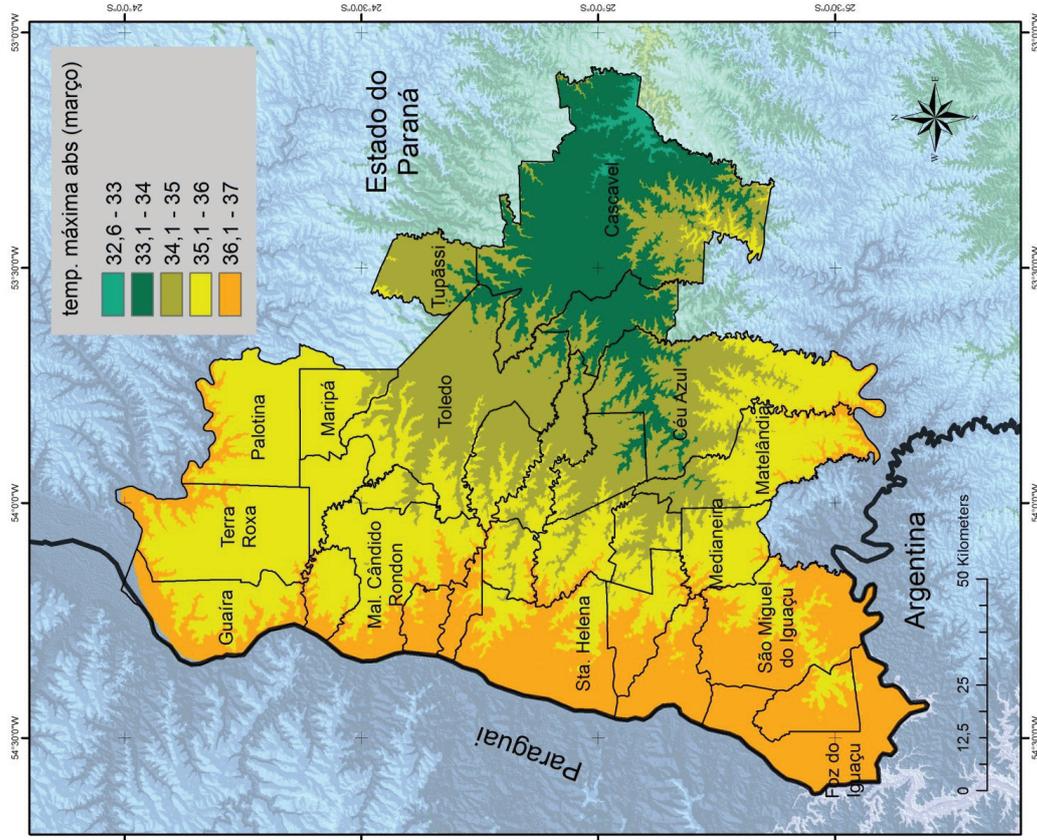


Figura 54. Temperatura (°C) máxima absoluta em março na região da Bacia do Paraná 3.

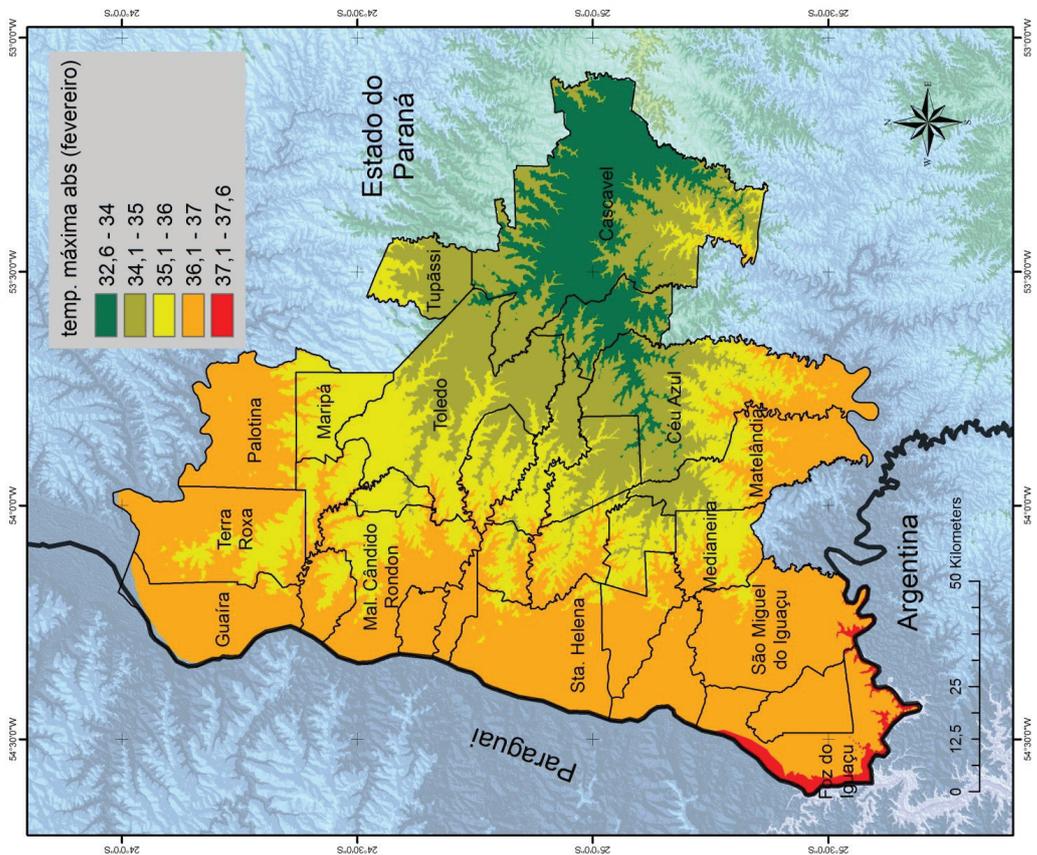


Figura 53. Temperatura (°C) máxima absoluta em fevereiro na região da Bacia do Paraná 3.

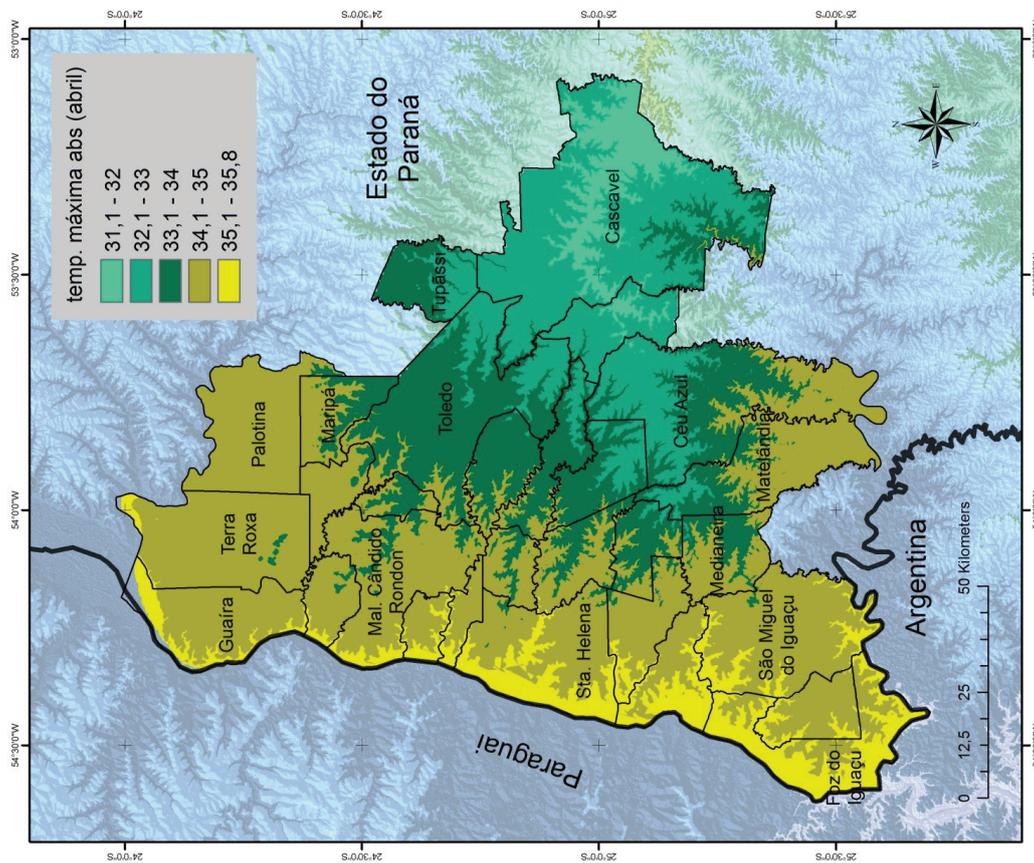


Figura 55. Temperatura (°C) máxima absoluta em abril na região da Bacia do Paraná 3.

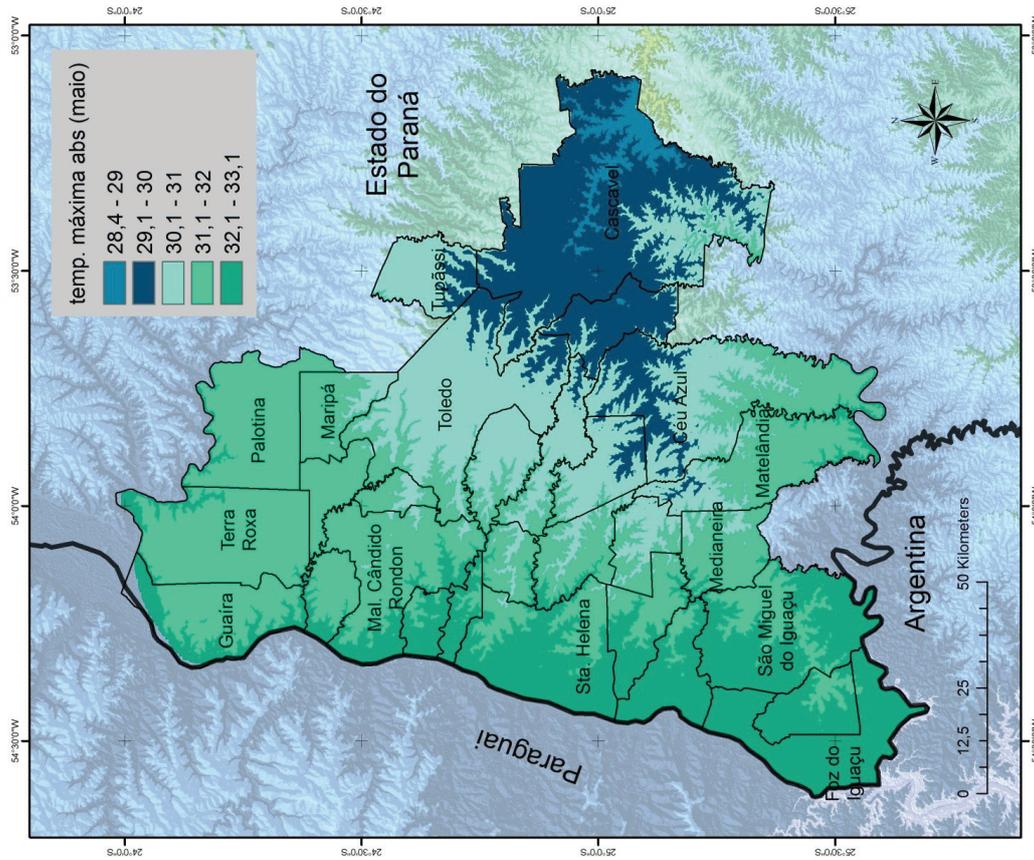


Figura 56. Temperatura (°C) máxima absoluta em maio na região da Bacia do Paraná 3.

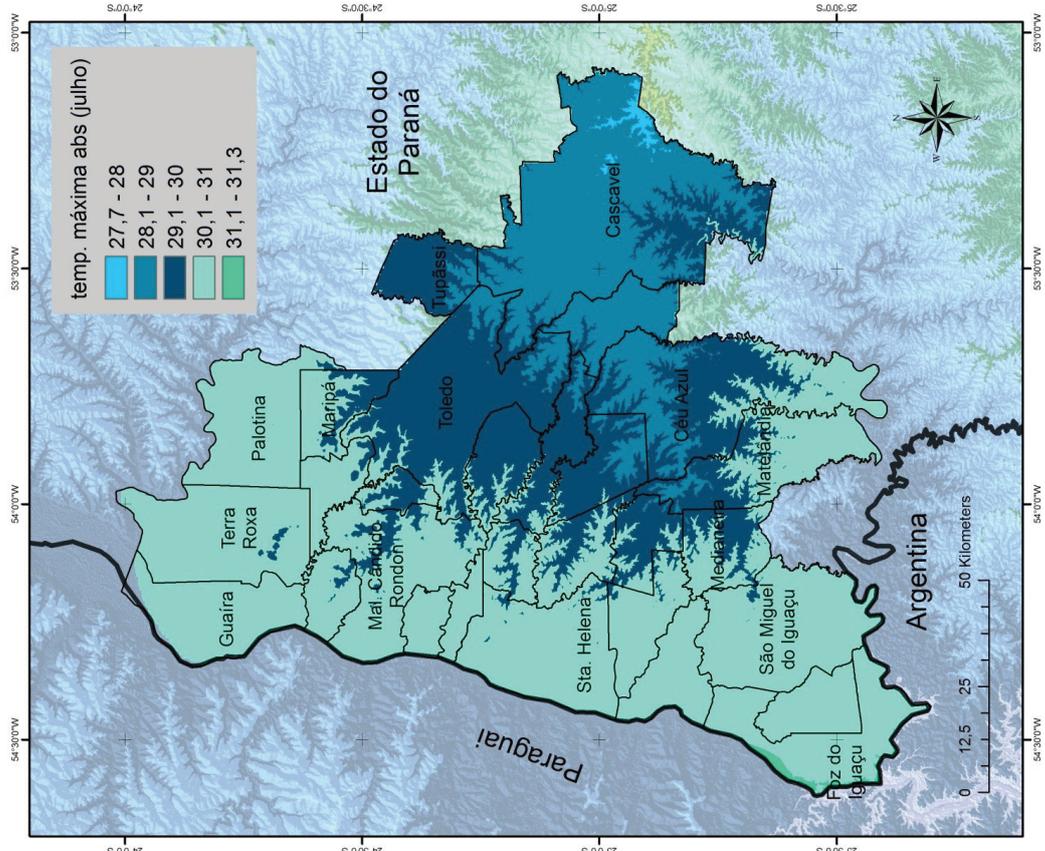


Figura 58. Temperatura (°C) máxima absoluta em julho na região da Bacia do Paraná 3.

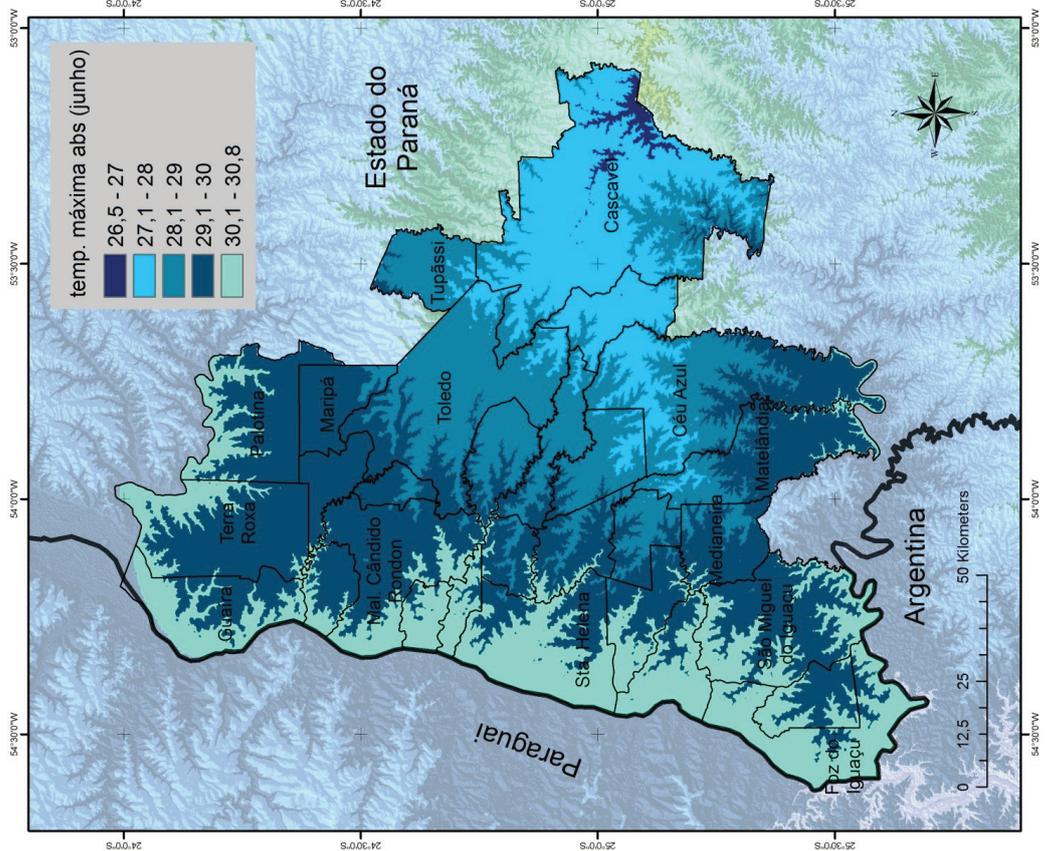


Figura 57. Temperatura (°C) máxima absoluta em junho na região da Bacia do Paraná 3.

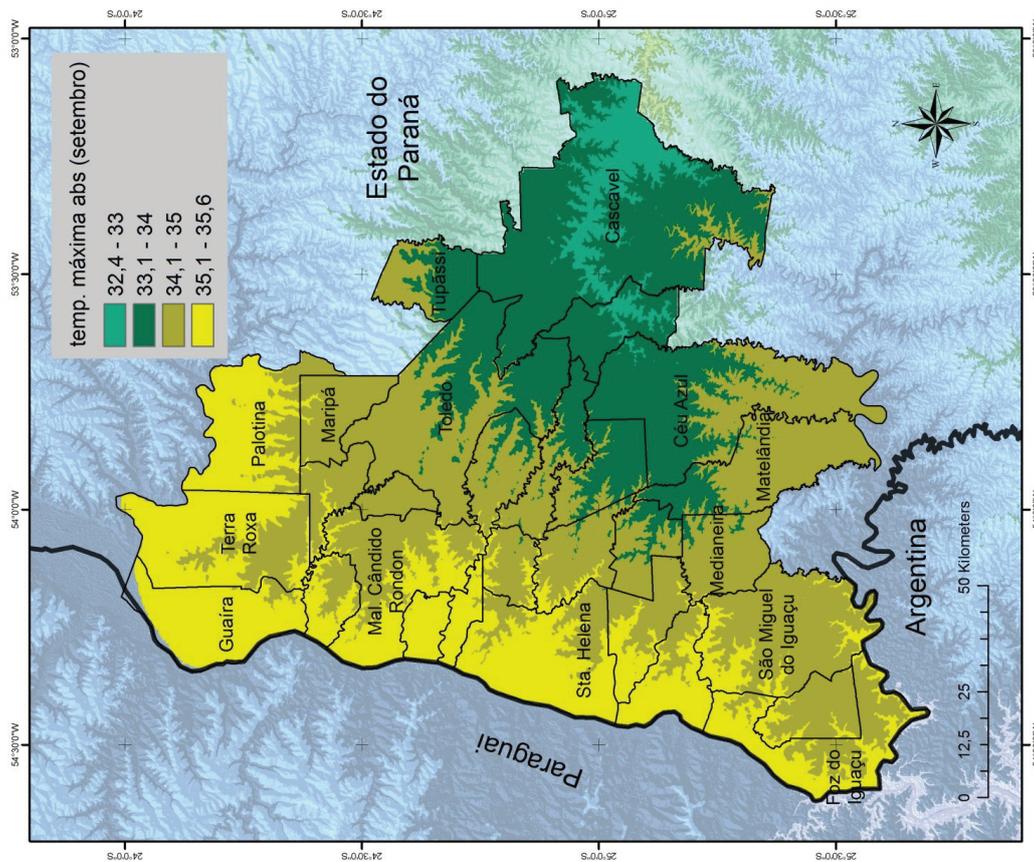


Figura 60. Temperatura (°C) máxima absoluta em setembro na região da Bacia do Paraná 3.

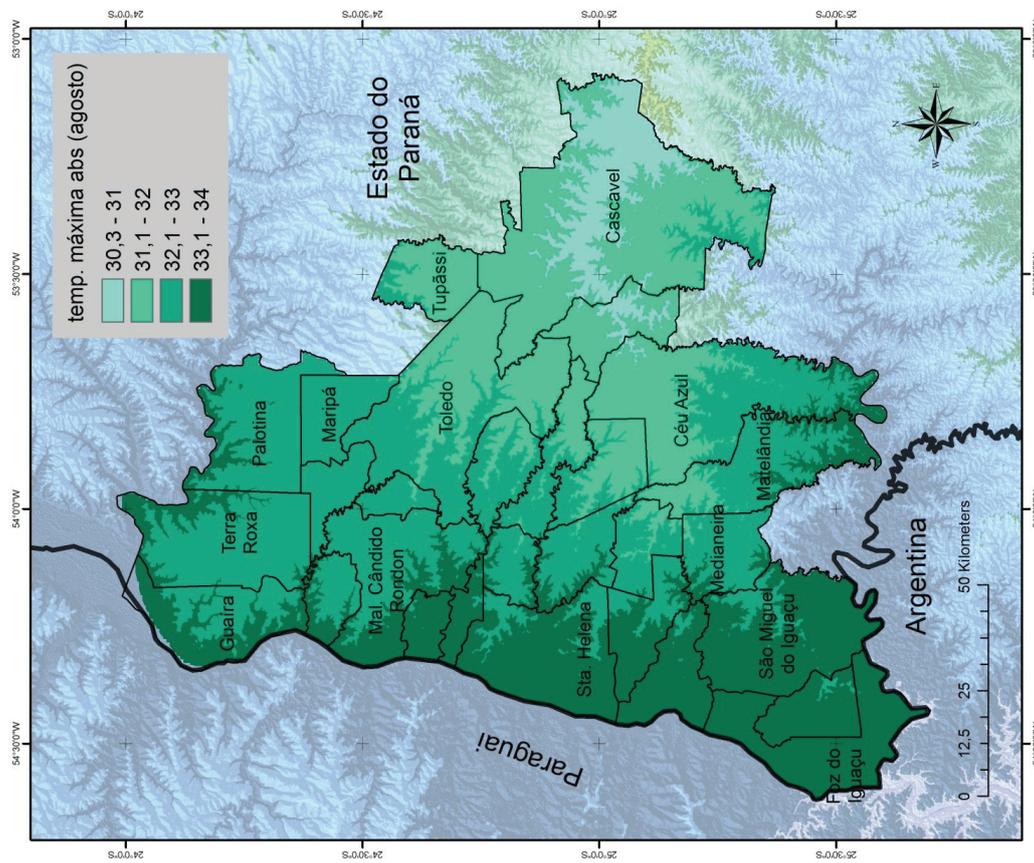


Figura 59. Temperatura (°C) máxima absoluta em agosto na região da Bacia do Paraná 3.

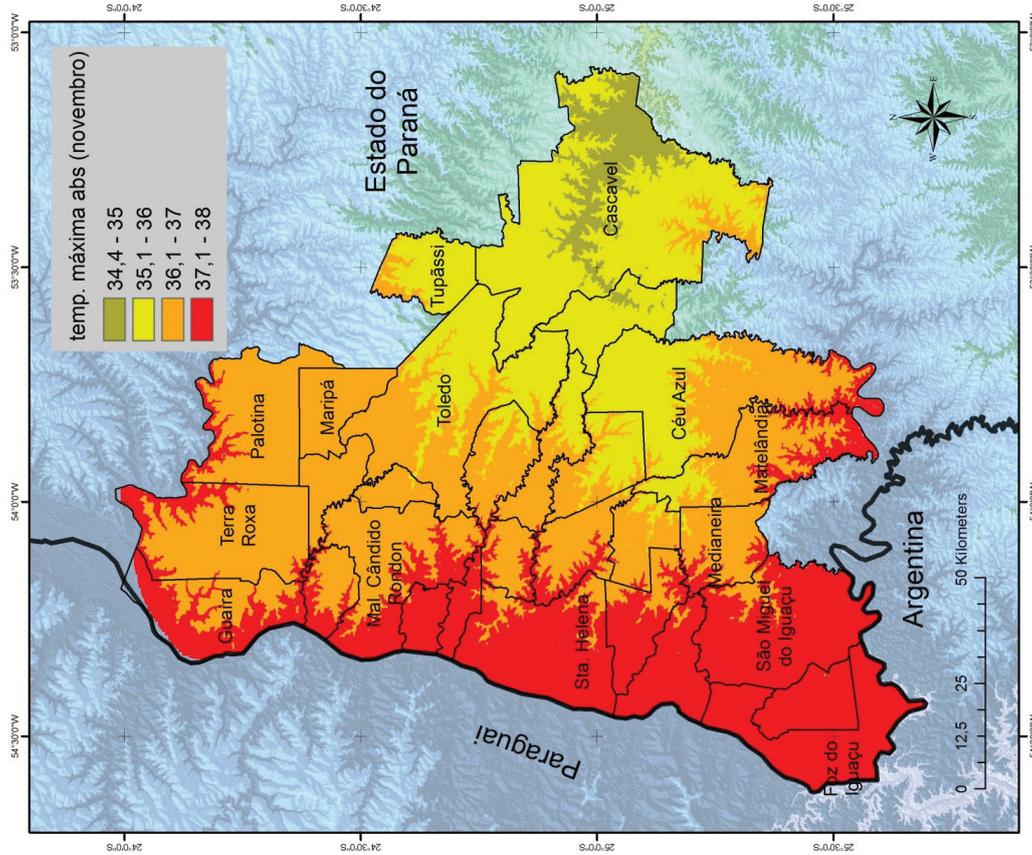


Figura 62. Temperatura (°C) máxima absoluta em novembro na região da Bacia do Paraná 3.

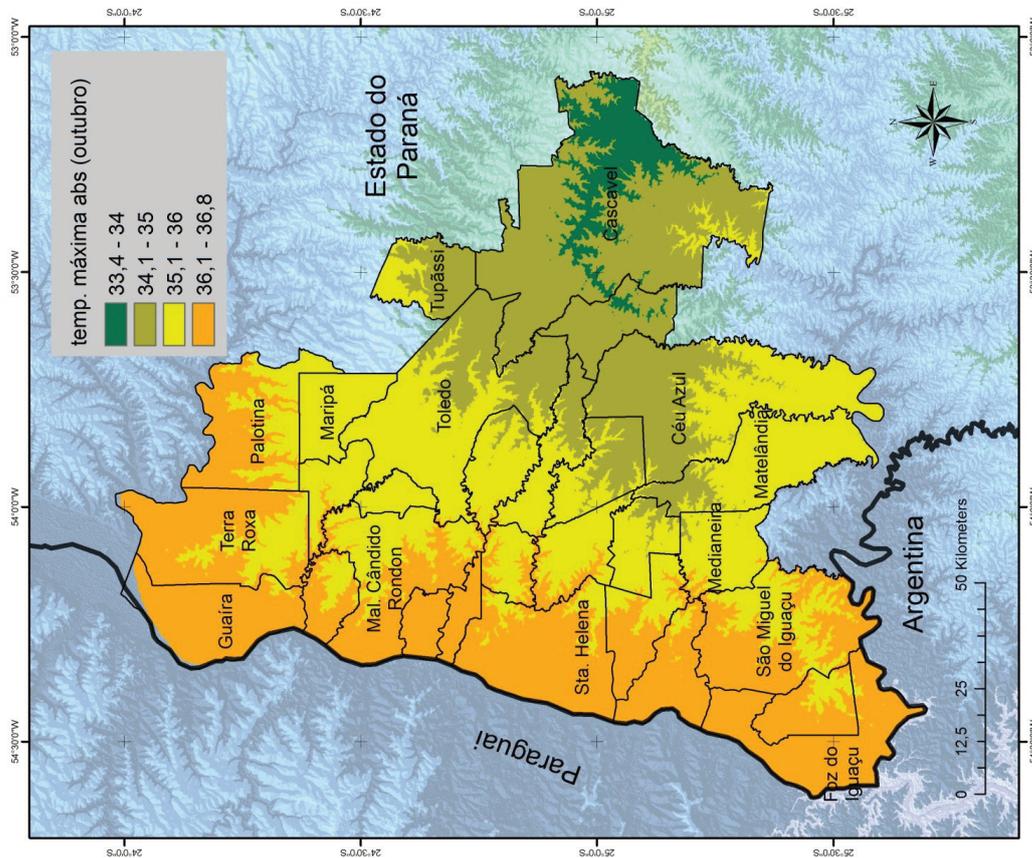


Figura 61. Temperatura (°C) máxima absoluta em outubro na região da Bacia do Paraná 3.

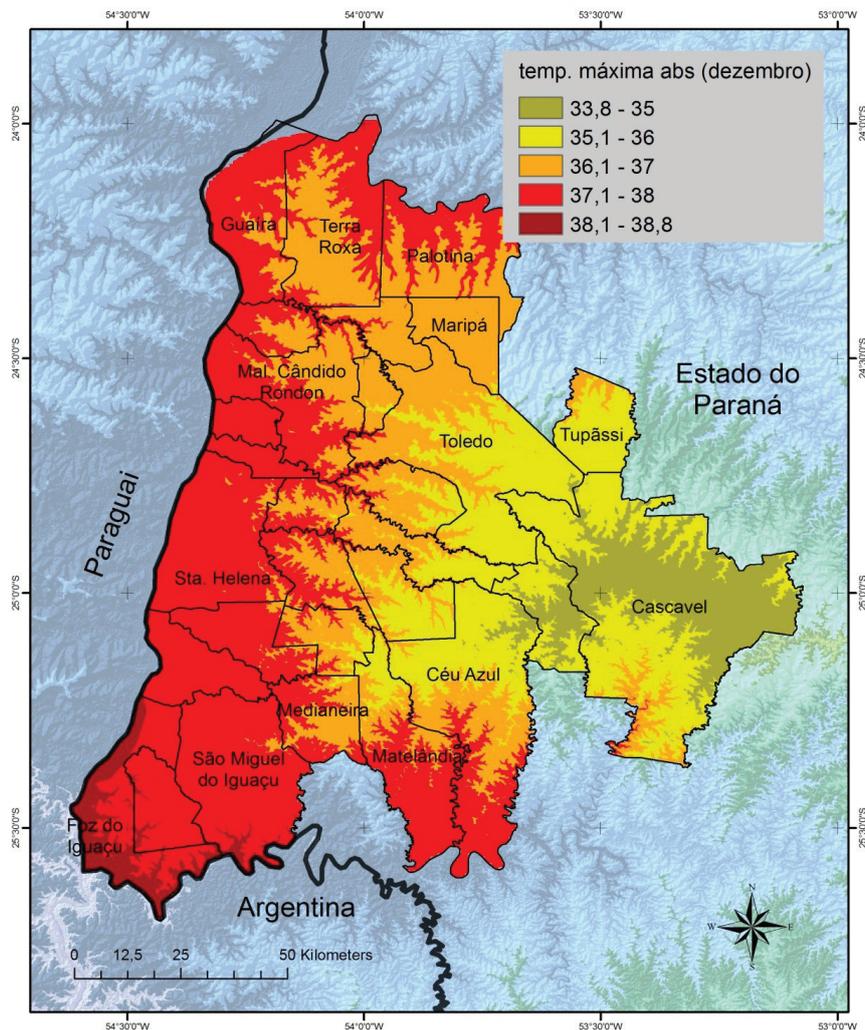


Figura 63. Temperatura (°C) máxima absoluta em dezembro na região da Bacia do Paraná 3.

Risco de geadas

As geadas causam grande parte dos sinistros agrícolas no Brasil, ocasionando perdas econômicas em muitos anos, principalmente no inverno. Na região Sul do país, os riscos de geada devem ser considerados para a produção agrícola, pecuária e florestal, uma vez que poucas espécies agrícolas comerciais são adaptadas ao clima frio, onde existem quedas acentuadas de temperatura.

A identificação das épocas e das regiões com os menores riscos climáticos é uma importante medida para auxiliar produtores rurais a conduzir suas atividades com maior êxito, ao escolher, para cada região, a melhor época de cultivo e a cultura mais bem adaptada.

O risco de geadas (Figura 64) representa percentualmente o número de anos, a cada década, em que ocorrem geadas.

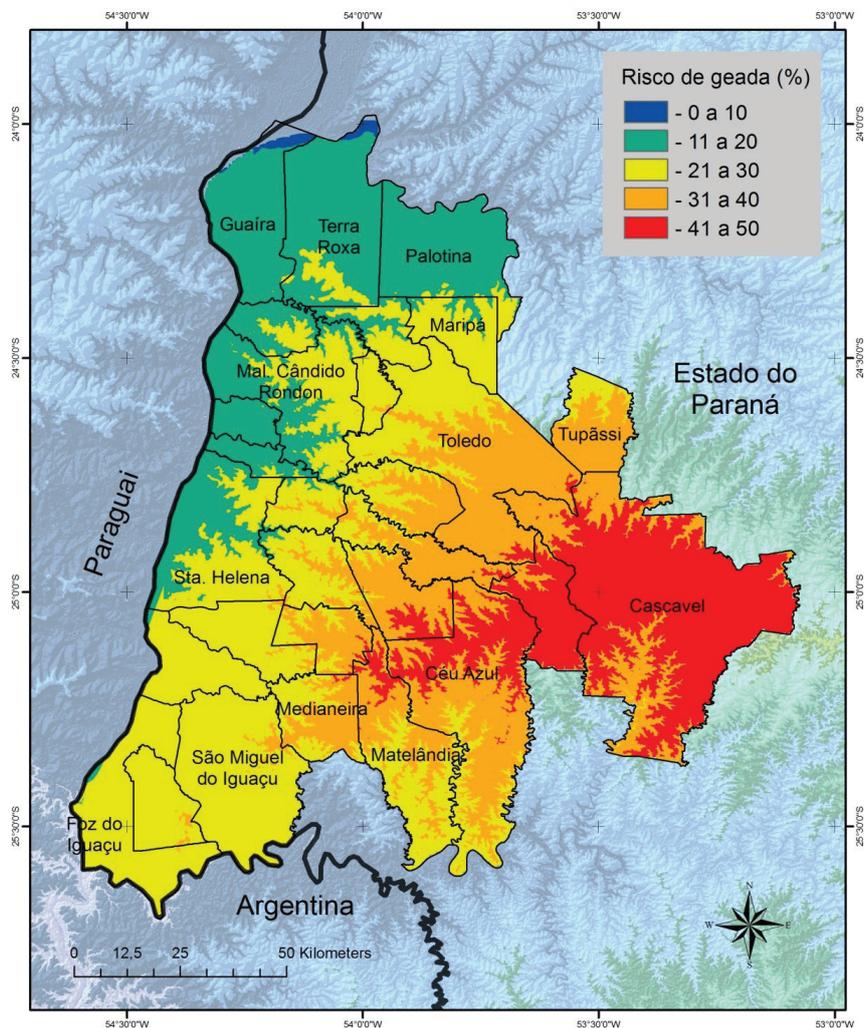


Figura 64. Risco de geadas (%) na região da Bacia do Paraná 3.

Horas de frio (< 7,2 °C) acumuladas no outono-inverno (maio-setembro)

As horas de frio (Figura 65) são a soma do número de horas em que a temperatura do ar permanece abaixo de um determinado valor, em geral 7,2 °C, durante o outono e o inverno, período de dormência das frutíferas e das espécies florestais criófilas. Nesse período, as plantas não paralisam totalmente as atividades fisiológicas. A exposição a baixas temperaturas estimula as atividades bioquímicas e a concentração de hormônios, mobilizando carboidratos que favorecem a brotação das gemas vegetativas e floríferas. Portanto, o período de dormência é necessário para uniformizar as brotações de ramos e o florescimento, que ocorrem imediatamente após o período de repouso hibernar, normalmente no final do inverno e início da primavera. As espécies criófilas, quando deixam de receber a quantidade de frio necessária, correm o risco de sofrer anomalias fenológicas, com diminuição do rendimento e da longevidade.

As regiões serranas do sul do país, de modo geral, possuem condições de atender às necessidades das espécies frutíferas e florestais criófilas, como é o caso das áreas de maior altitude da Bacia do Paraná 3.

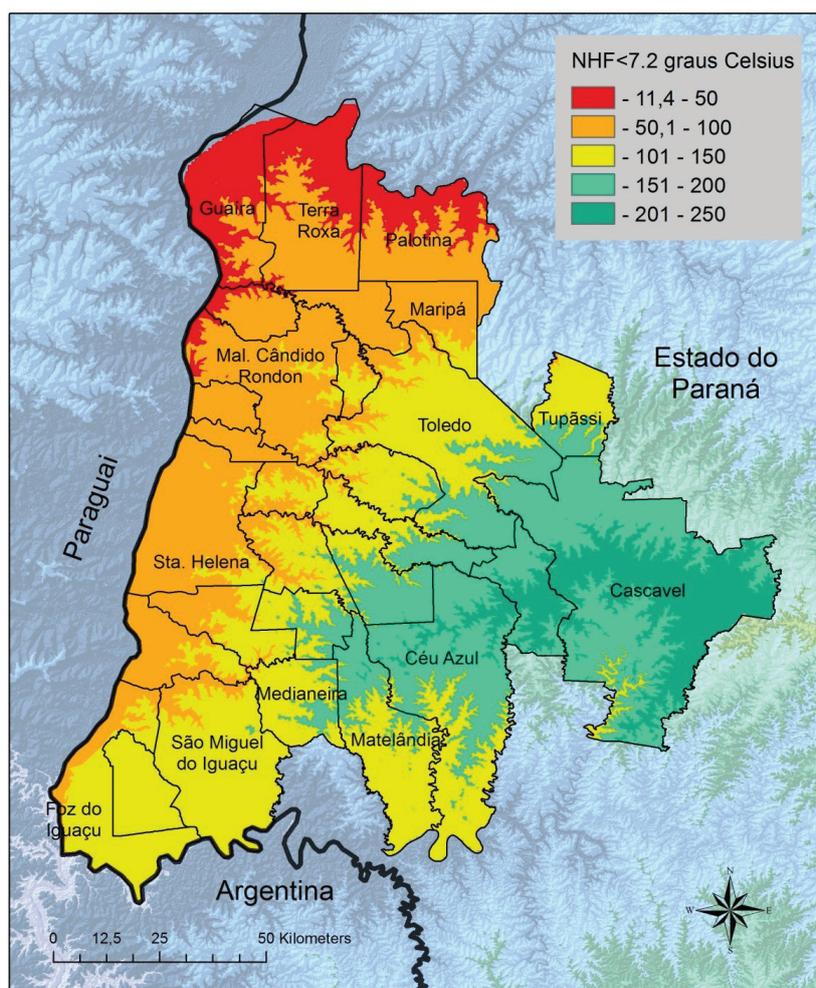


Figura 65. Número de horas de frio (horas <7,2 °C) na região da Bacia do Paraná 3.

Pluviosidade

O volume e a distribuição da precipitação pluvial são muito importantes no planejamento do uso e ocupação da terra e na definição dos nichos ecológicos, especialmente nos ambientes tropicais e subtropicais, devido à sua distribuição irregular, com períodos de estiagens, seguidos de períodos de concentrações de chuvas, influenciando na produtividade, incidência de doenças e na sobrevivência das plantas. O regime hídrico, portanto, é essencial para a atividade agrícola. A Bacia do Paraná 3 situa-se muito próxima de uma zona de transição climática, em latitudes médias, e apresenta variações espaciais da chuva, conforme mostram os mapas a seguir. Os volumes regionais da pluviosidade mensal são apresentados nas Figuras 66 a 77.

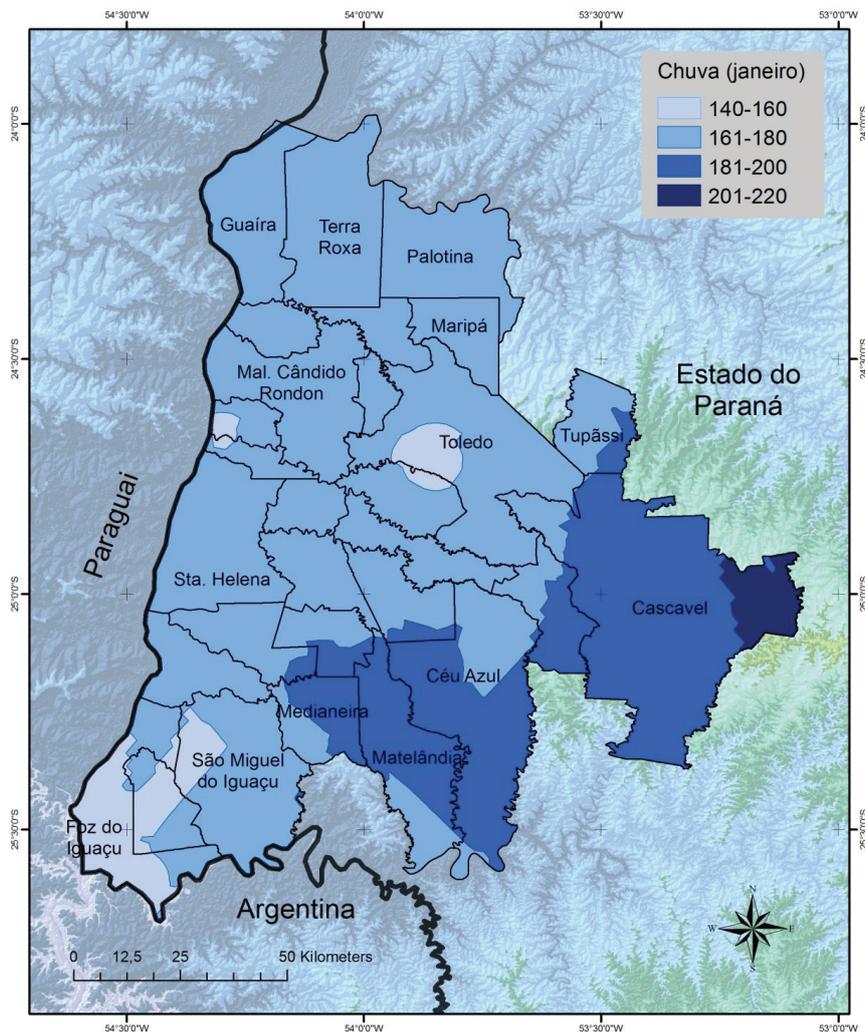


Figura 66. Pluviosidade acumulada (mm) em janeiro na região da Bacia do Paraná 3.

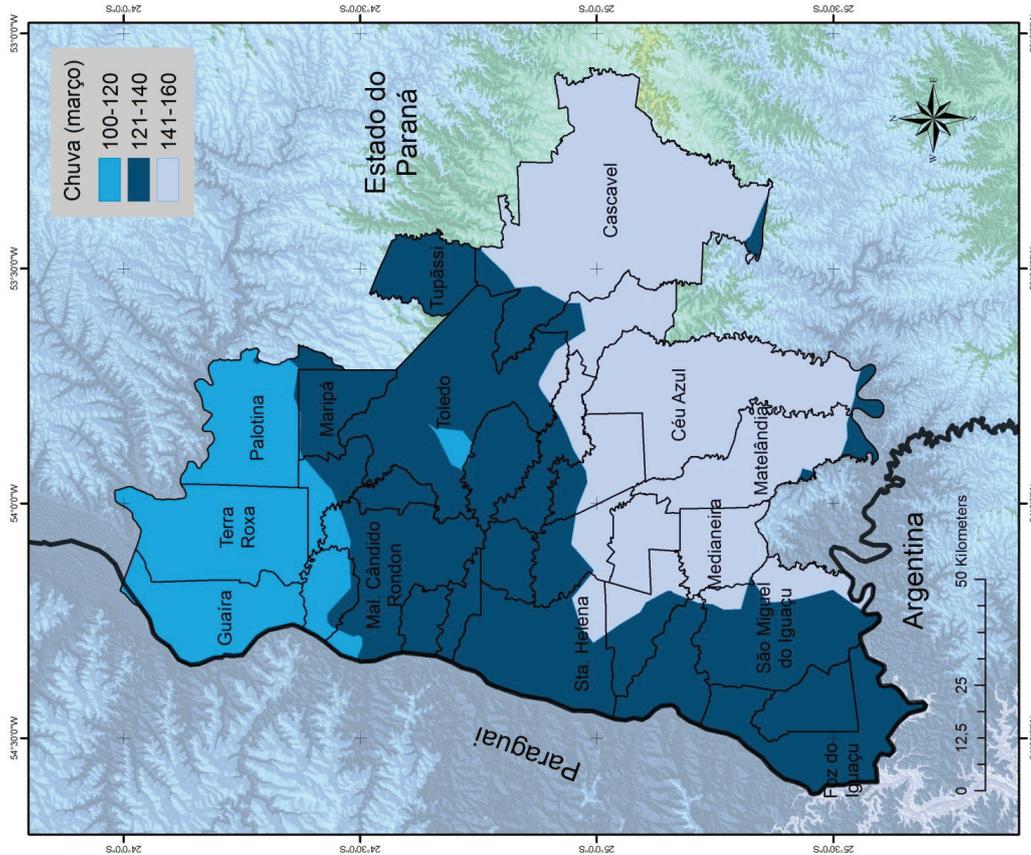


Figura 68. Pluviosidade acumulada (mm) em março na região da Bacia do Paraná 3.

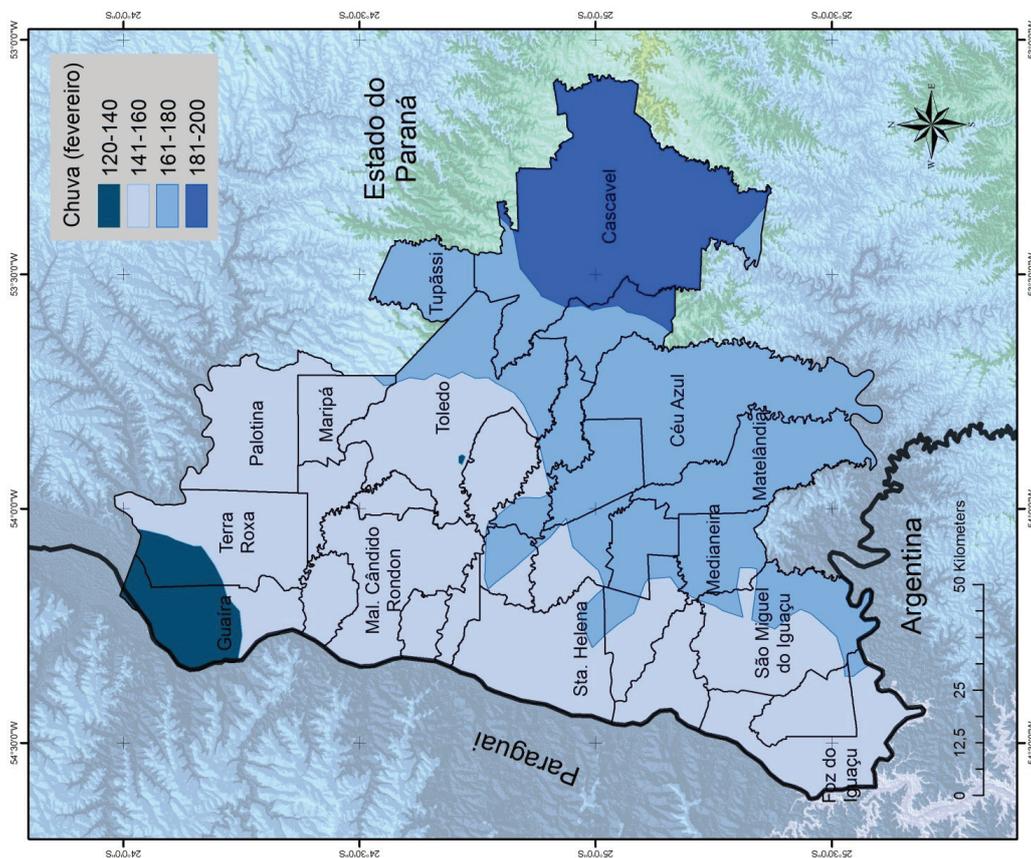


Figura 67. Pluviosidade acumulada (mm) em fevereiro na região da Bacia do Paraná 3.

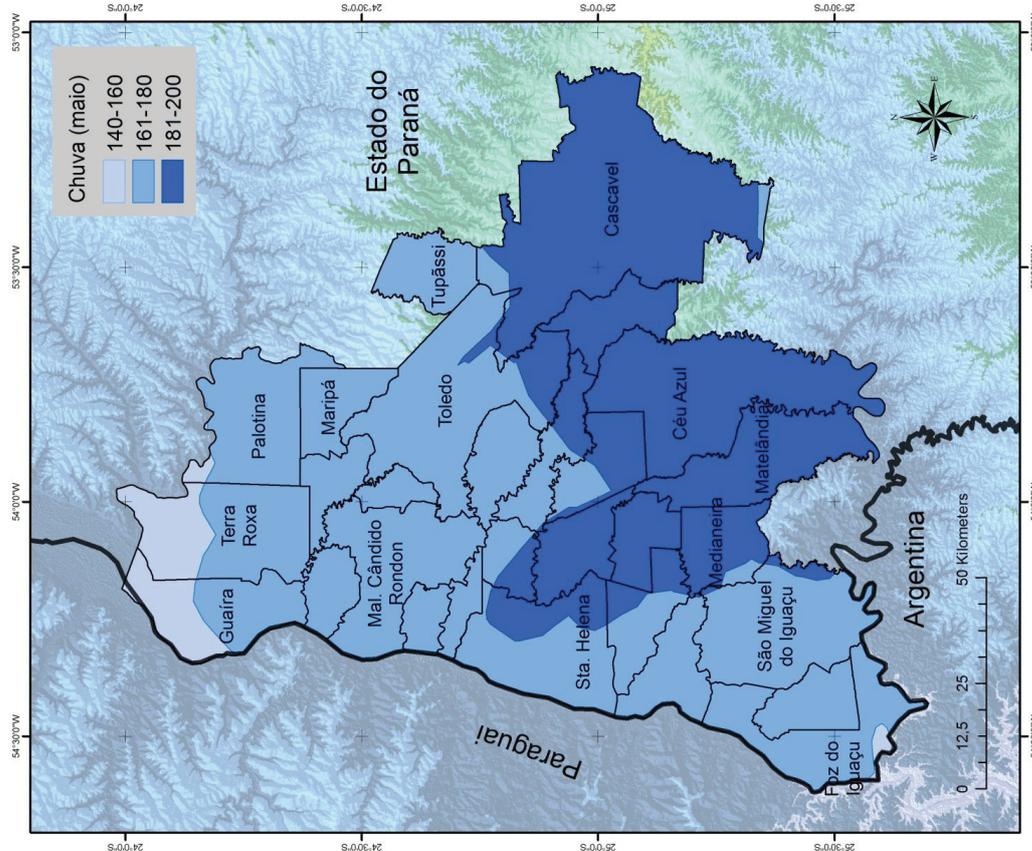


Figura 70. Pluviosidade acumulada (mm) em maio na região da Bacia do Paraná 3.

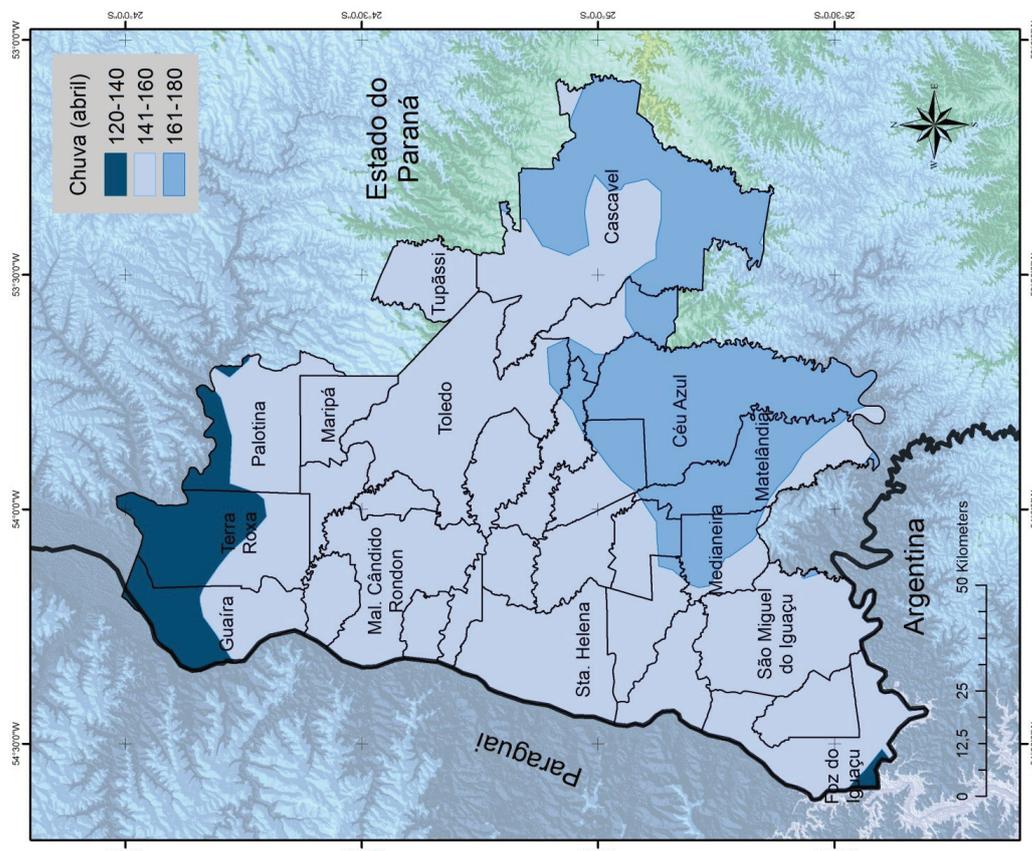


Figura 69. Pluviosidade acumulada (mm) em abril na região da Bacia do Paraná 3.

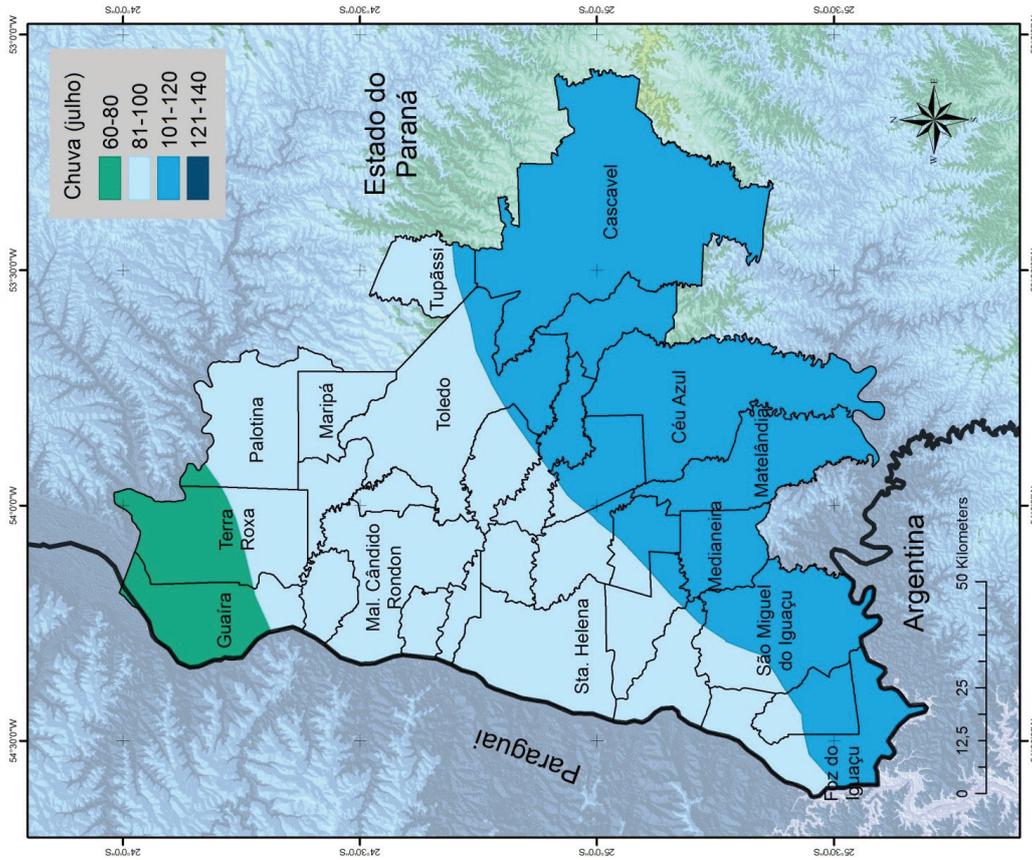


Figura 72. Pluviosidade acumulada (mm) em julho na região da Bacia do Paraná 3.

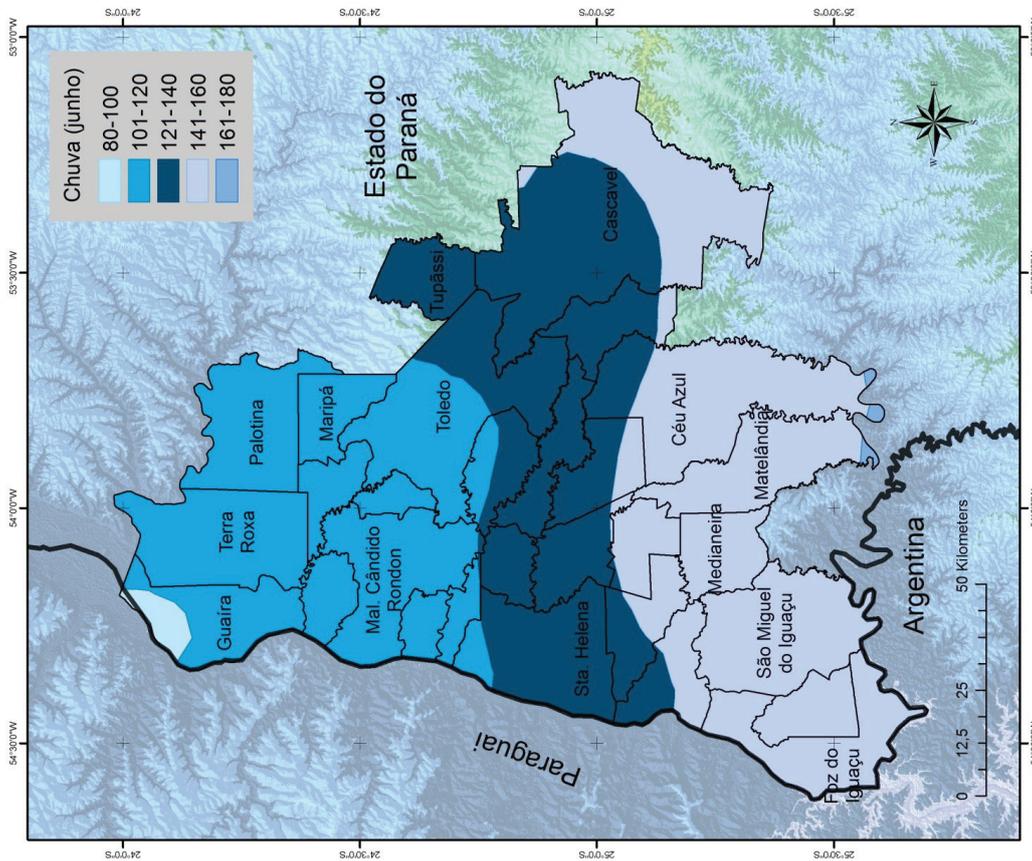


Figura 71. Pluviosidade acumulada (mm) em junho na região da Bacia do Paraná 3.

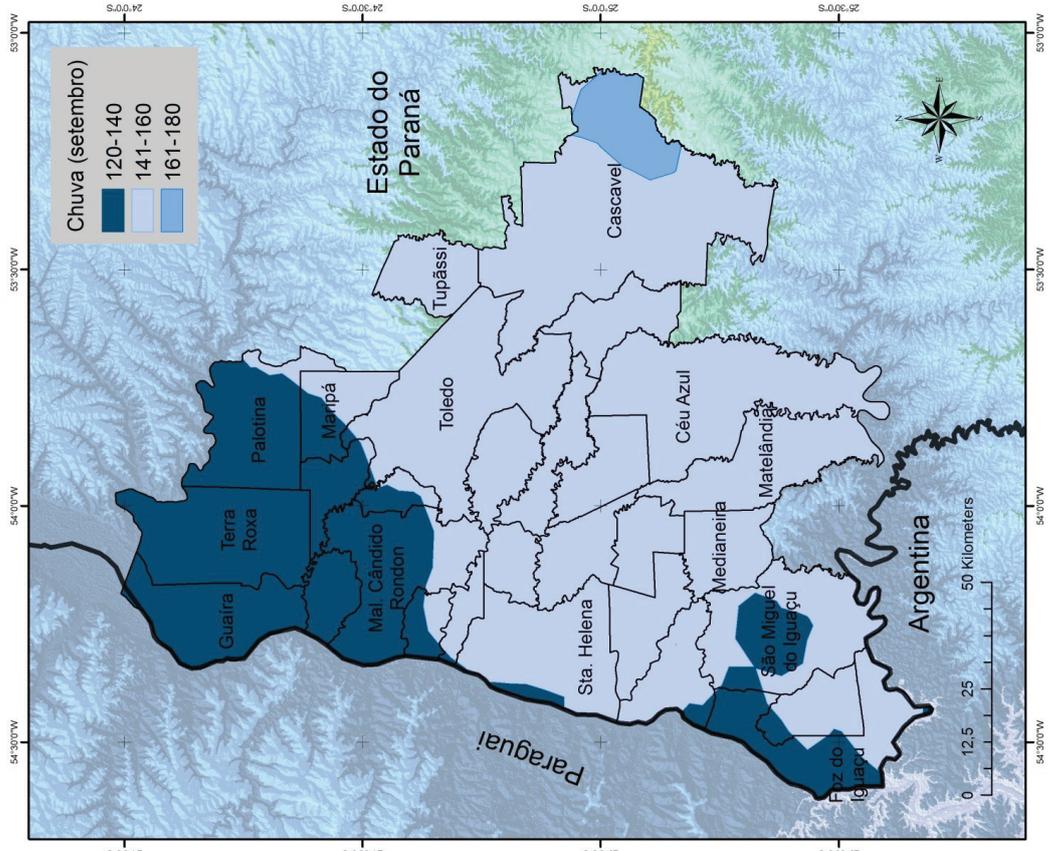


Figura 74. Pluviosidade acumulada (mm) em setembro na região da Bacia do Paraná 3.

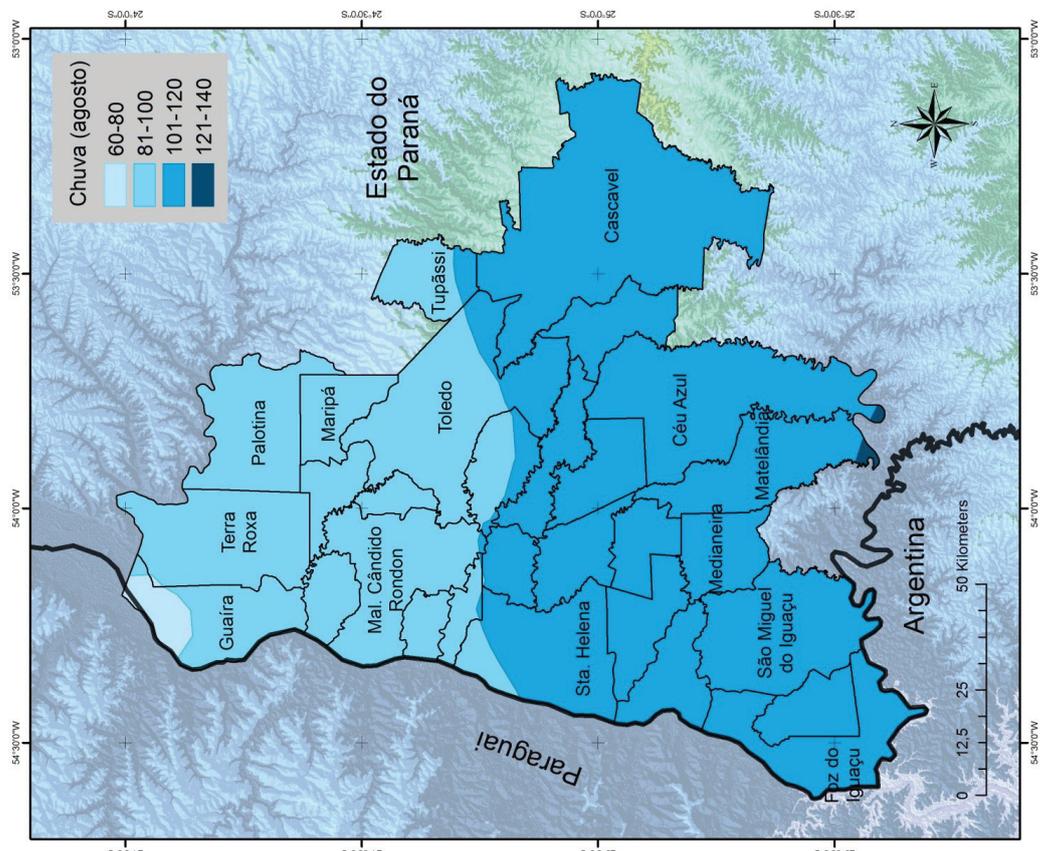


Figura 73. Pluviosidade acumulada (mm) em agosto na região da Bacia do Paraná 3.

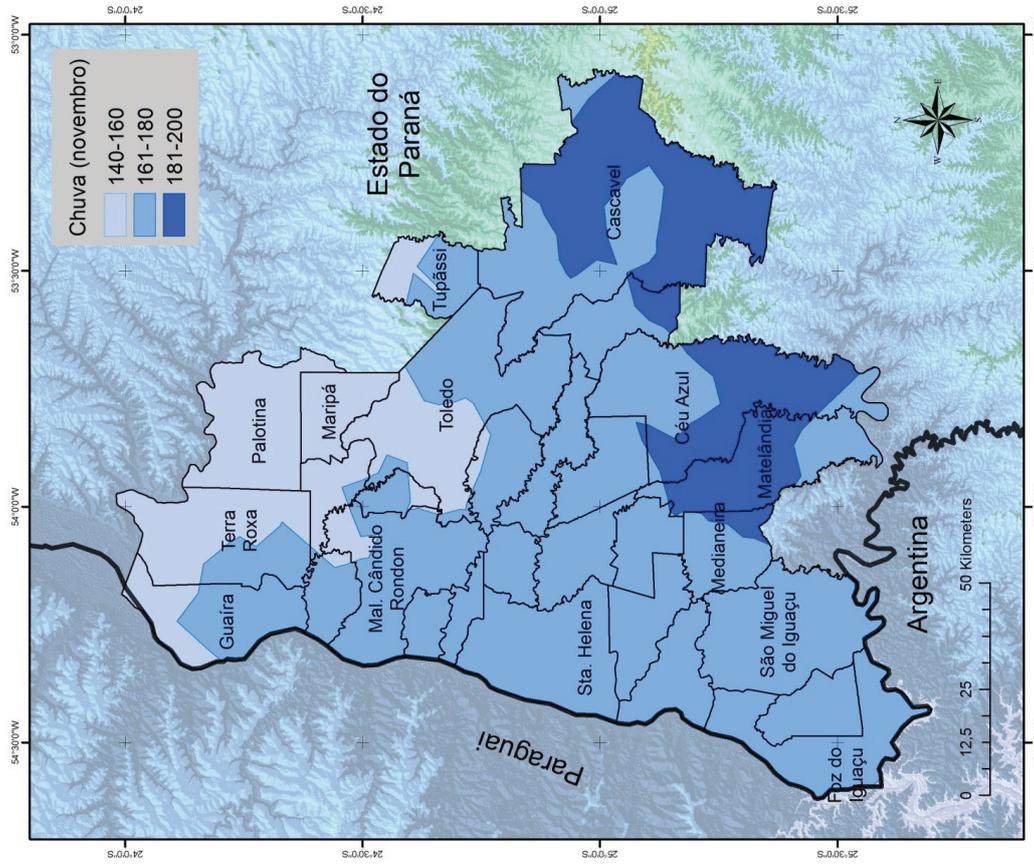


Figura 76. Pluviosidade acumulada (mm) em novembro na região da Bacia do Paraná 3.

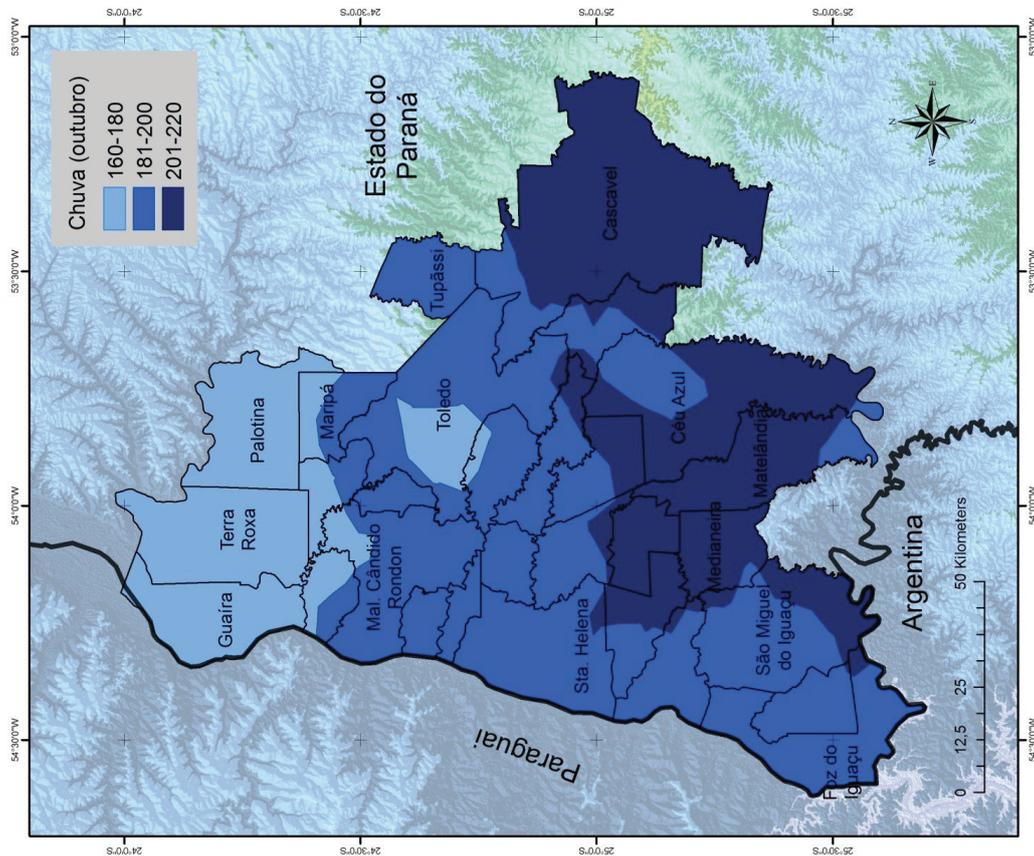


Figura 75. Pluviosidade acumulada (mm) em outubro na região da Bacia do Paraná 3.

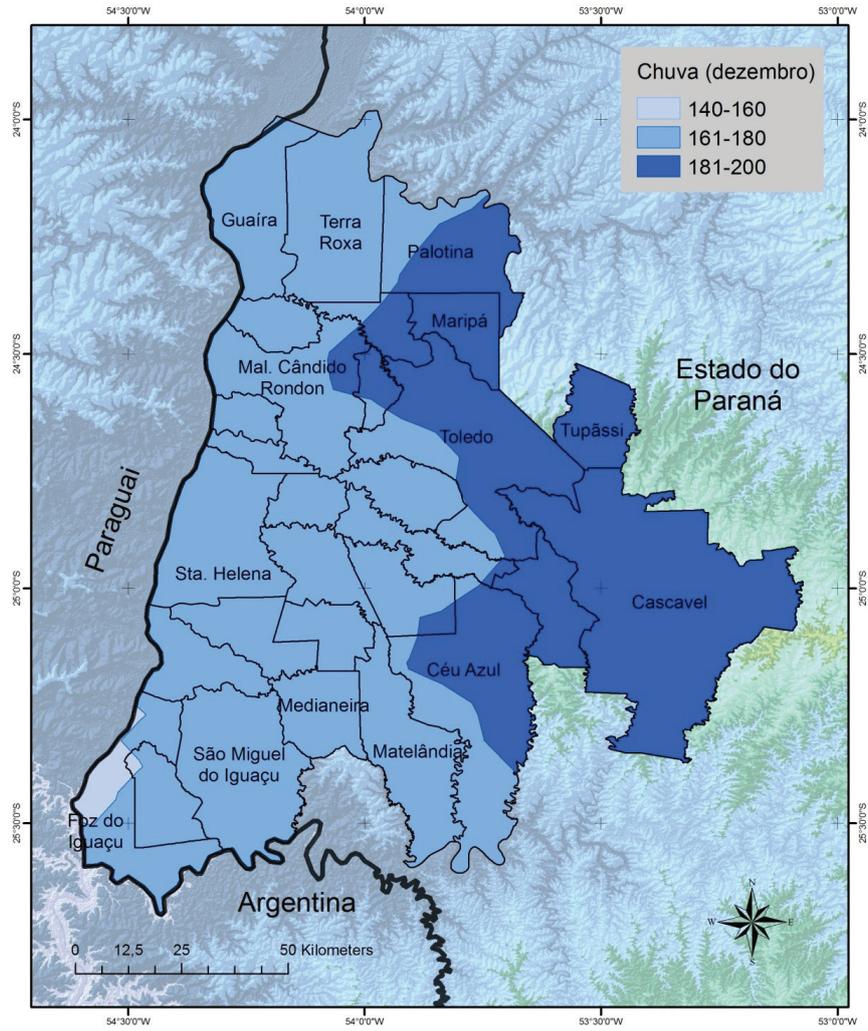


Figura 77. Pluviosidade acumulada (mm) em dezembro na região da Bacia do Paraná 3.

Disponibilidade hídrica

O balanço hídrico é um dos fatores de maior importância agrônômica, sendo relacionado à produtividade agrícola e responsável pelo insucesso do cultivo em vários anos, quando ocorre déficit hídrico, muitas vezes resultando na frustração de safras. Pode, assim, reduzir a produtividade do setor florestal nos anos seguidos de seca e dificultar o vingamento de mudas novas plantadas no campo, principalmente no primeiro ano. Interfere também na delimitação da ocorrência natural da maioria das espécies nativas e na janela de tempo ideal para o plantio das espécies comerciais de ciclo anual. O ambiente tropical é caracterizado pela intermitência das chuvas, havendo períodos de estiagem em alguns momentos e excesso de chuvas em outros, devido à sua distribuição irregular. A seguir, nas Figuras 78 a 89, são apresentados mapas da disponibilidade de água na região da Bacia do Paraná 3, sudoeste do Paraná, situada em latitudes médias e relevo variável, o que resulta na variação do clima e dos solos.

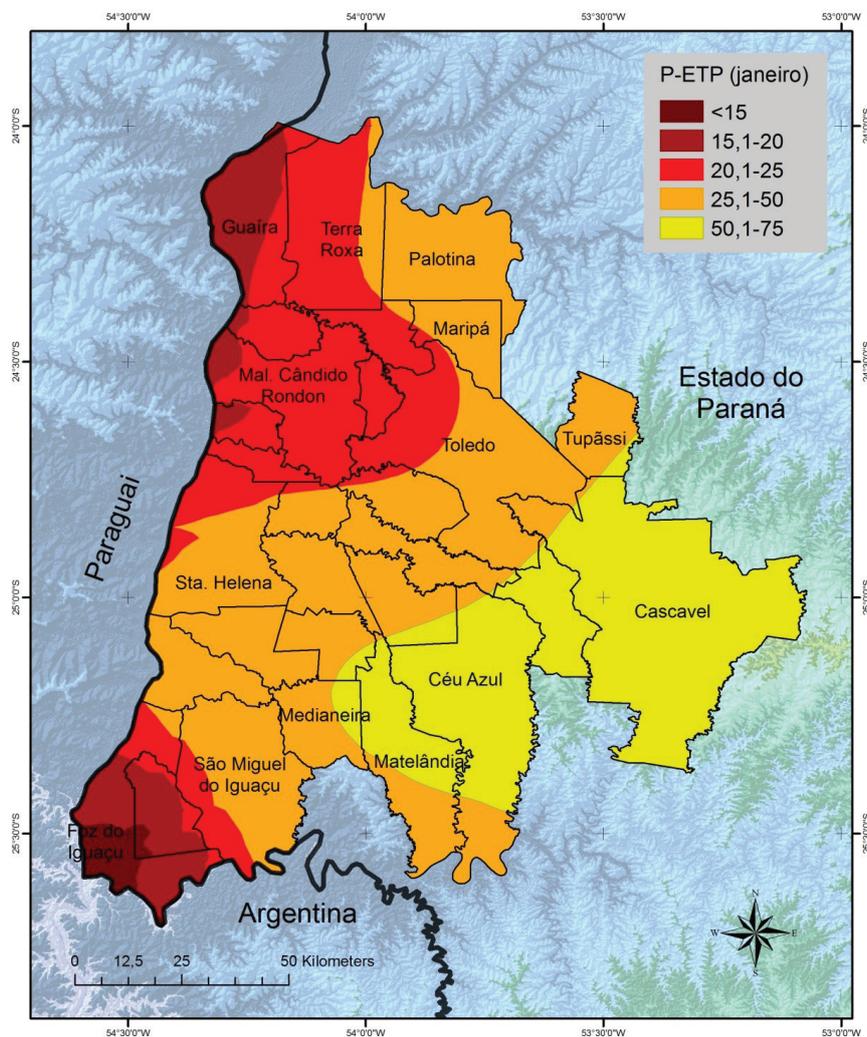


Figura 78. Disponibilidade hídrica (P-ETP) (mm) em janeiro na região da Bacia do Paraná 3.

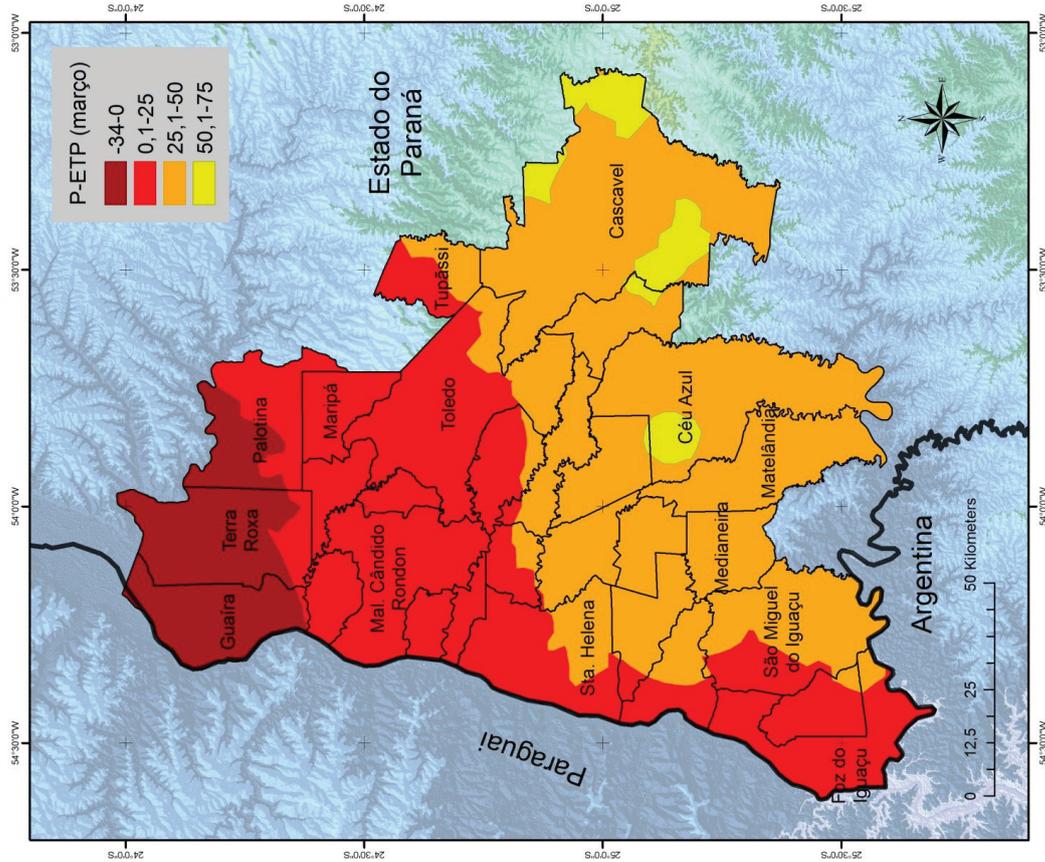


Figura 80. Disponibilidade hídrica (P-ETP) (mm) em março na região da Bacia do Paraná 3.

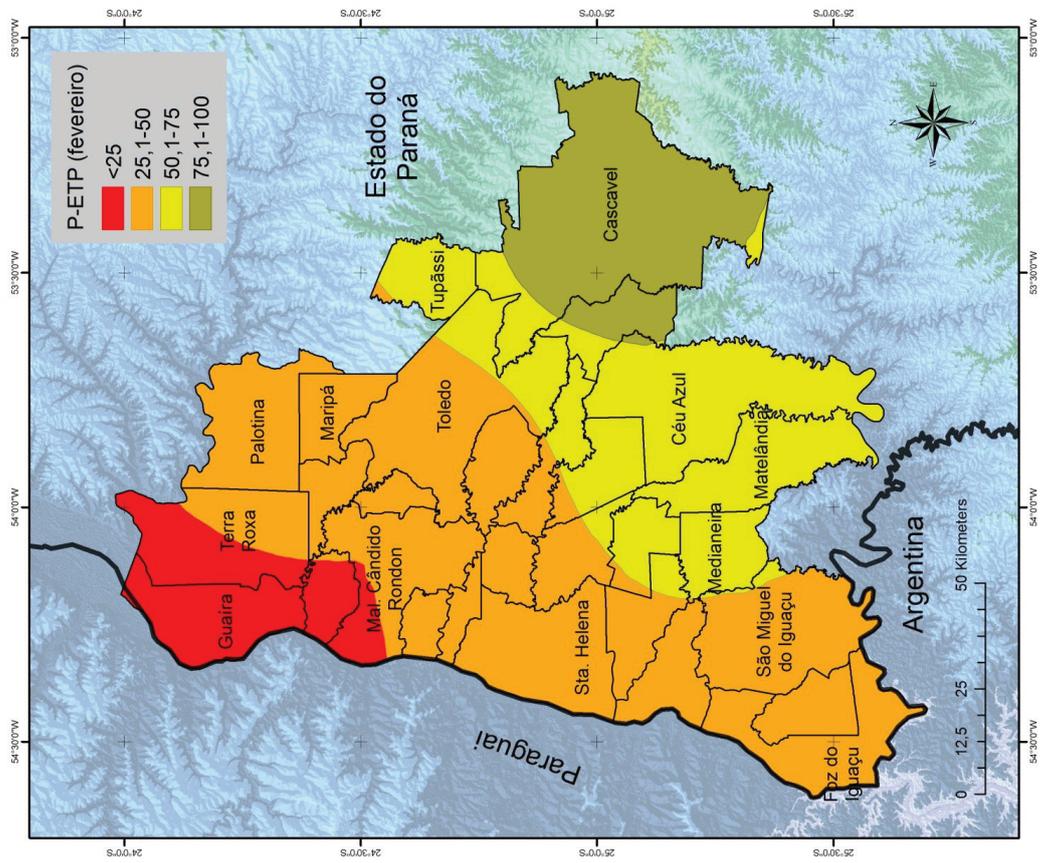


Figura 79. Disponibilidade hídrica (P-ETP) (mm) em fevereiro na região da Bacia do Paraná 3.

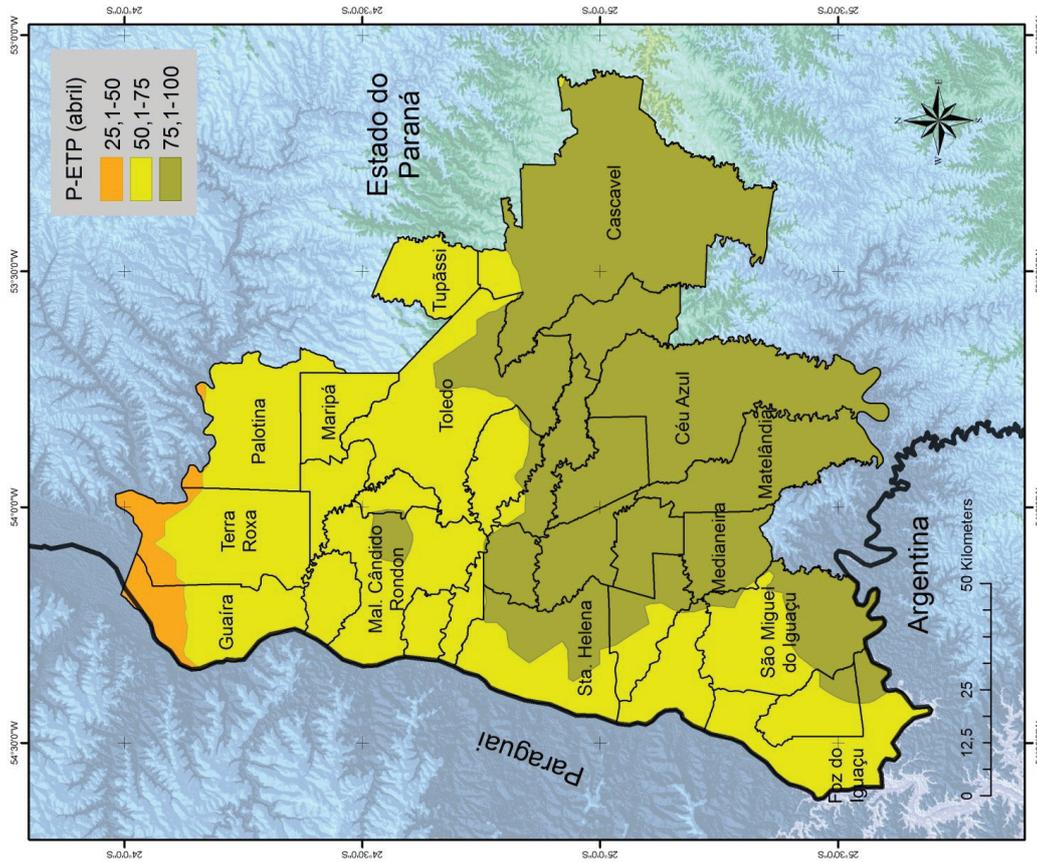


Figura 81. Disponibilidade hídrica (P-ETP) (mm) em abril na região da Bacia do Paraná 3.

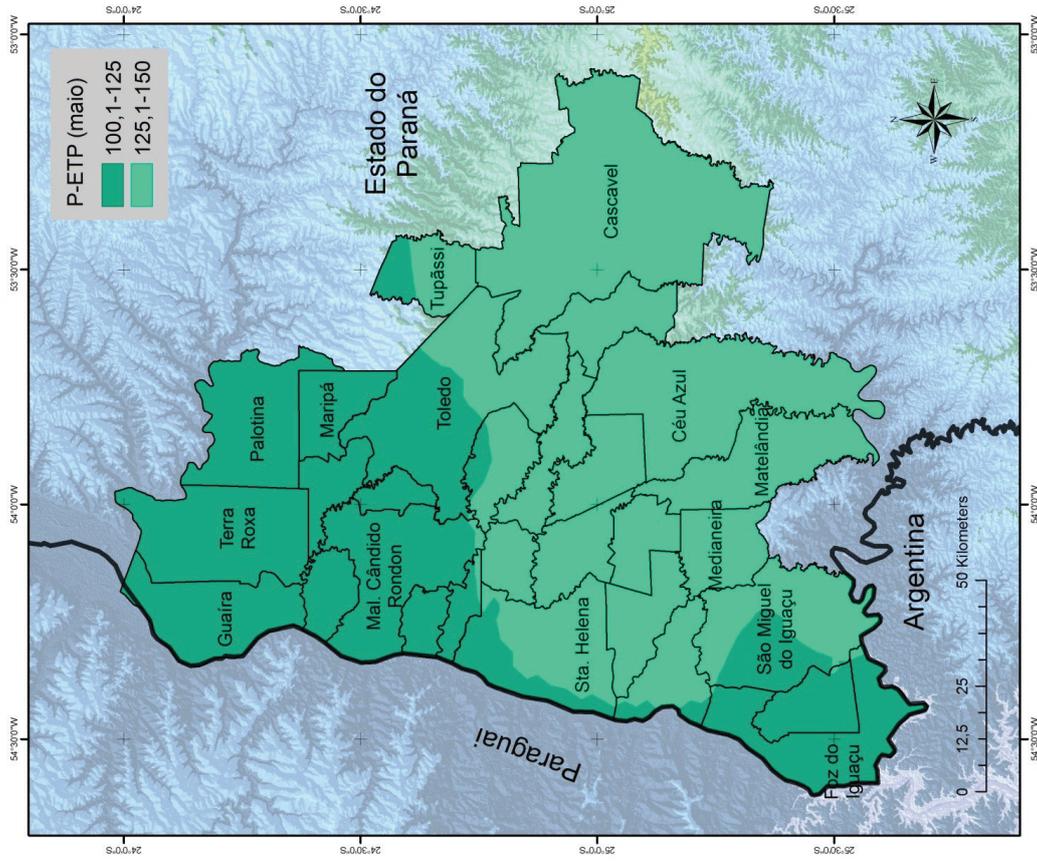


Figura 82. Disponibilidade hídrica (P-ETP) (mm) em maio na região da Bacia do Paraná 3.

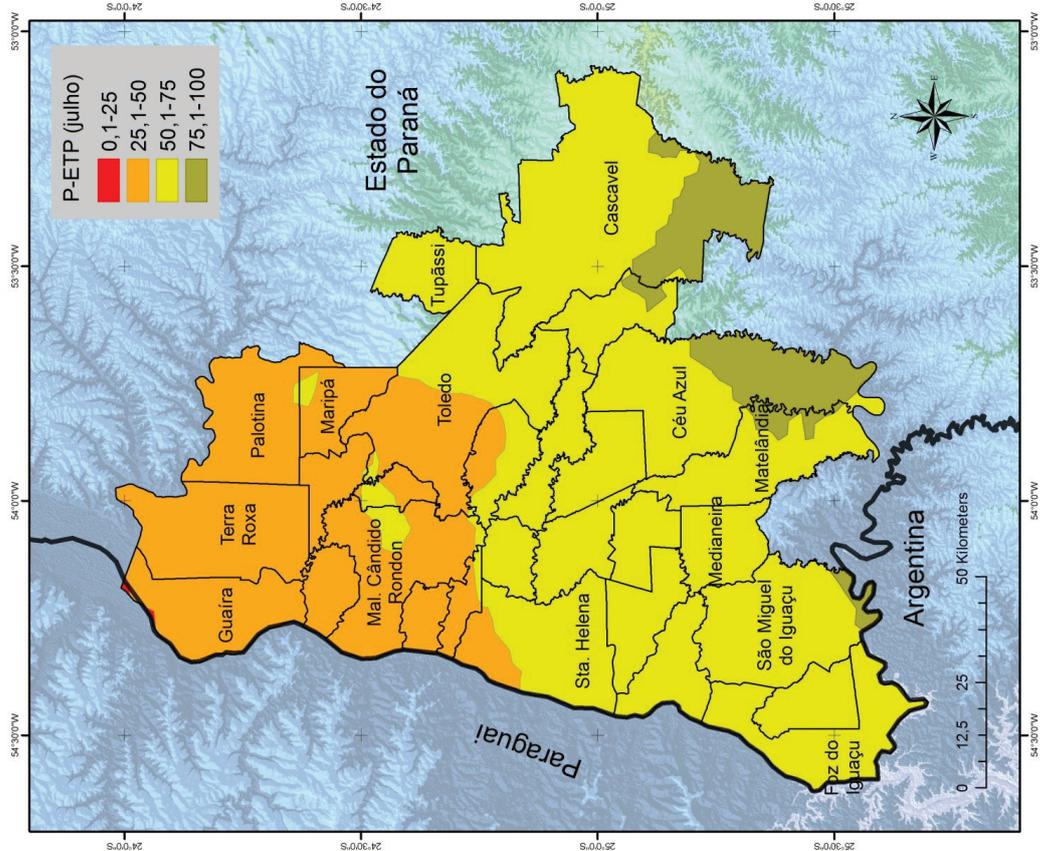


Figura 84. Disponibilidade hídrica (P-ETP) (mm) em julho na região da Bacia do Paraná 3.

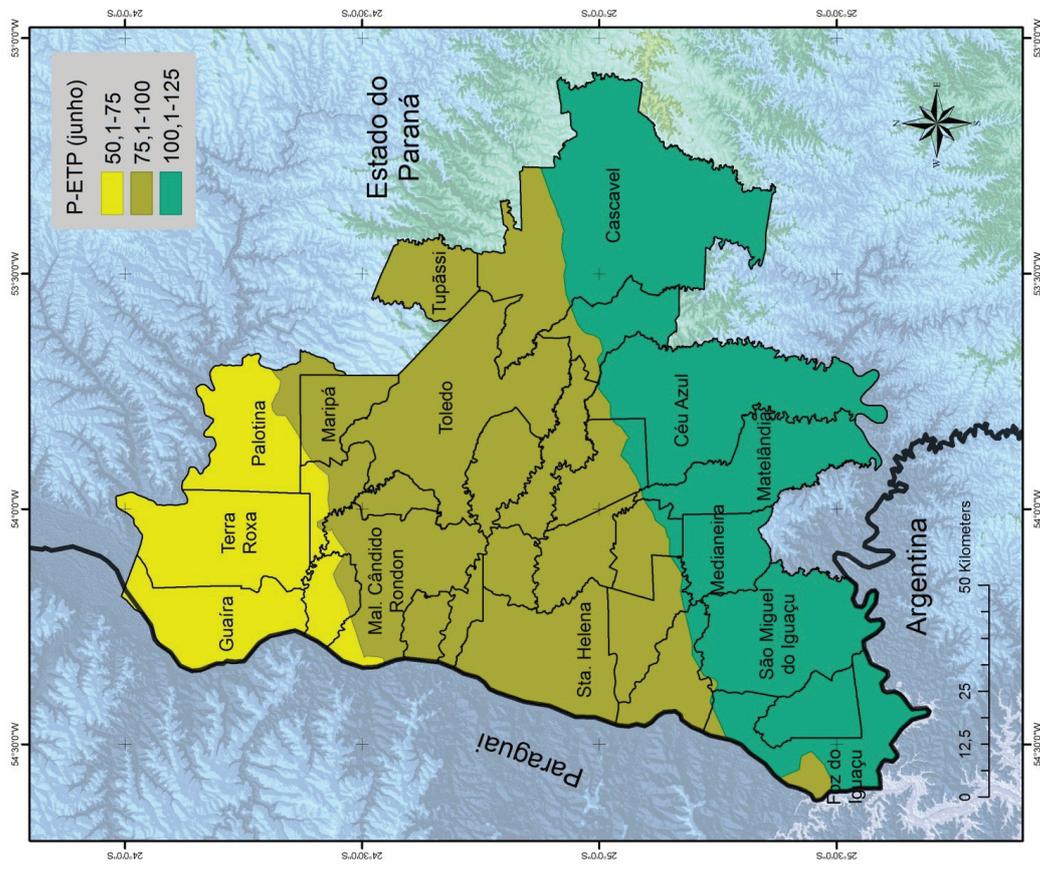


Figura 83. Disponibilidade hídrica (P-ETP) (mm) em junho na região da Bacia do Paraná 3.

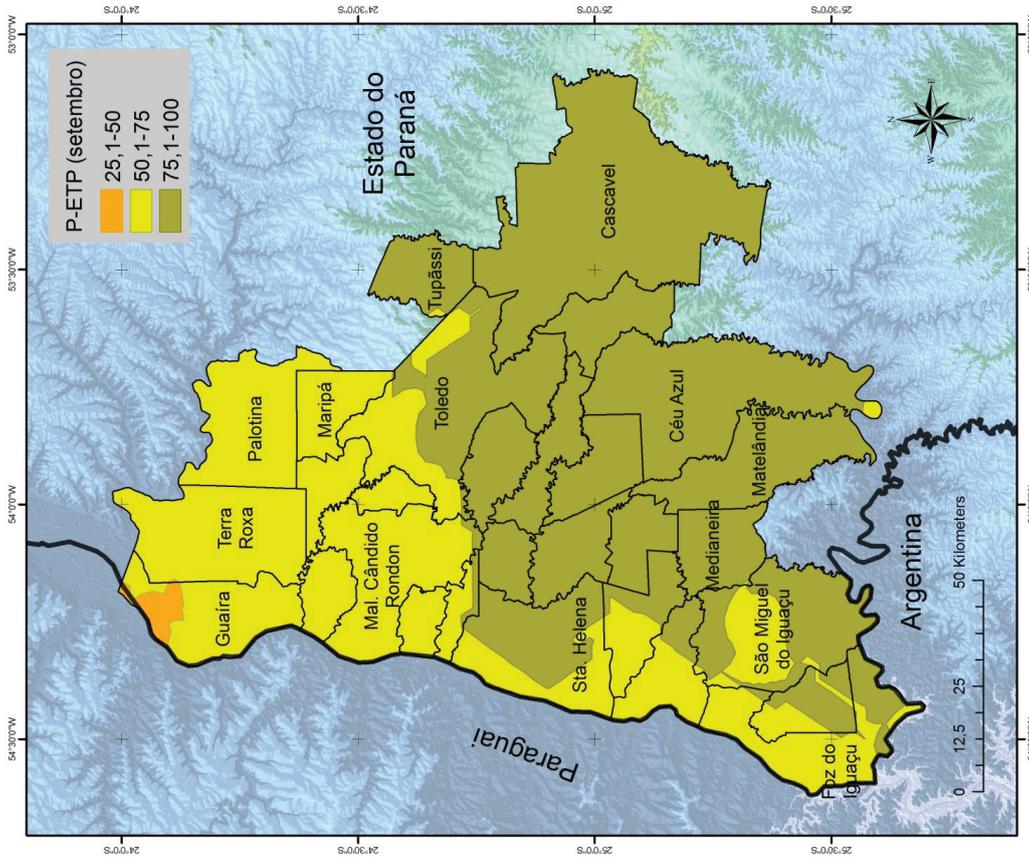


Figura 86. Disponibilidade hídrica (P-ETP) (mm) em setembro na região da Bacia do Paraná 3.

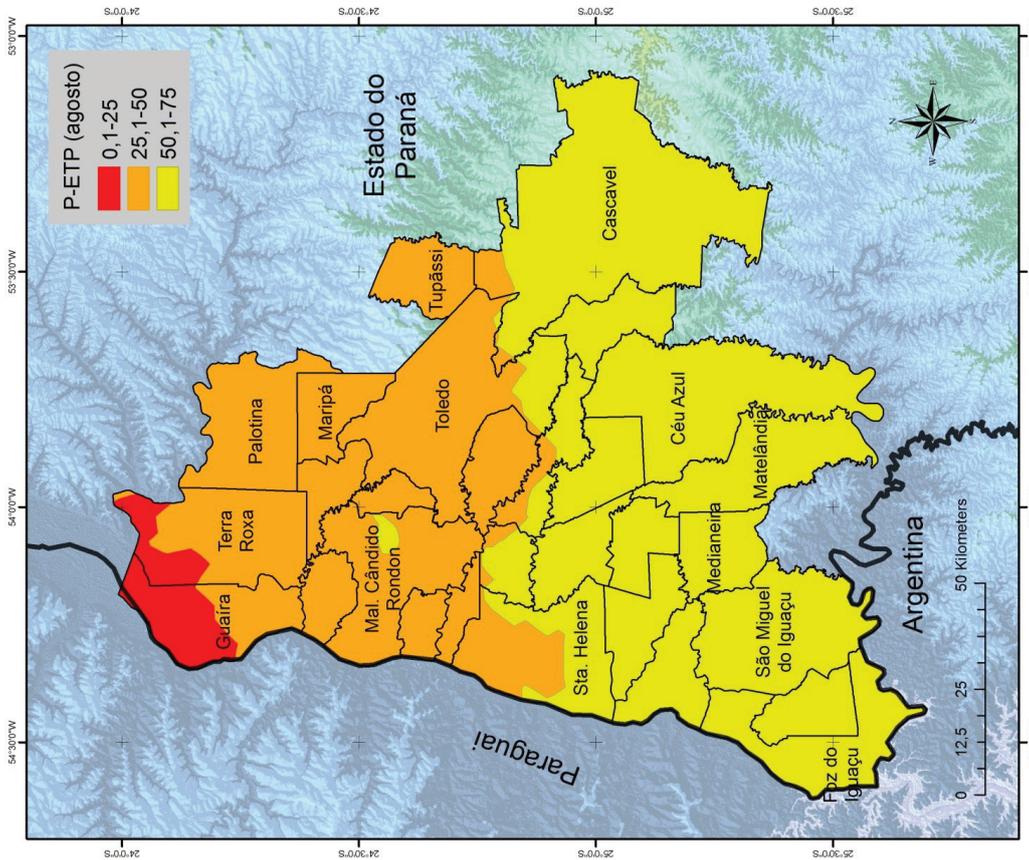


Figura 85. Disponibilidade hídrica (P-ETP) (mm) em agosto na região da Bacia do Paraná 3.

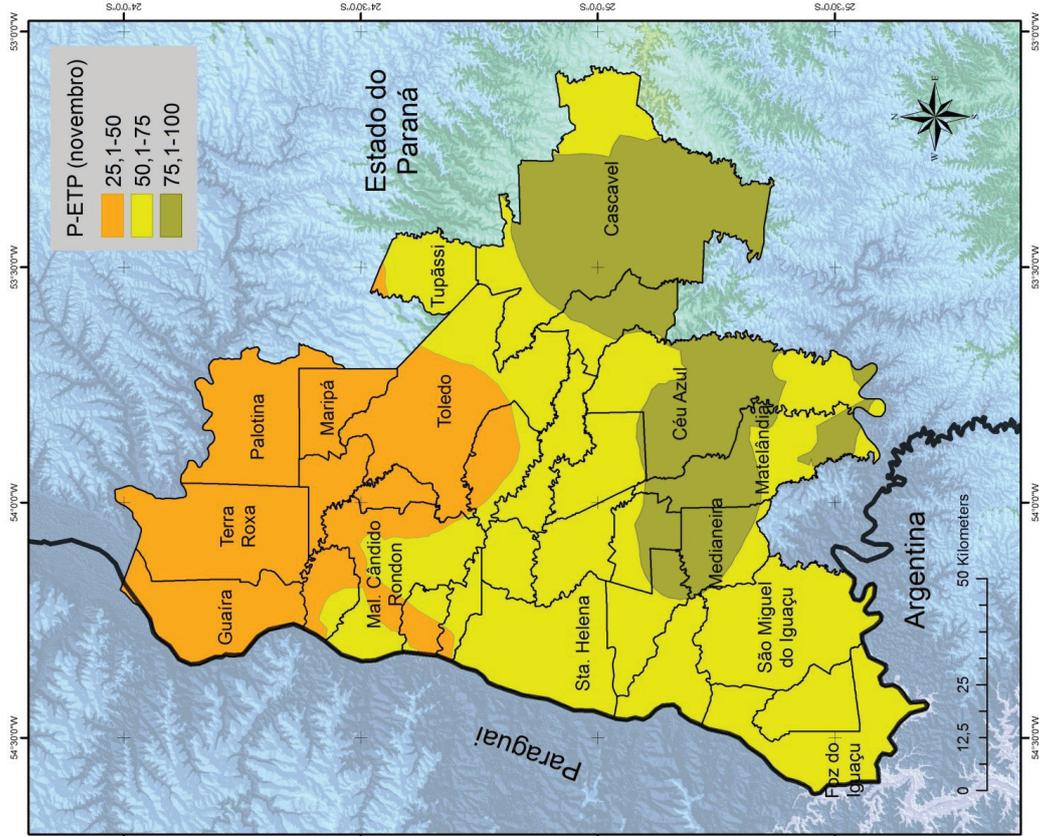


Figura 88. Disponibilidade hídrica (P-ETP) (mm) em novembro na região da Bacia do Paraná 3.

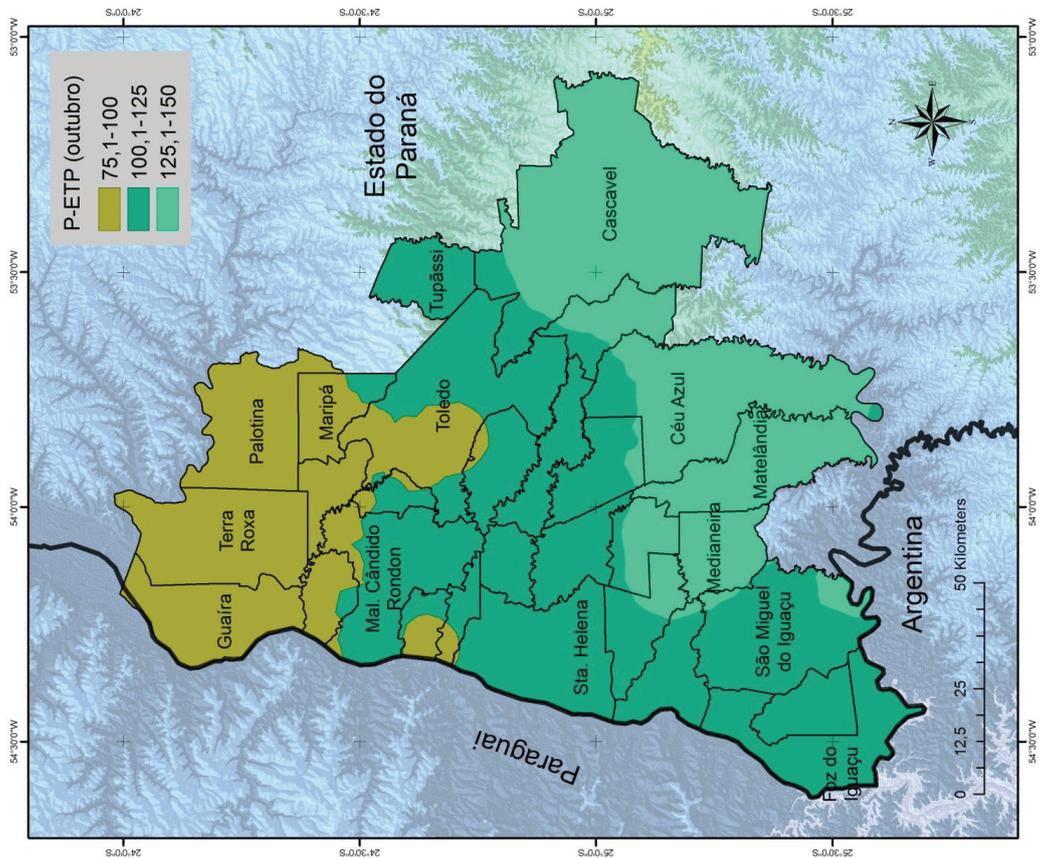


Figura 87. Disponibilidade hídrica (P-ETP) (mm) em outubro na região da Bacia do Paraná 3.

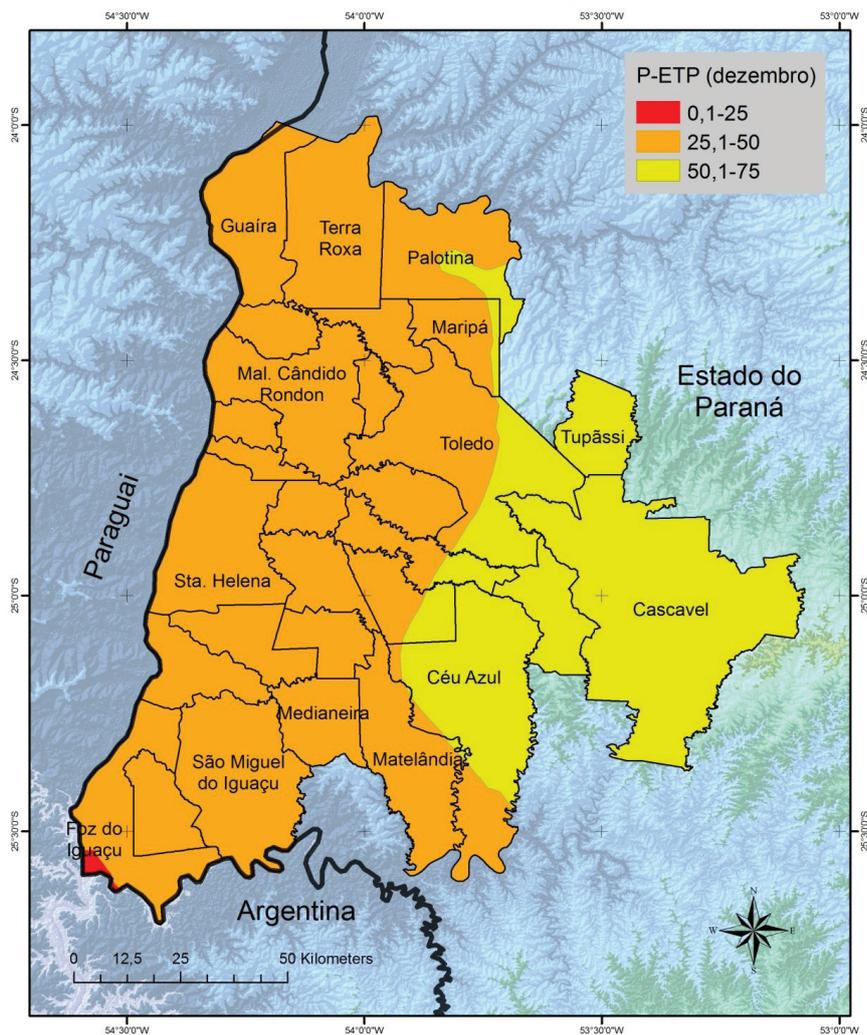


Figura 89. Disponibilidade hídrica (P-ETP) (mm) em dezembro na região da Bacia do Paraná 3.

Insolação

Insolação é a quantidade de horas de sol, expressa em horas, que incide sobre uma superfície. Representa a radiação incidente direta, sem presença de nuvens, acumulada em um período específico de tempo, podendo ser um dia, uma semana, um mês, um ano, etc.

Essa variável controla a produtividade agrícola, influenciando a fotossíntese e outros processos como o aquecimento do ar, a evaporação de água da superfície terrestre, dos lagos e do mar, além da transpiração das plantas e dos animais e a incidência de pragas e doenças.

Nas Figuras 90 a 101, são apresentadas as médias das insolações acumuladas em um mês.

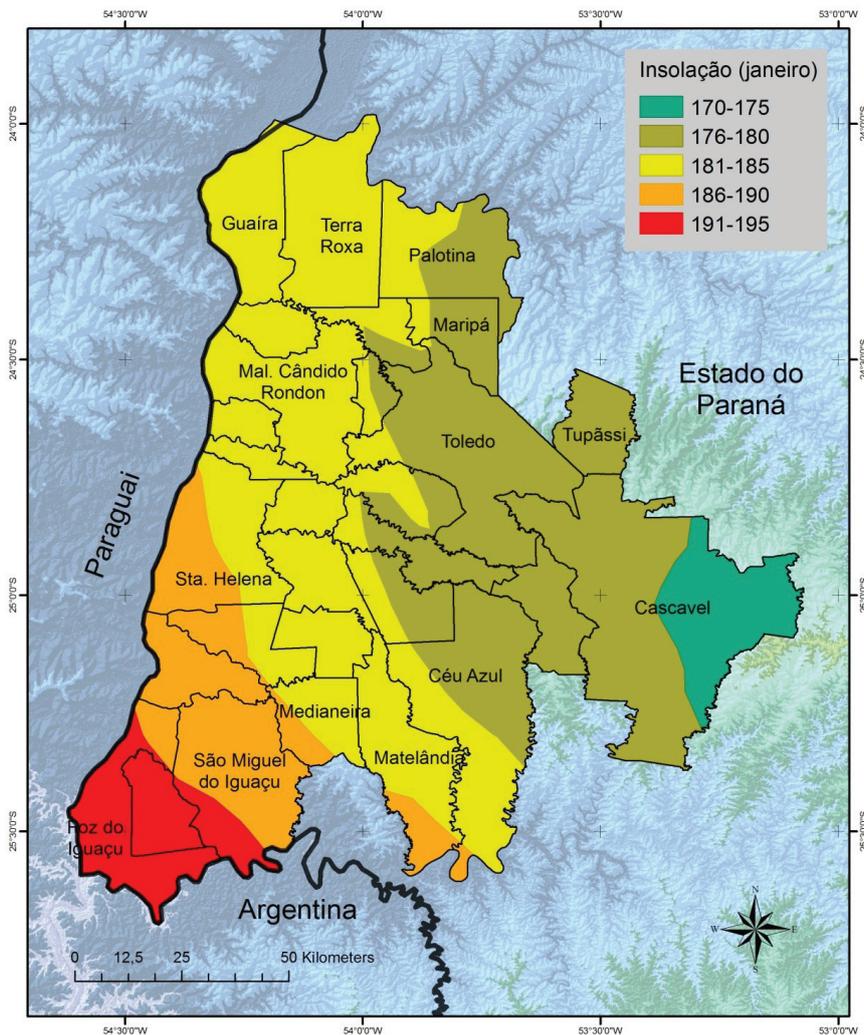


Figura 90. Insolação (h) em janeiro na região da Bacia do Paraná 3.

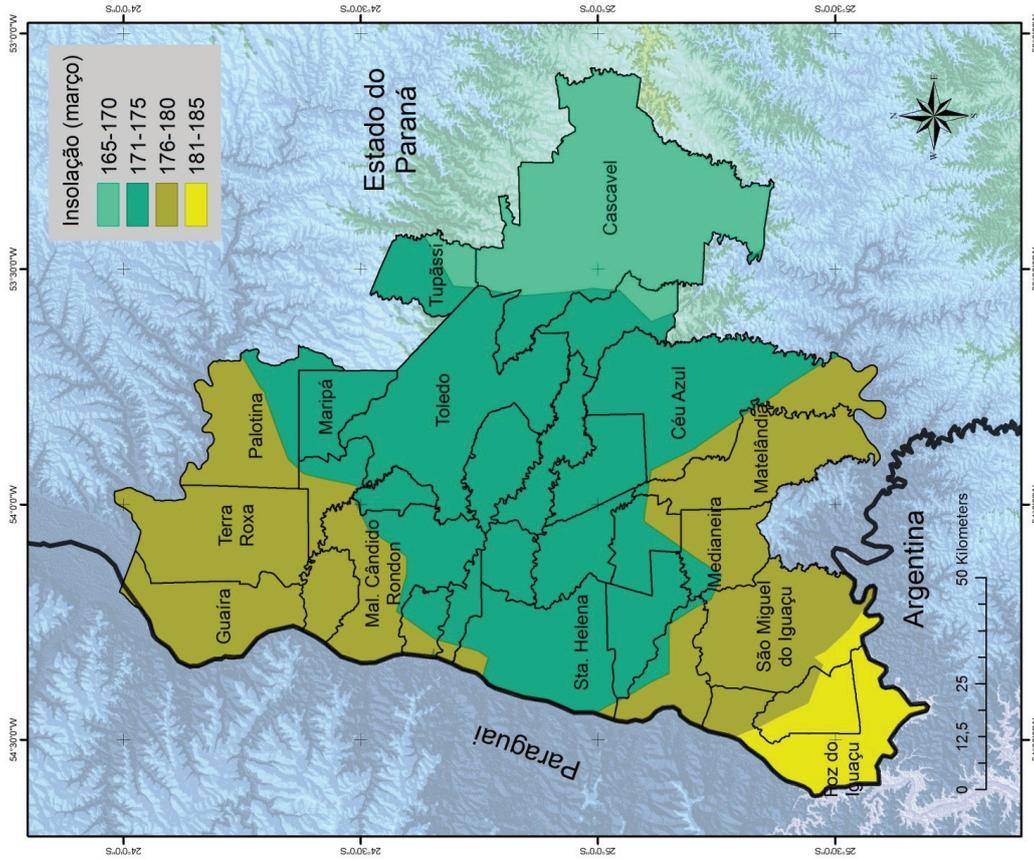


Figura 92. Insolação (h) em março na região da Bacia do Paraná 3.

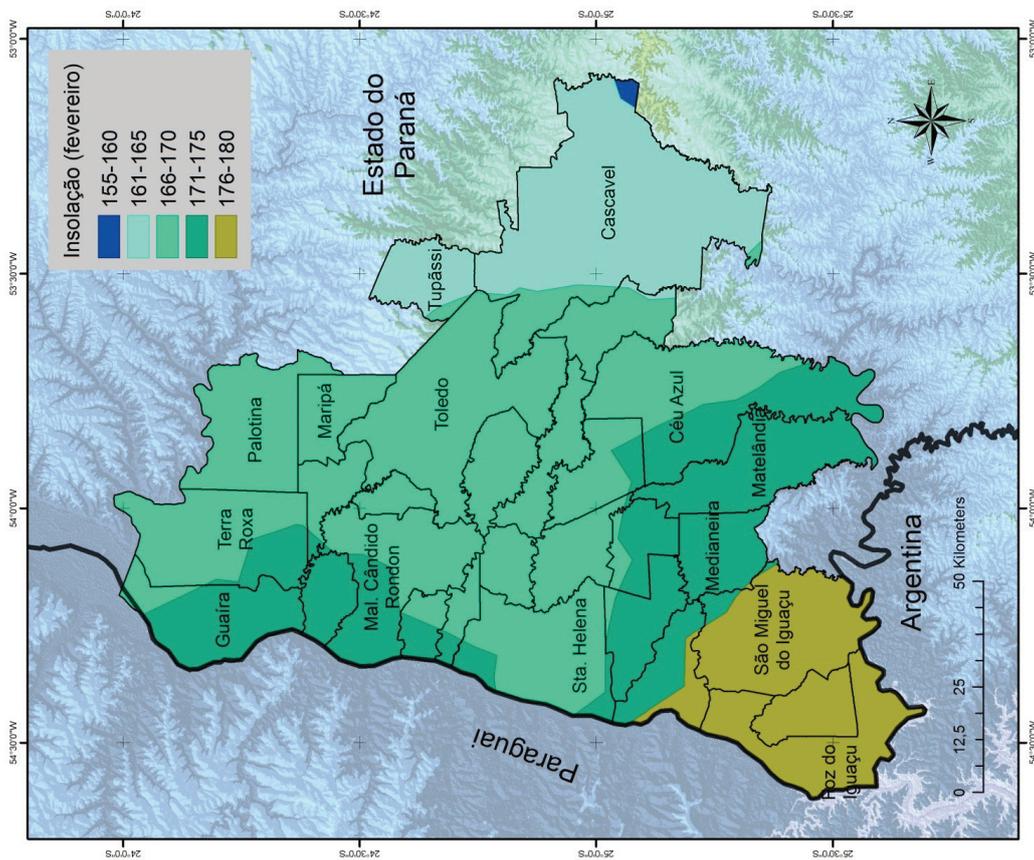


Figura 91. Insolação (h) em fevereiro na região da Bacia do Paraná 3.

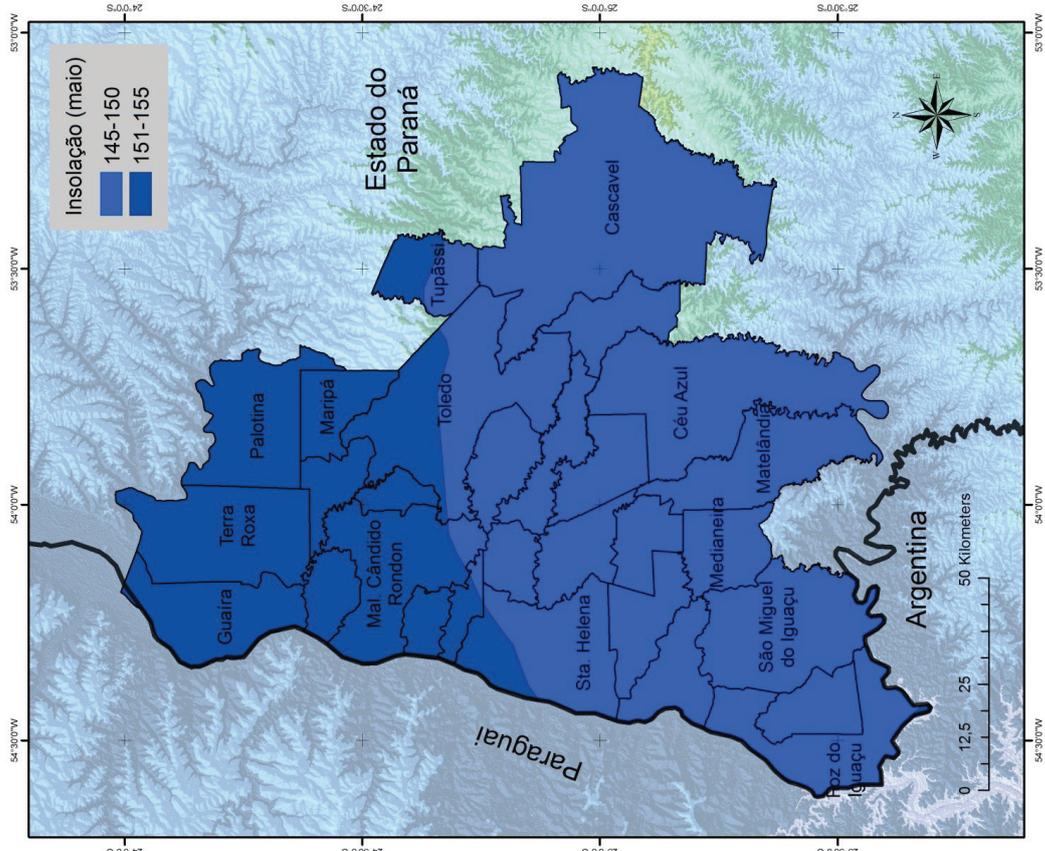


Figura 94. Insolação (h) em maio na região da Bacia do Paraná 3.

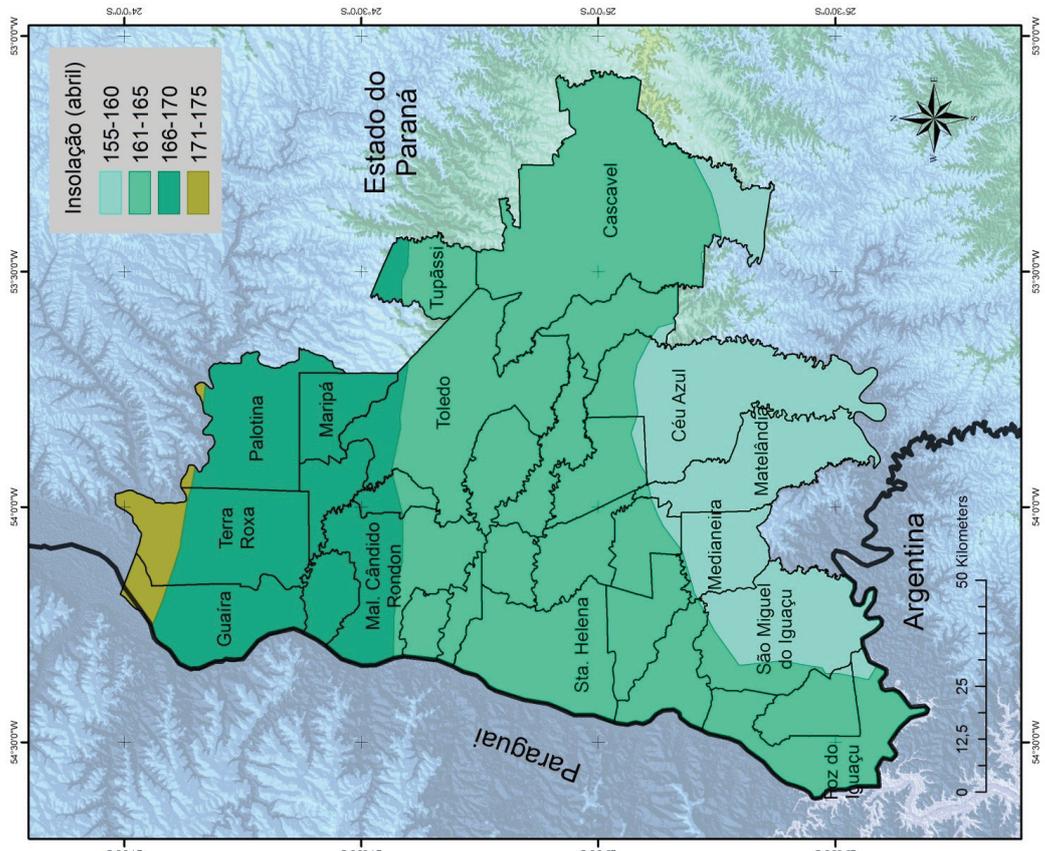


Figura 93. Insolação (h) em abril na região da Bacia do Paraná 3.

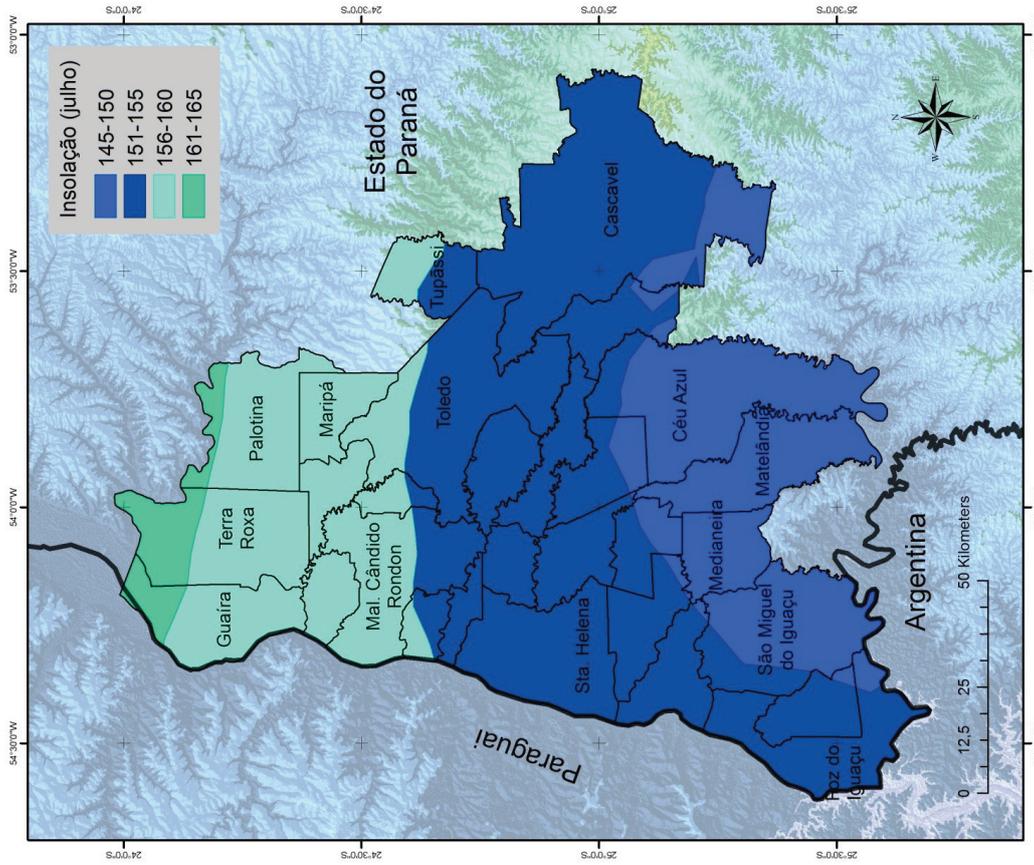


Figura 96. Insolação (h) em julho na região da Bacia do Paraná 3.

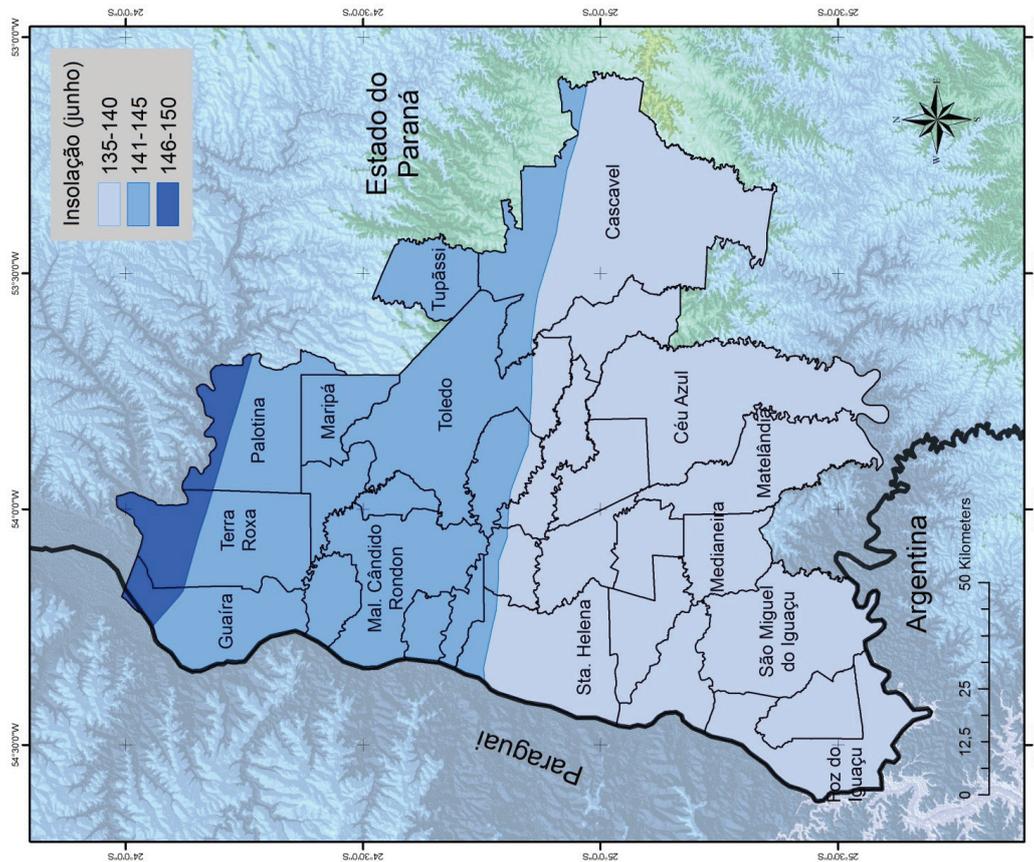


Figura 95. Insolação (h) em junho na região da Bacia do Paraná 3.

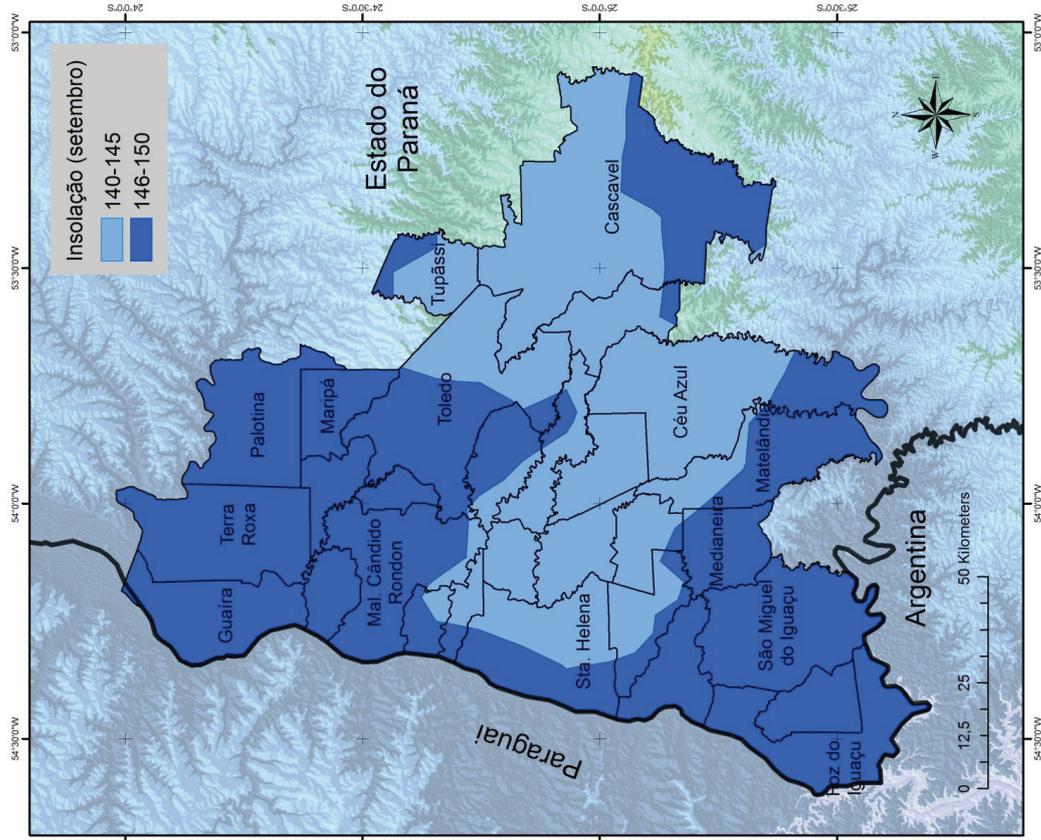


Figura 98. Insolación (h) em setembro na região da Bacia do Paraná 3.

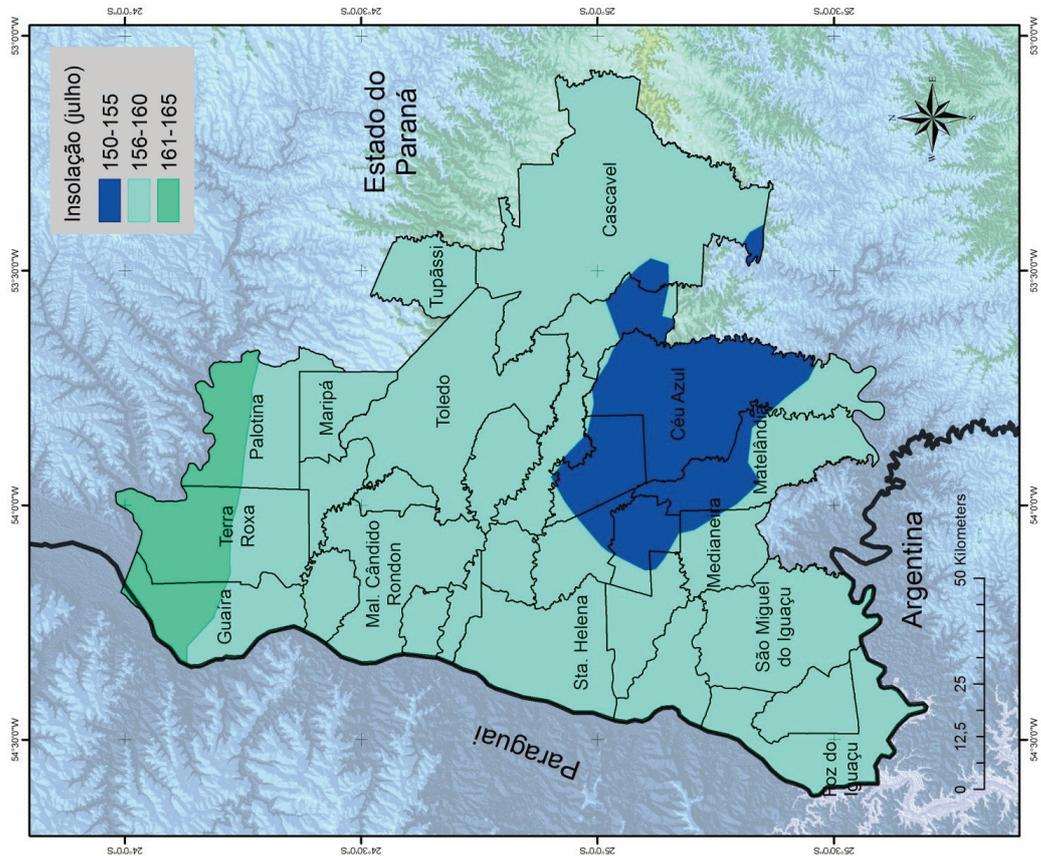


Figura 97. Insolación (h) em agosto na região da Bacia do Paraná 3.

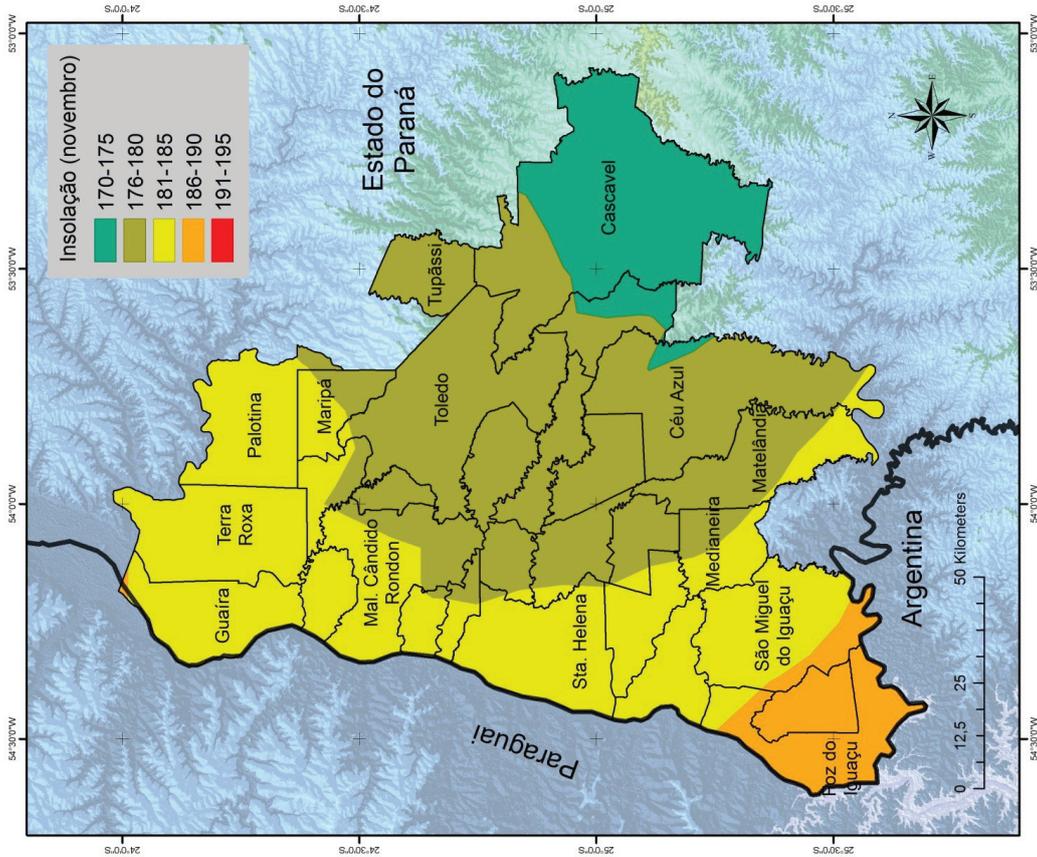


Figura 100. Insolação (h) em novembro na região da Bacia do Paraná 3.

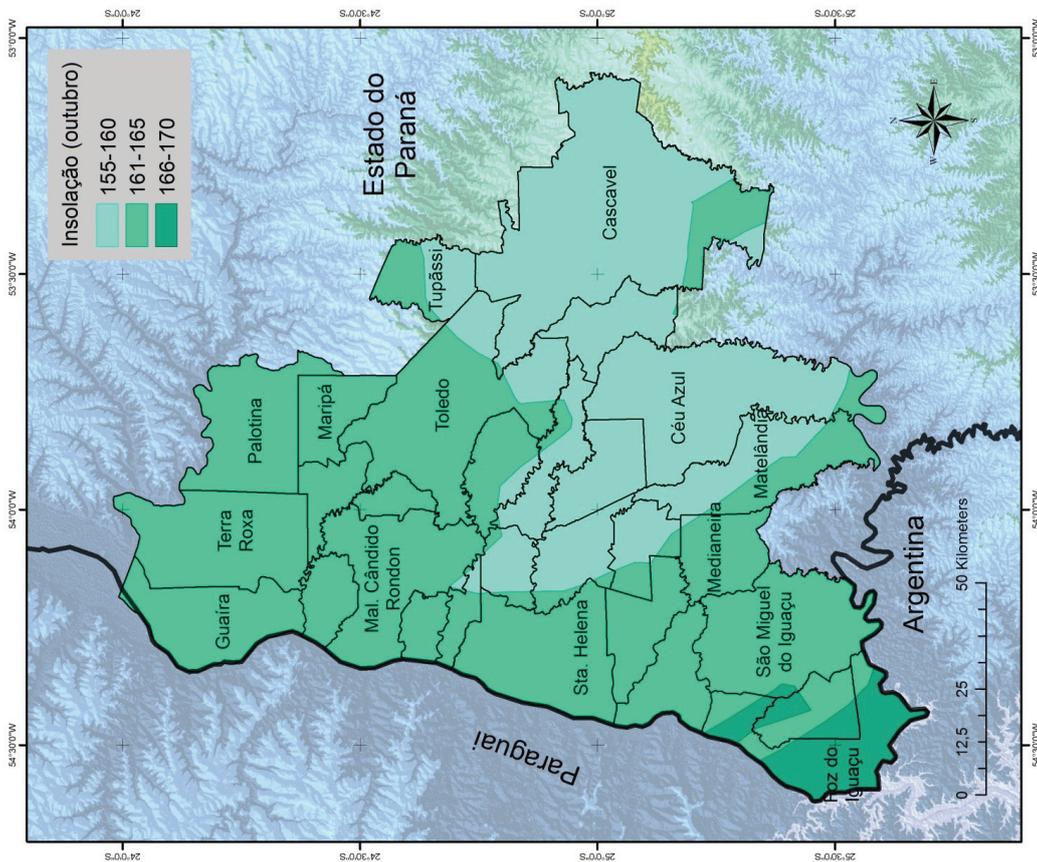


Figura 99. Insolação (h) em outubro na região da Bacia do Paraná 3.

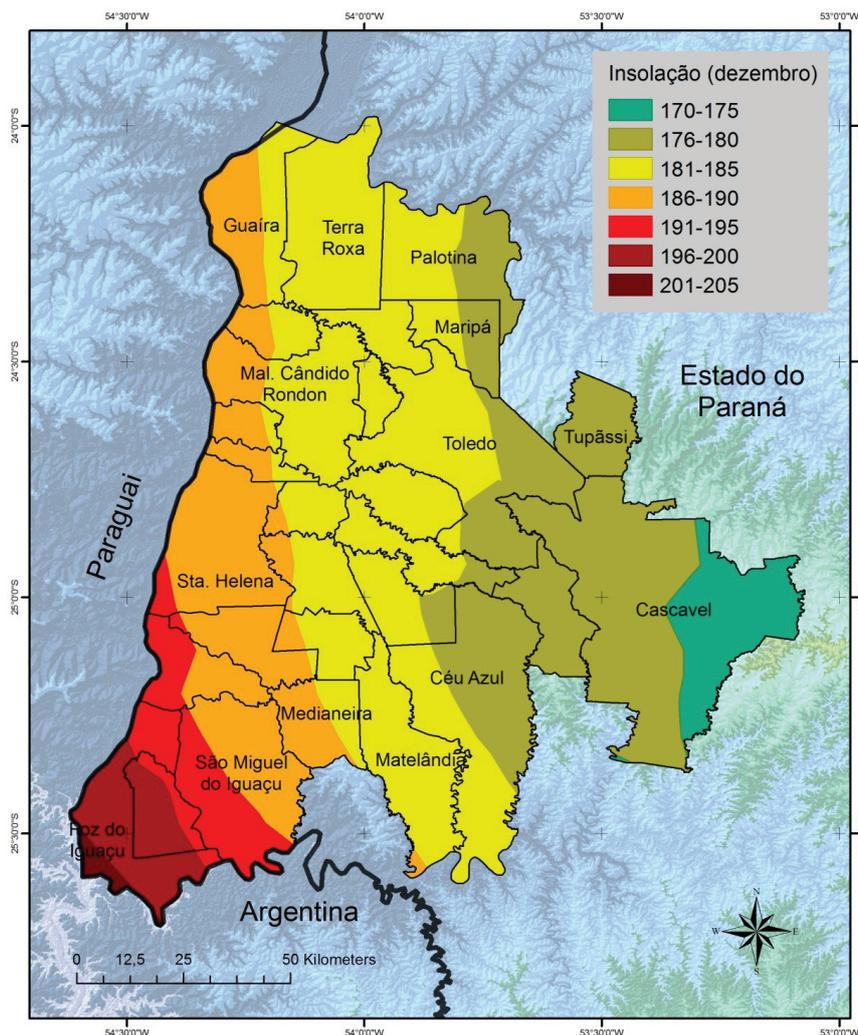


Figura 101. Insolação (h) em dezembro na região da Bacia do Paraná 3.

Considerações finais

Os municípios da Bacia do Paraná 3 apresentam variações do clima, que indicam a necessidade do planejamento de uso e ocupação das terras, visando reduzir os riscos climáticos que ocorrem especialmente em função das geadas e do déficit hídrico. Este conhecimento dá subsídios à escolha das espécies mais adaptadas e reduz os riscos climáticos, possibilitando maior sucesso no plantio.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Itaipu Binacional, financiadora do projeto “Validação das tecnologias integradas para a produção de biomassa florestal energética e aumento da competitividade das cadeias produtivas de espécies florestais introduzidas na Bacia do Paraná 3”, pelo apoio financeiro.

Os autores agradecem também à Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa pela oportunidade de realizar o projeto “Desenvolvimento de tecnologias para florestas energéticas no oeste do Paraná - Bioeste”, fornecendo o apoio financeiro e logístico.

Referências

GRODZKI, L.; CARAMORI, P. H.; BOOTSMA, A.; OLIVEIRA, D. E.; GOMES, J. Riscos de ocorrência de geada no estado do Paraná. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v. 4, n. 1, p. 93-99, 1996.

IBGE. **Malha municipal digital do Brasil**. Rio de Janeiro, 2001. CD-ROM.

INSTITUTO DAS ÁGUAS DO PARANÁ. **Aguasparaná**. Disponível em: <<http://www.aguasparana.pr.gov.br/>>. Acesso em: 13 nov. 2017.

ITAIPU BINACIONAL. **Cultivando água boa**: cenário local: a Bacia do Paraná 3. Disponível em: <<http://www.cultivandoaguaboa.com.br/o-programa/cenario-local-a-bacia-do-parana-3>>. Acesso em: 14 nov. 2017.

PARANÁ (Governo do Estado). **Bacias hidrográficas do Paraná**. Curitiba: Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos, 2010. (Série histórica). Disponível em: <http://www.meioambiente.pr.gov.br/arquivos/File/corh/Revista_Bacias_Hidrograficas_do_Parana.pdf>. Acesso em: 14 nov. 2017.

PINTO, H. S.; ORTOLANI, A. A.; ALFONSI, R. R. Estimativa das temperaturas médias mensais no estado de São Paulo, em função da altitude e latitude. **Caderno Ciências da Terra**, n. 23, p. 1-20, 1972.

SILVA, J. G.; SENTELHAS, P. C. Diferença de temperatura mínima do ar medida no abrigo e na relva e probabilidade de sua ocorrência em eventos de geada no Estado de Santa Catarina. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v. 9, n. 1, p. 9-15, 2001.

U.S. GEOLOGICAL SURVEY. Survey National Mapping Division. **Global 30 arc second elevation data**. 1999. Disponível em: <<http://edcwww.cr.usgs.gov/landdaac/gtopo30/gtopo30.html>>. Acesso em: 10 jul. 1999.

WREGE, M. S.; STEINMETZ, S.; REISSER JUNIOR, C.; ALMEIDA, I. R. **Atlas climático da região sul do Brasil**: estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul. Pelotas: Embrapa Clima Temperado; Colombo: Embrapa Florestas, 2011. 336 p.

WREGE, M. S.; CARAMORI, P. H.; GONÇALVES, A. C. A.; BERTONHA, A.; CAVIGLIONE, J. H.; FARIA, R. T. de; FERREIRA, R.C.; FREITAS, P. S. L. de; GONÇALVES, S. L.. Ocorrência da primeira geada de outono e última de primavera no estado do Paraná. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v. 12, n.1, p. 143-150, 2004.

Embrapa

Florestas