

5 CENÁRIOS DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS NA BACIA DO ALTO TAQUARI

5.1 Introdução

Os prognósticos climáticos visam auxiliar com base em séries temporais as possíveis alterações nas condições climáticas. O estabelecimento de cenários visa avaliar os efeitos de ações antrópicas nos impactos de mudanças climáticas e implicações nas terras que apresentam potencial de uso agrícola¹⁶. Ao considerar que a atividade humana apresenta estreita relação com aquecimento global trazendo sérias conseqüências à vida no planeta, torna-se fundamental estimar a amplitude de variáveis meteorológicas e estabelecer cenários climáticos que permitam analisar determinadas projeções. Segundo o *International Panel of Climate Change* (IPCC, 2007) as concentrações em dióxido de carbono na atmosfera tem aumentado nas últimas décadas, sendo apontado como o principal responsável no aumento do efeito estufa. A sensibilidade do clima terrestre vem sendo simulada a partir de evidências climáticas.

No quarto relatório do IPCC (2007) os cenários apontaram sob condição otimista aumentos na temperatura de 1,5°C. Porém a média para aumentos de 2,5°C é alta, considerando que a temperatura poderá atingir 4,5°C. No Brasil, as avaliações são calculadas utilizando dados de normais climatológicas, correspondentes ao período de 1961-90 (INMET, 1992). Estima-se que em 2100 a temperatura média da Terra sofra elevações de 1,3°C a 4,6°C, representando taxas de aquecimento de 0,1°C a 0,4°C por década, de acordo com as simulações geradas.

Em Embrapa (2008) é apontado que a conversão da floresta em pasto e lavoura é a principal fonte de emissões de gases de efeito estufa no Brasil. O aquecimento global pode provocar perdas nas safras de grãos de R\$ 7,4 bilhões em 2020, passando para R\$ 14 bilhões em 2070, alterando profundamente a geografia da produção agrícola. A ausência de medidas de mitigação dos efeitos das mudanças climáticas e de adaptação de cultivos pode ocasionar o deslocamento de plantações para áreas nas quais, atualmente, não se verifica sua ocorrência, como forma de aproveitar as condições climáticas mais adequadas. Para manter a cultura

¹⁶ Vide relatório "Aquecimento Global e a nova Geografia da Produção Agrícola no Brasil" disponível em www.embrapa.br/publicacoes/tecnico/aquecimentoglobal.pdf.

do café no Brasil, segundo Assad et al (2004) é necessário que os aumentos térmicos sejam inferiores a 3,0°C.

Sabe-se que mudança no regime pluvial em bacias hidrográficas poderá alterar a vazão dos corpos d'água. No Pantanal, conforme Galdino et al., (2002) as vazões aumentaram desde a década de 70 (século XX) com o aumento das precipitações pluviais e também pelo incremento do desmatamento na Bacia do Alto Taquari. Dentro desse contexto, mudanças de uso da terra podem promover alterações em meso e micro escala espaço-temporal no regime térmico e pluvial em bacias hidrográficas. Diante dessas problemáticas, objetivou-se avaliar cenários de mudanças climáticas seguindo os pressupostos do IPCC (2007) para identificar áreas climaticamente mais sensíveis na BAT.

5. 2 Metodologia

Com base em cenários de aquecimento global fez-se simulações espaço-temporais, considerando como foco do estudo as variações climáticas com perspectivas drásticas na intensificação de vulnerabilidades das terras focando-se na problemática do processo erosivo na BAT. Considerando-se os impactos das ações antrópicas, decorrentes da expansão da cana-de-açúcar no domínio morfoclimático do Cerrado, utilizou-se o TerraME como ferramenta capaz de modelar a dinâmica de efeitos climáticos expressados pelo regime termopluvial na BAT. Para aumentar a capacidade de simulações, agregando-se dados de diferentes formatos (raster e vetor) em um único espaço celular para processar as variáveis topoclimáticas e gerar cenários, conforme descrito no capítulo 3.

Para gerar os cenários topoclimáticos utilizou-se o modelo dinâmico TerraME para avaliar no intervalo de 100 anos os locais mais sensíveis as mudanças climáticas na Bacia do Alto Taquari. Adotando-se cenários otimistas e pessimistas, detalhados no capítulo 3, adicionou-se aos dados térmicos incrementos de 1,0° e 3,0°C e aos pluviais aumentos e reduções de 15%. Os resultados das simulações foram espacializados no TerraView (v. 3.2) e exportados para o ArcGis (v. 9.2) para confecção dos mapas finais. Foram gerados gráficos e tabelas para auxiliar nas avaliações espaço-temporal das possíveis mudanças climáticas na BAT.

5.3. Avaliação de cenários de precipitação pluvial

Nas linhas representadas na Figura 30 percebe-se que em cenários com reduções de 15% da oferta atual das chuvas, em 10 anos a faixa média de água precipitada encontra-se entre 1.408,8 a 1.433,8 mm, reduzindo-se a cada década. Em um intervalo de 100 anos as chuvas na bacia passam para a faixa de 1.235,9 a 1.268,8 mm. Ao se observar a linha do cenário de 10 anos e comparar com a do cenário de 100 anos, nota-se que há um leve encurtamento na faixa pluvial ao longo da bacia, indicando efeitos climáticos na distribuição da oferta hídrica na bacia.

Por outro lado, no cenário com aumentos de 15% nas precipitações (Figura 31), em termos de média anual, em 100 anos as cotas variam entre 1.664,8 a 1.895,8 mm. Observando espacialmente a dinâmica pluvial dos cenários, percebe-se que nos mapas topopluviais as chuvas mais abundantes ocorrem na parte norte da BAT. A cor em tom de verde mais escuro expressa as áreas mais pluviosas e em tons mais claros, as áreas com maior restrição de água precipitada. Ao comparar os mapas por década, identificam-se os efeitos nos eventos de chuva. Nos cenários com aumentos de 15% em 100 anos as áreas menos chuvosas terão as mesmas condições que as áreas mais chuvosas na condição climática atual da BAT.

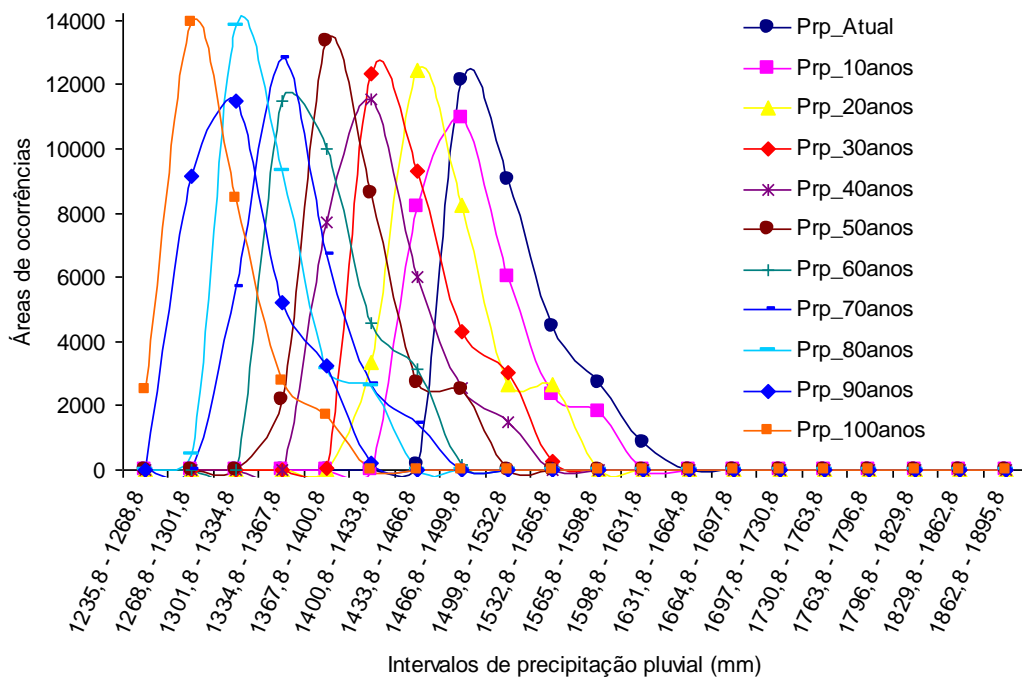


Figura 30 – Dinâmica temporal em cenário climático com reduções de 15% da precipitação pluvial na Bacia do Alto Taquari, MS.

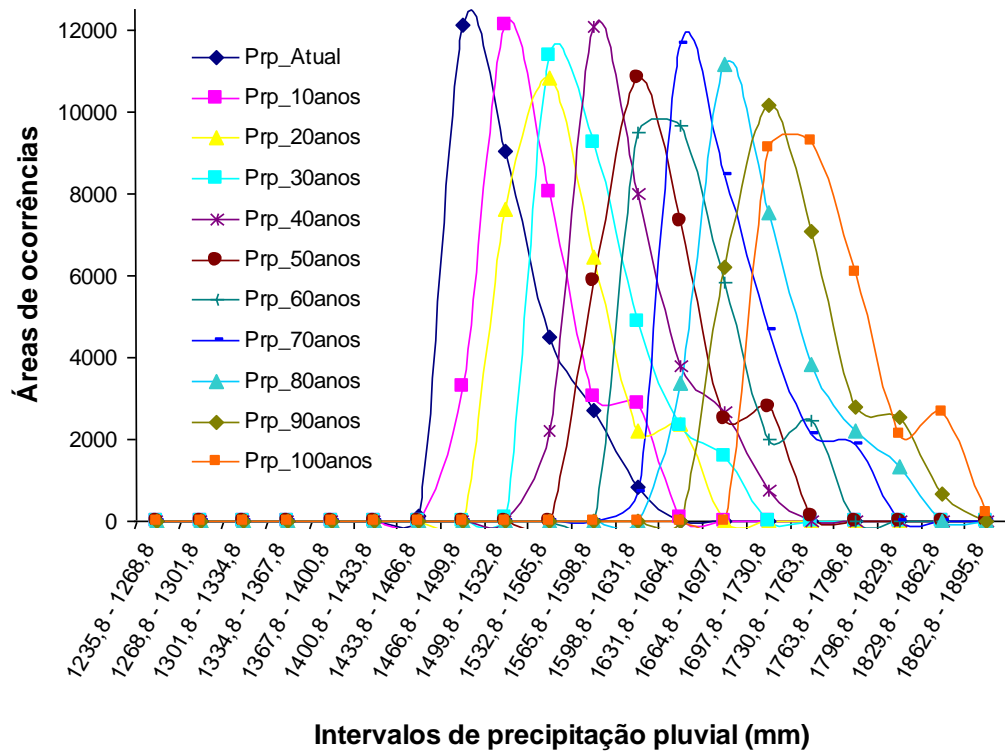


Figura 31 – Dinâmica temporal em cenário climático com acréscimo de 15% da precipitação pluvial na Bacia do Alto Taquari, MS.

A evolução dos cenários pluviais na BAT segue uma direção predominante (sul para o norte da bacia). As Figuras (32 a 41) representam os cenários com acréscimo de 15% na precipitação pluvial.

Mapa Topopluvial da Bacia do Alto Taquari (BAT)
Cenário com acréscimo de 15% de precipitação em 10 anos

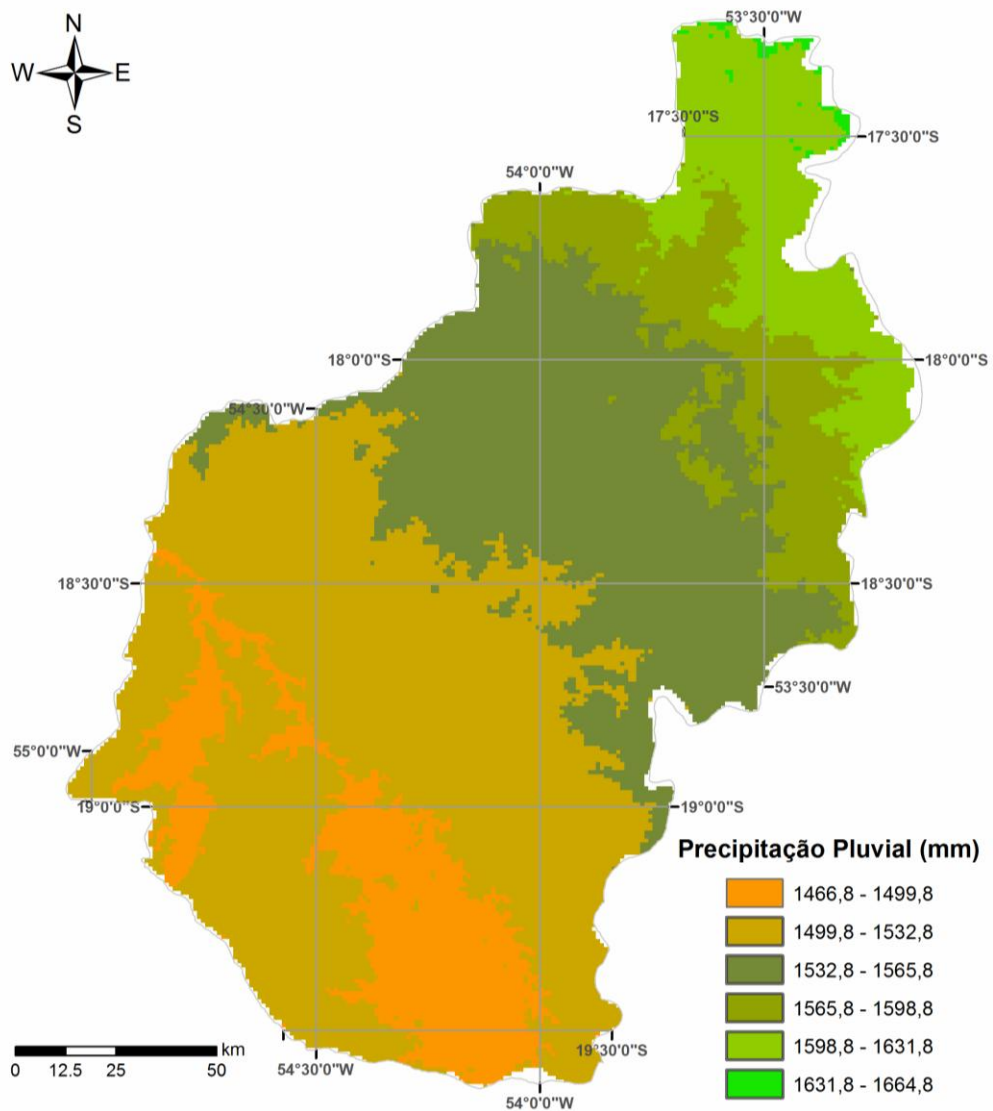


Figura 32 - Cenário com acréscimo de 15% nas precipitações médias anuais em 10 anos.

Mapa Topopluvial da Bacia do Alto Taquari (BAT)
Cenário com acréscimo de 15% de precipitação em 20 anos

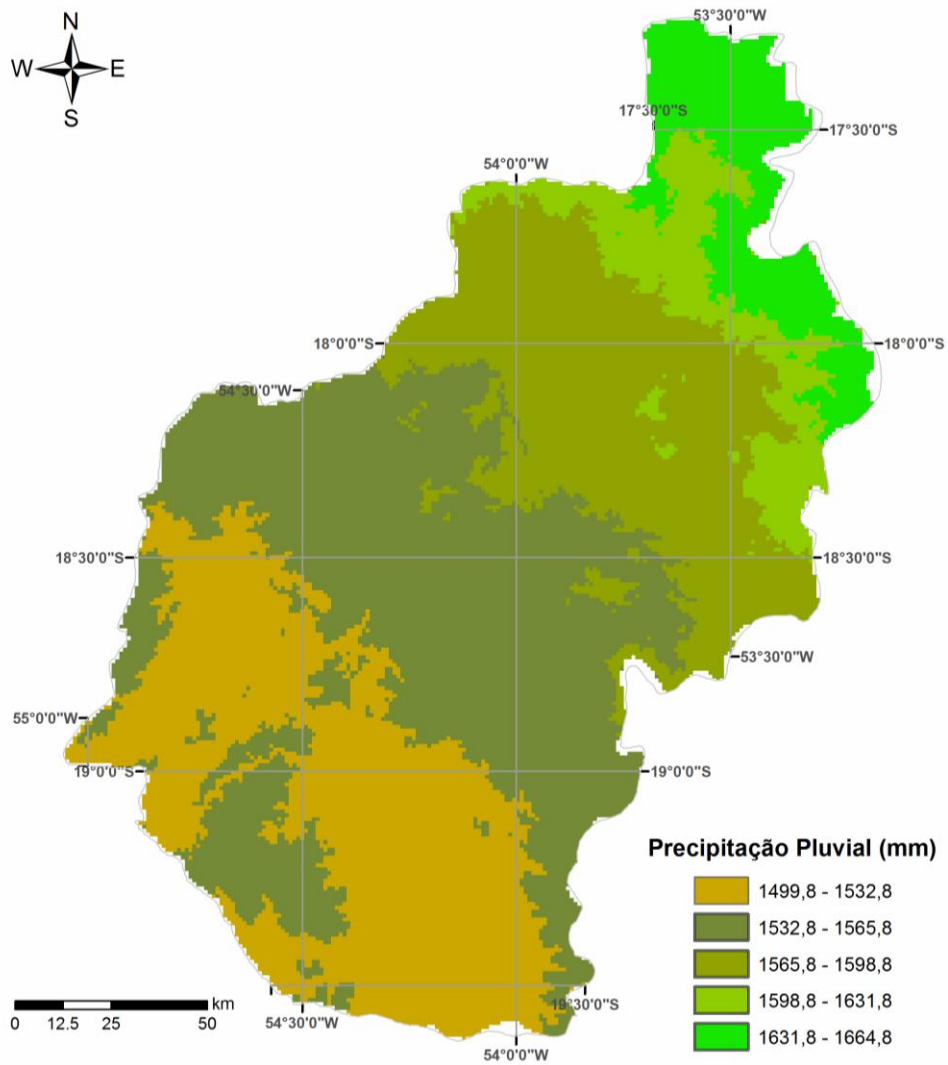


Figura 33 - Cenário com acréscimo de 15% nas precipitações médias anuais em 20 anos.

**Mapa Topopluvial da Bacia do Alto Taquari (BAT)
Cenário com acréscimo de 15% de precipitação em 30 anos**

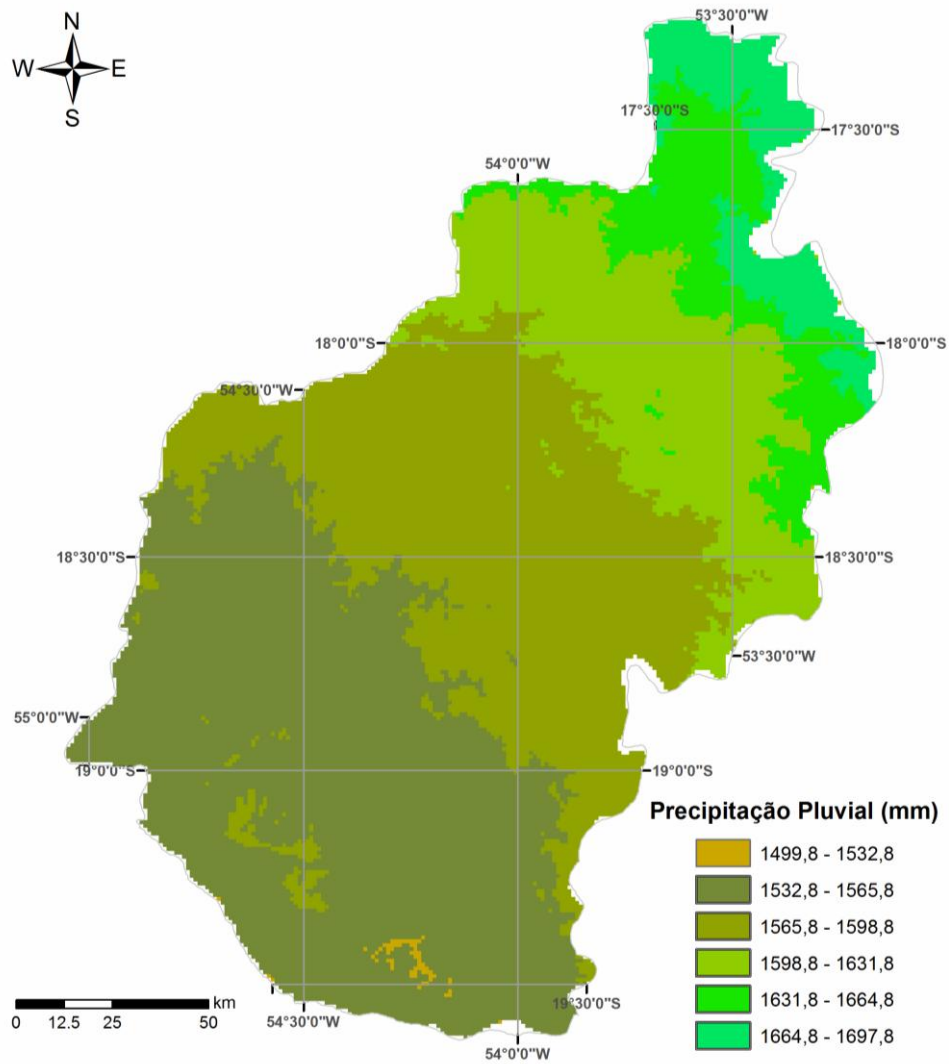


Figura 34 - Cenário com acréscimo de 15% nas precipitações médias anuais em 30 anos na BAT, MS.

Mapa Topopluvial da Bacia do Alto Taquari (BAT)
Cenário com acréscimo de 15% de precipitação em 40 anos

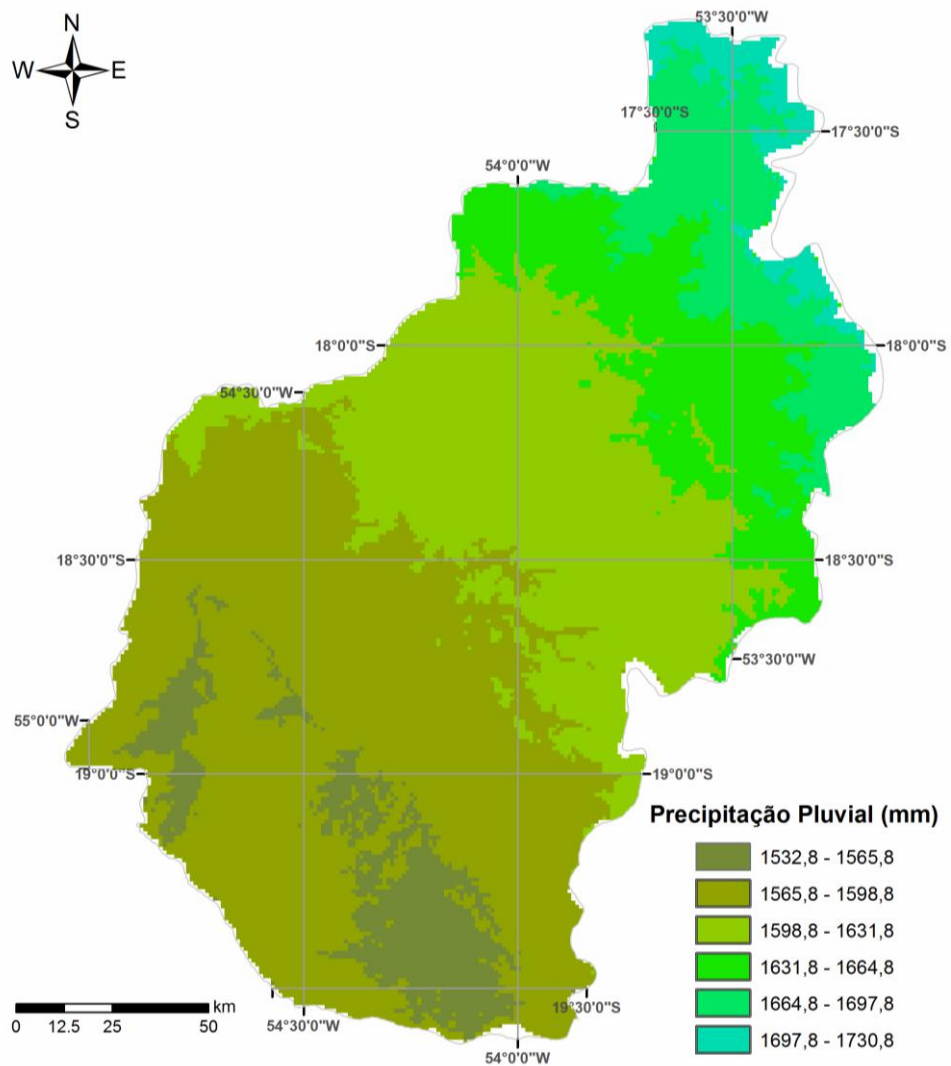


Figura 35 - Cenário com acréscimo de 15% nas precipitações médias anuais em 40 anos.

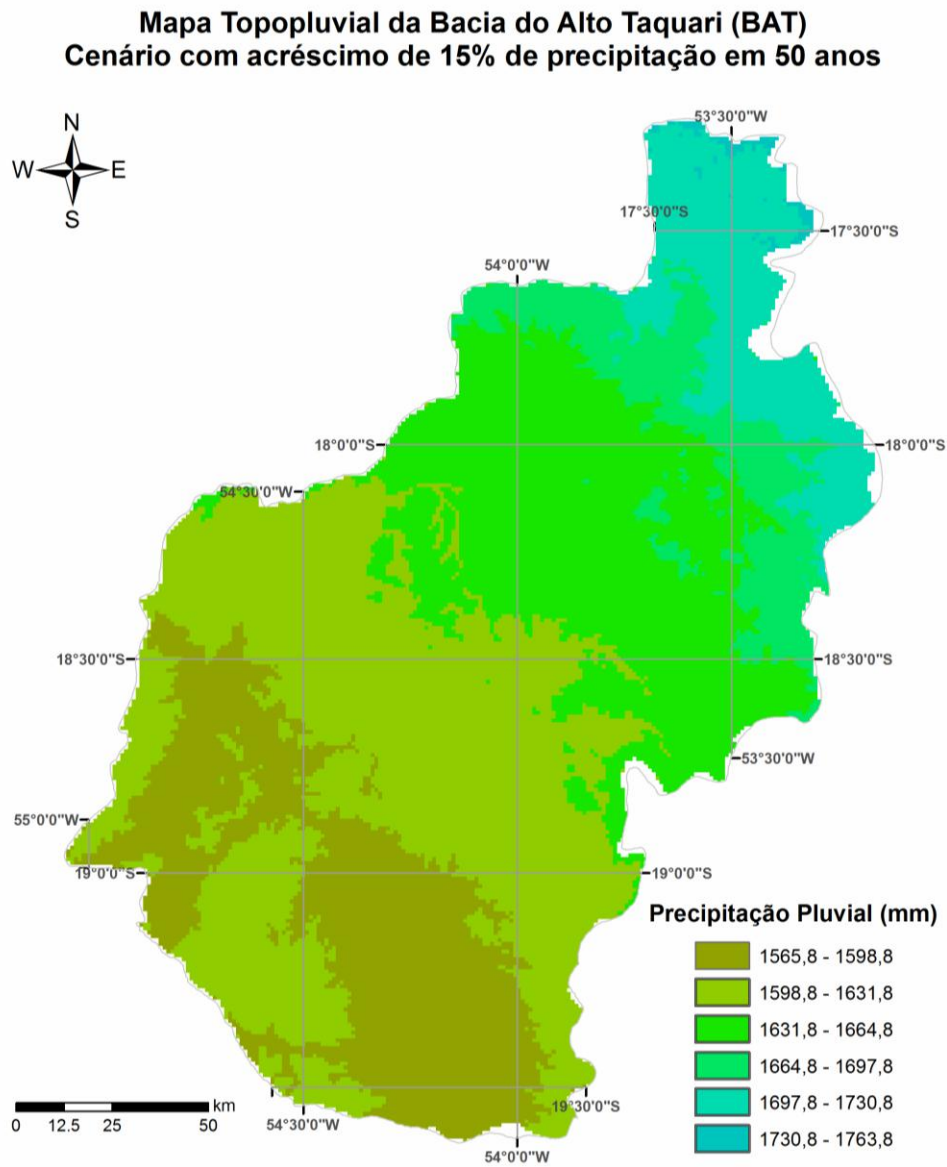


Figura 36 - Cenário com acréscimo de 15% nas precipitações médias anuais em 50 anos.

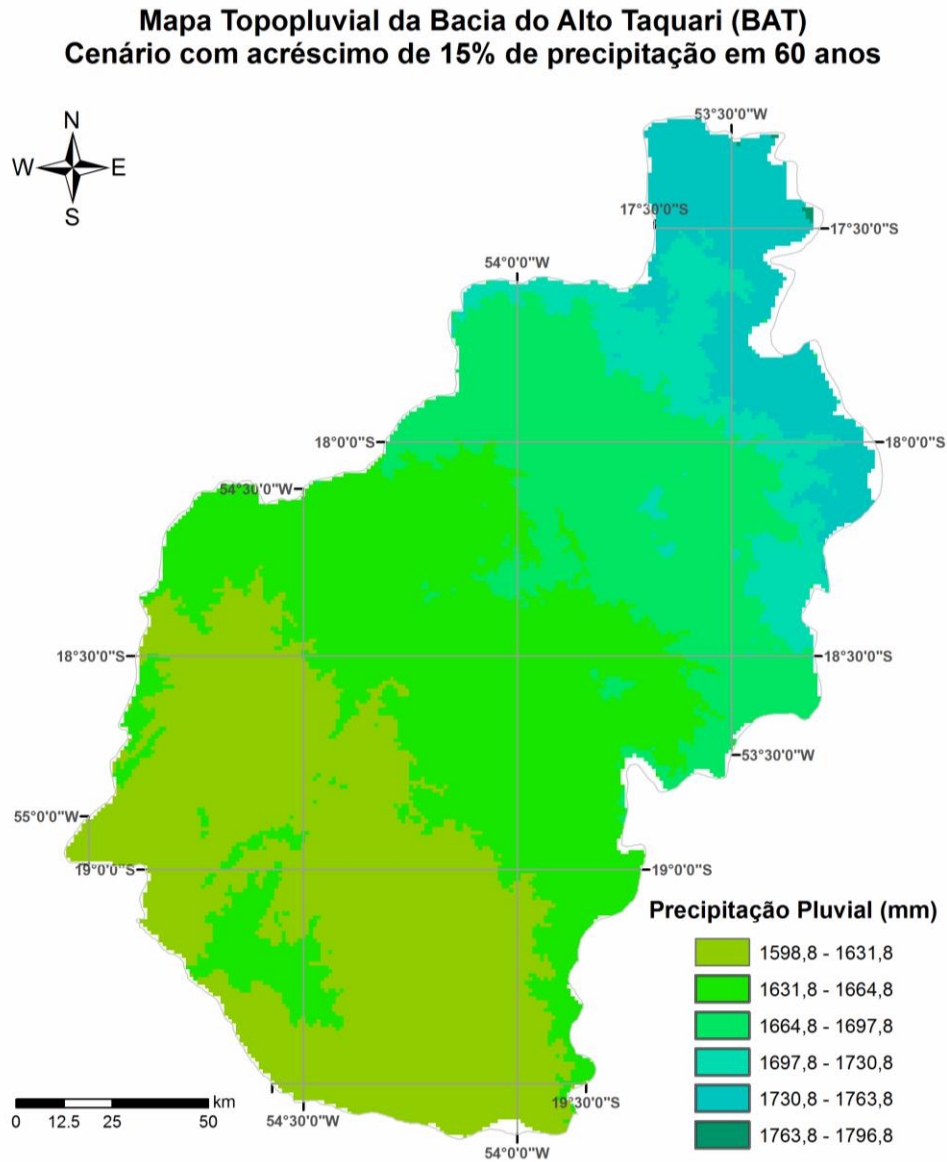


Figura 37 - Cenário com acréscimo de 15% nas precipitações médias anuais em 60 anos.

Mapa Topopluvial da Bacia do Alto Taquari (BAT)
Cenário com acréscimo de 15% de precipitação em 70 anos

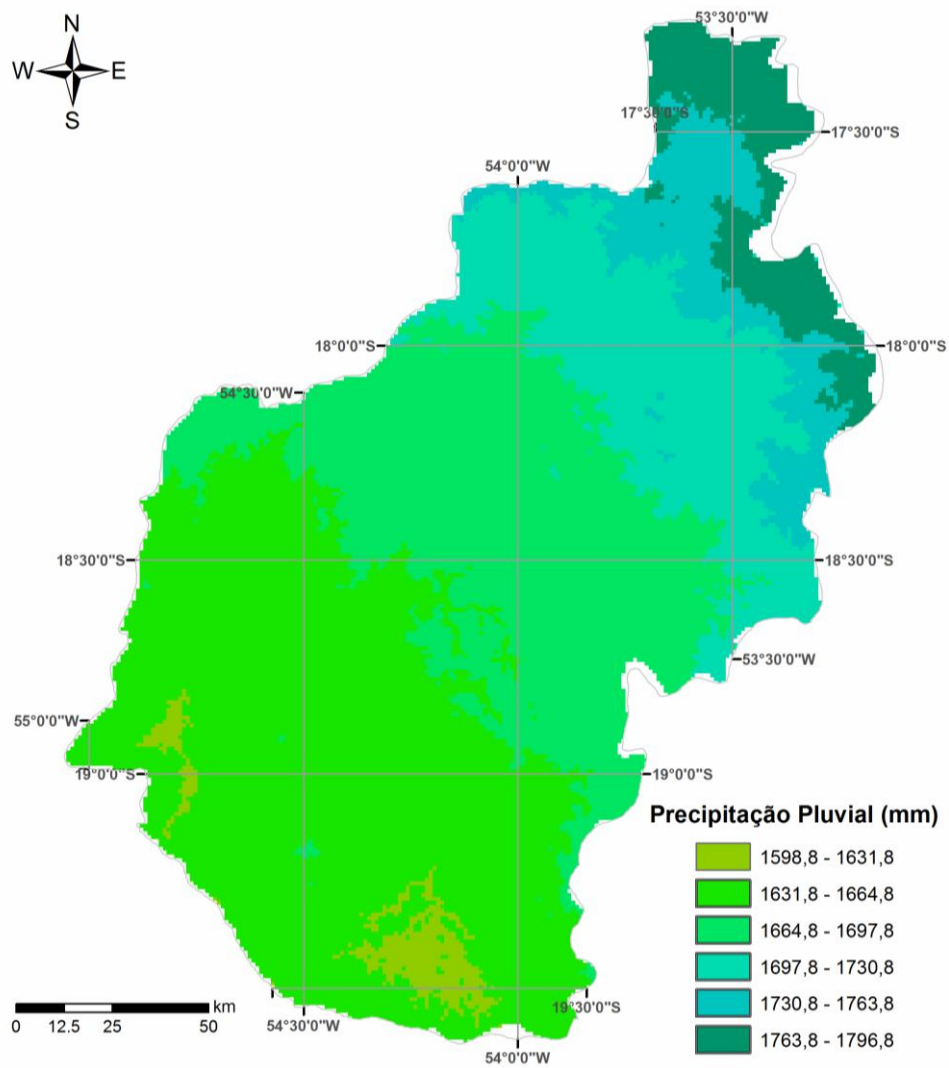


Figura 38 - Cenário com acréscimo de 15% nas precipitações médias anuais em 70 anos.

Mapa Topopluvial da Bacia do Alto Taquari (BAT)
Cenário com acréscimo de 15% de precipitação em 80 anos

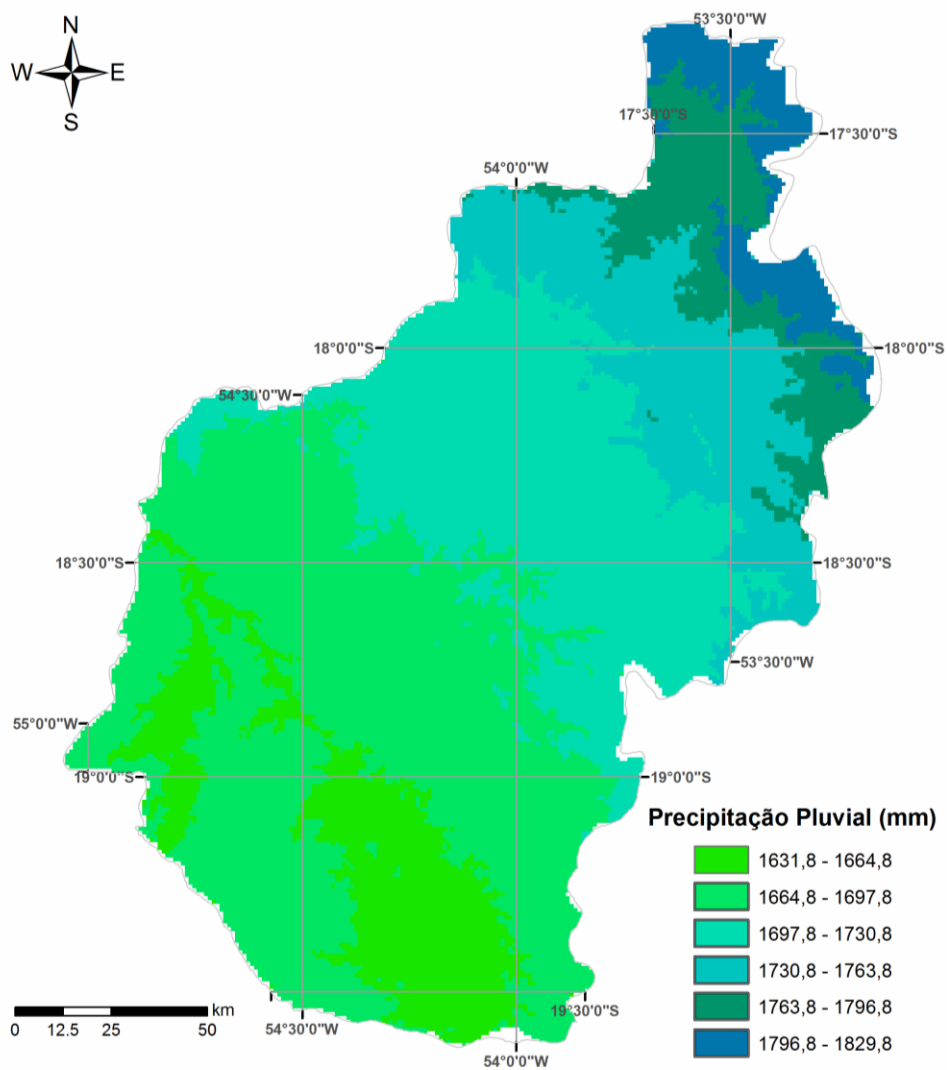


Figura 39 - Cenário com acréscimo de 15% nas precipitações médias anuais em 80 anos.

Mapa Topopluvial da Bacia do Alto Taquari (BAT)
Cenário com acréscimo de 15% de precipitação em 90 anos

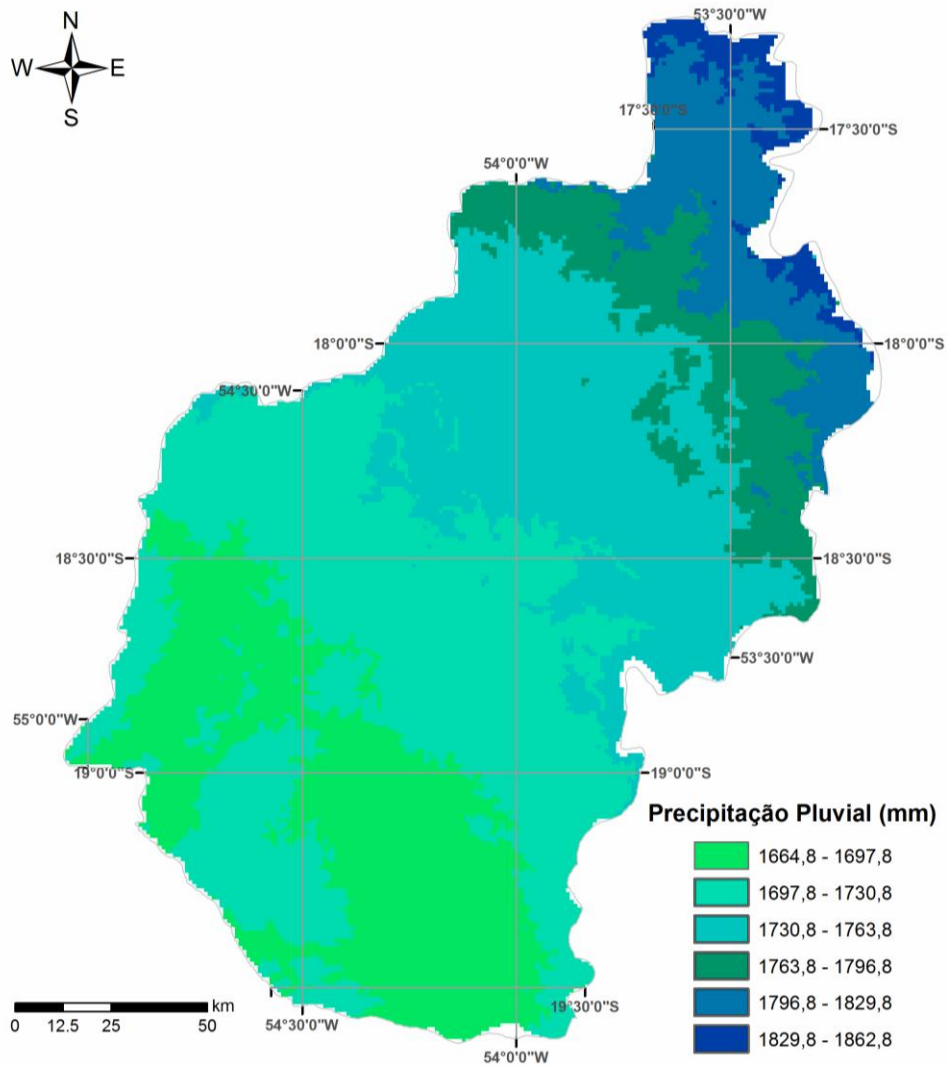


Figura 40 - Cenário com acréscimo de 15% nas precipitações médias anuais em 90 anos.

Mapa Topopluvial da Bacia do Alto Taquari (BAT)
Cenário com acréscimo de 15% de precipitação em 100 anos

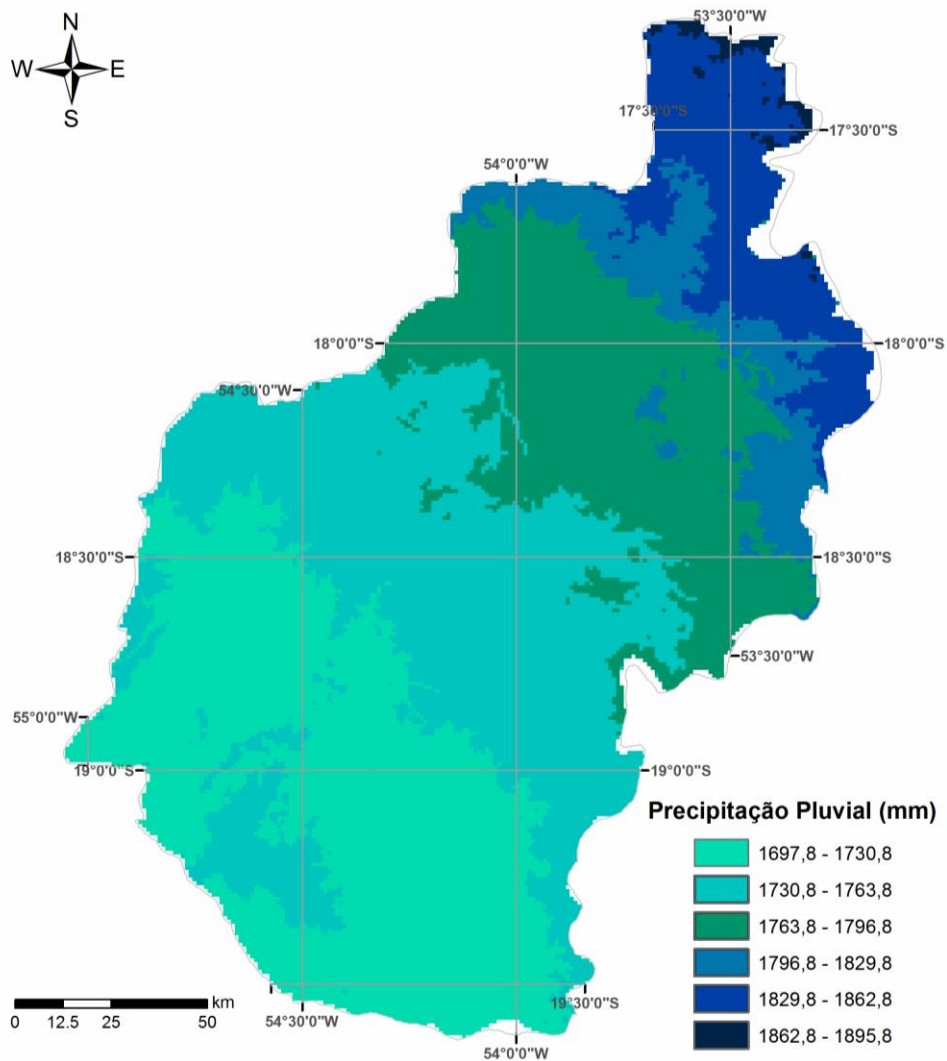


Figura 41 - Cenário com acréscimo de 15% nas precipitações médias anuais em 100 anos.

As Figuras (42 a 51) referem-se aos cenários topopluviais com redução de 15% na precipitação durante os 100 anos considerados na simulação.

Mapa Topopluvial da Bacia do Alto Taquari (BAT)
Cenário com redução de 15% de precipitação em 10 anos

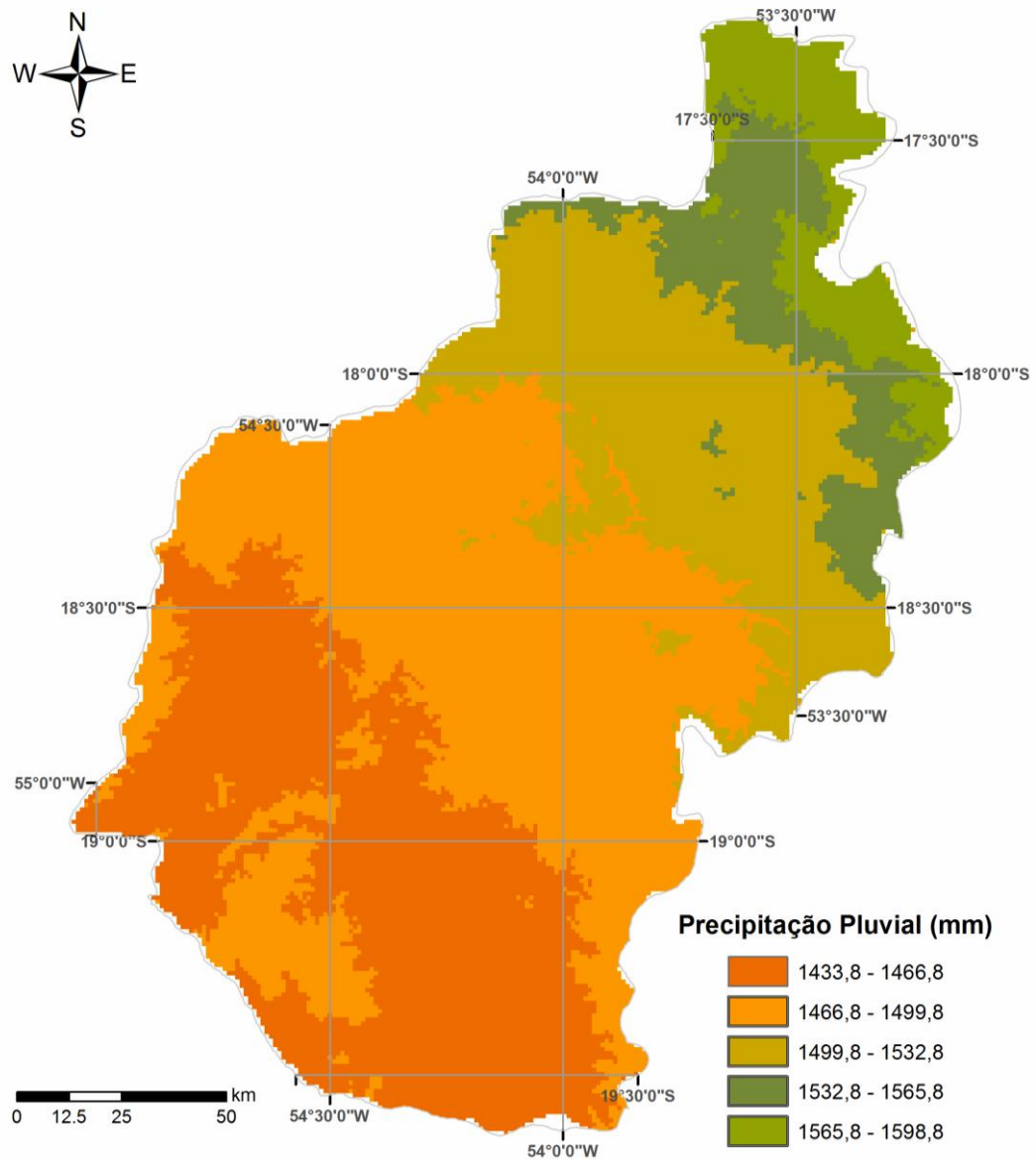


Figura 42 - Cenário com redução de 15% nas precipitações médias anuais em 10 anos.

Mapa Topopluvial da Bacia do Alto Taquari (BAT) Cenário com redução de 15% de precipitação em 20 anos

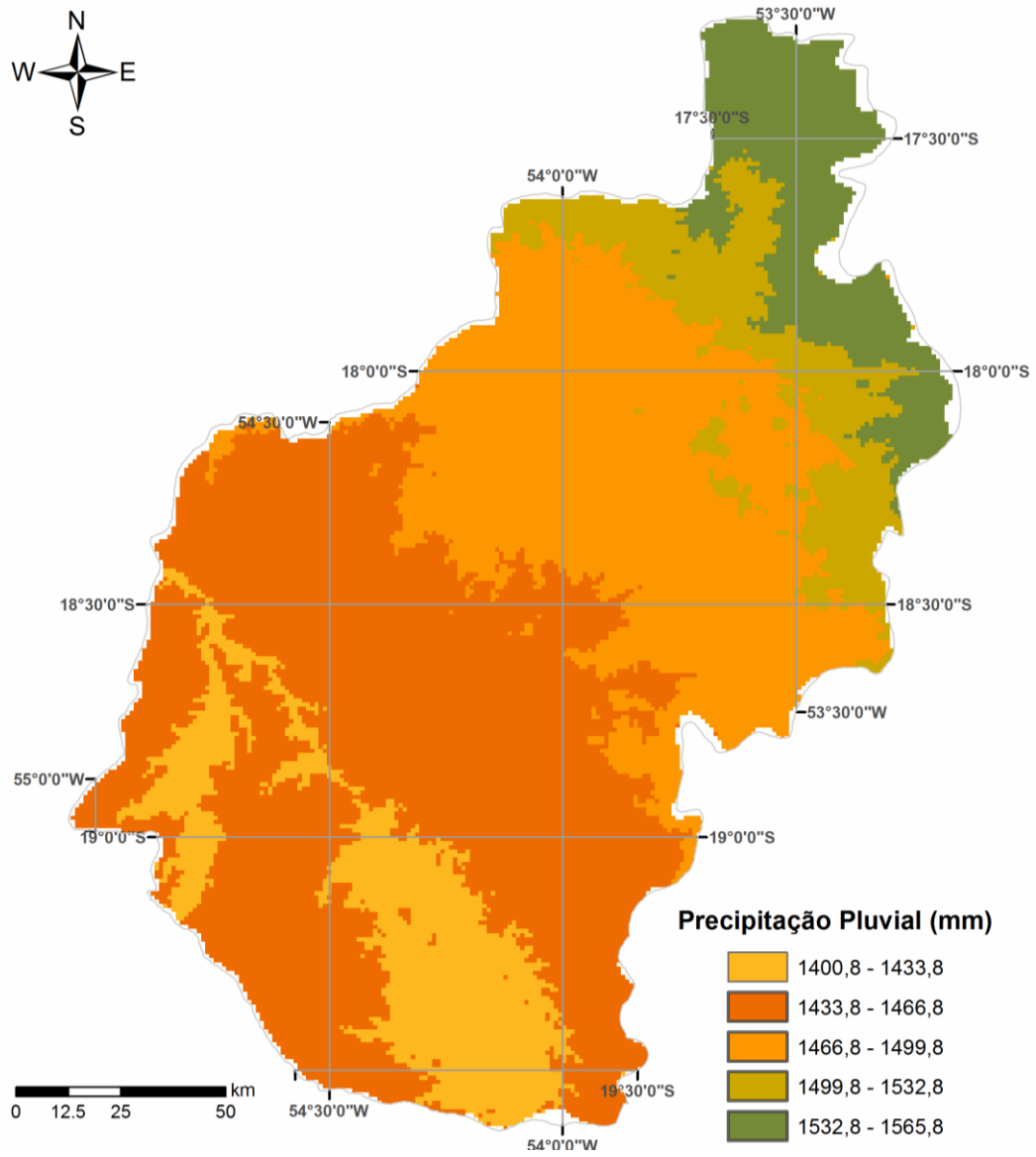


Figura 43 - Cenário com redução de 15% nas precipitações médias anuais em 20 anos.

Mapa Topopluvial da Bacia do Alto Taquari (BAT)
Cenário com redução de 15% de precipitação em 30 anos

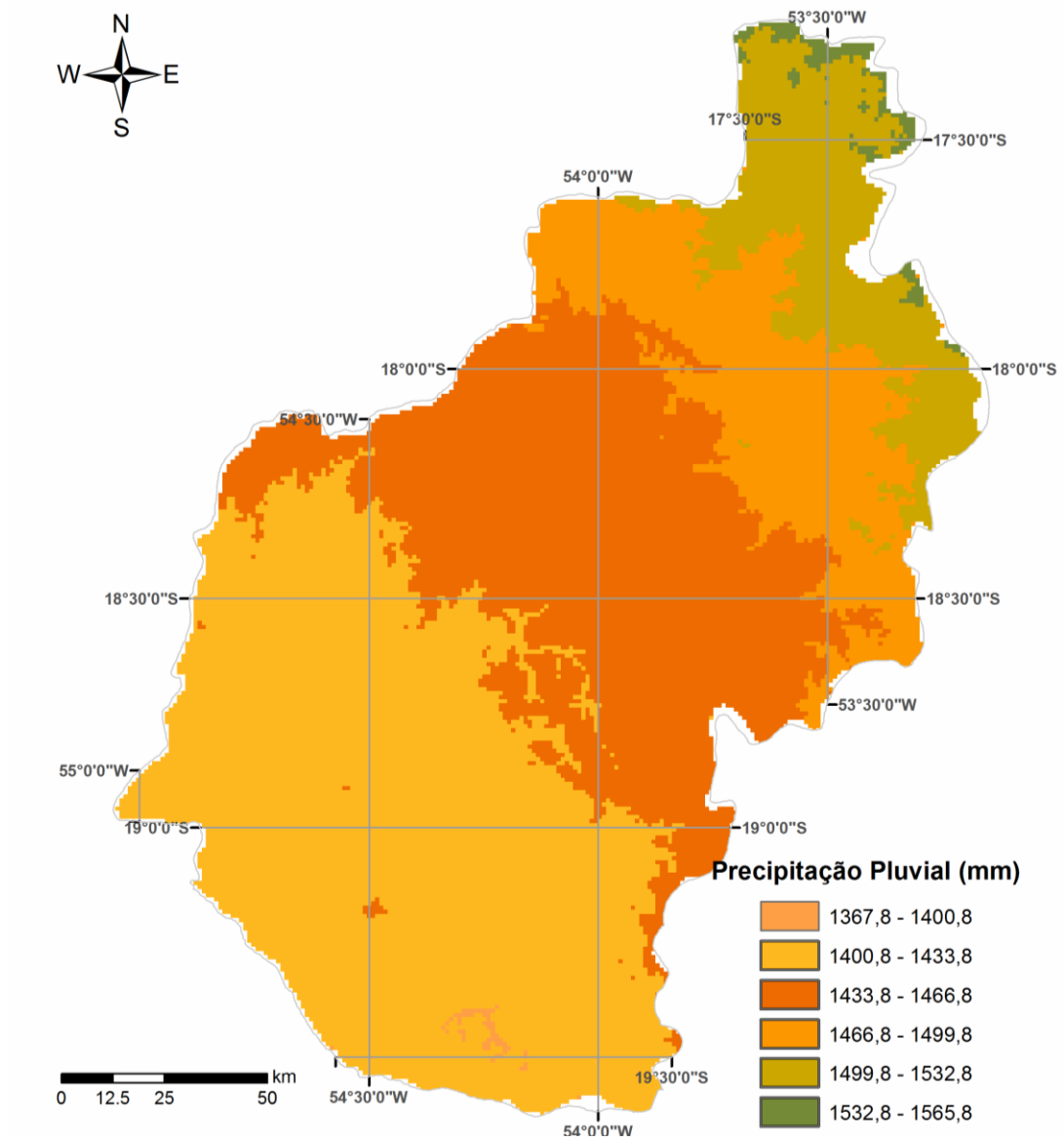


Figura 44 - Cenário com redução de 15% nas precipitações médias anuais em 30 anos.

Mapa Topopluvial da Bacia do Alto Taquari (BAT)
Cenário com redução de 15% de precipitação em 40 anos

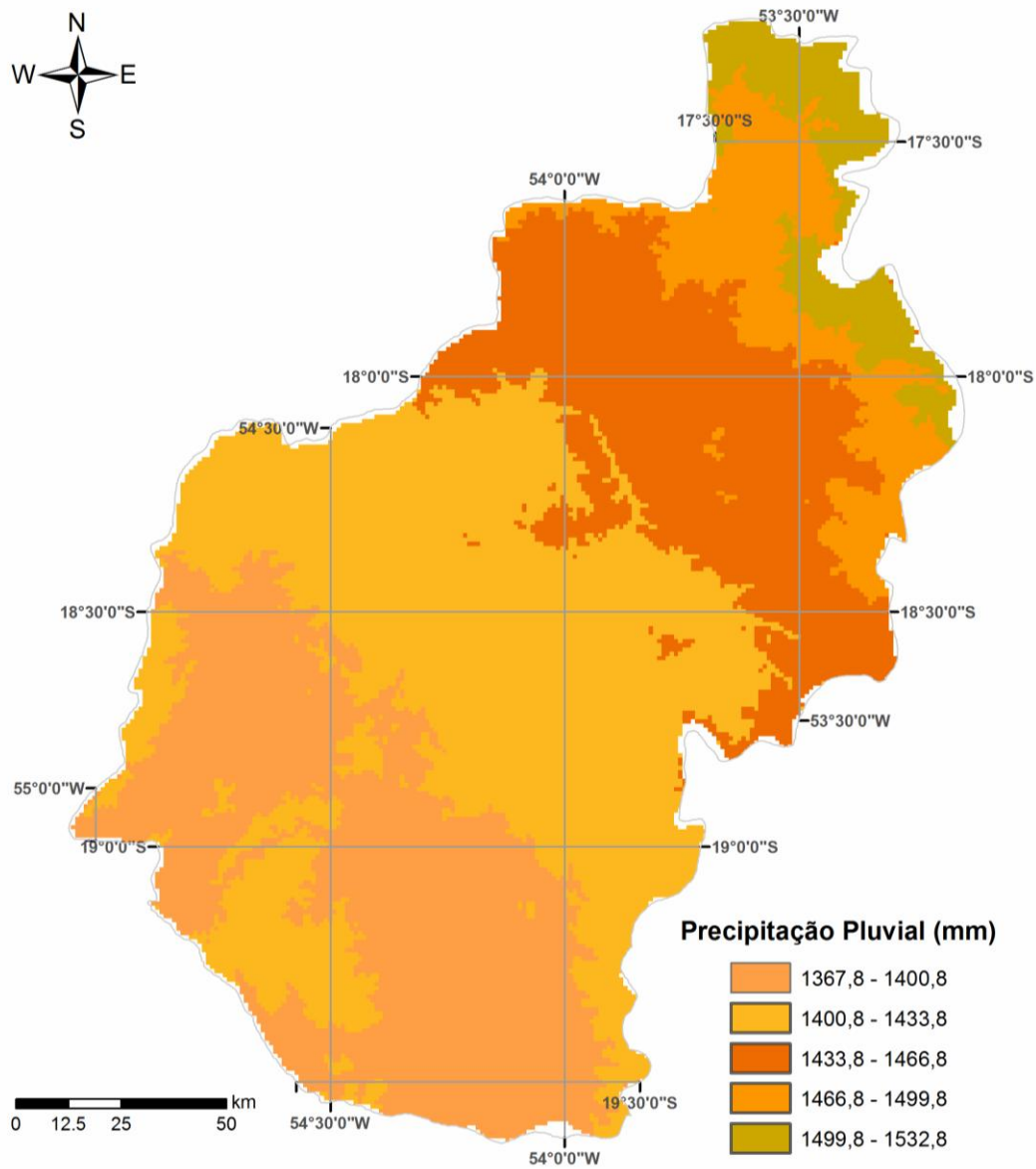


Figura 45 - Cenário com redução de 15% nas precipitações médias anuais em 40 anos.

Mapa Topopluvial da Bacia do Alto Taquari (BAT)
Cenário com redução de 15% de precipitação em 50 anos

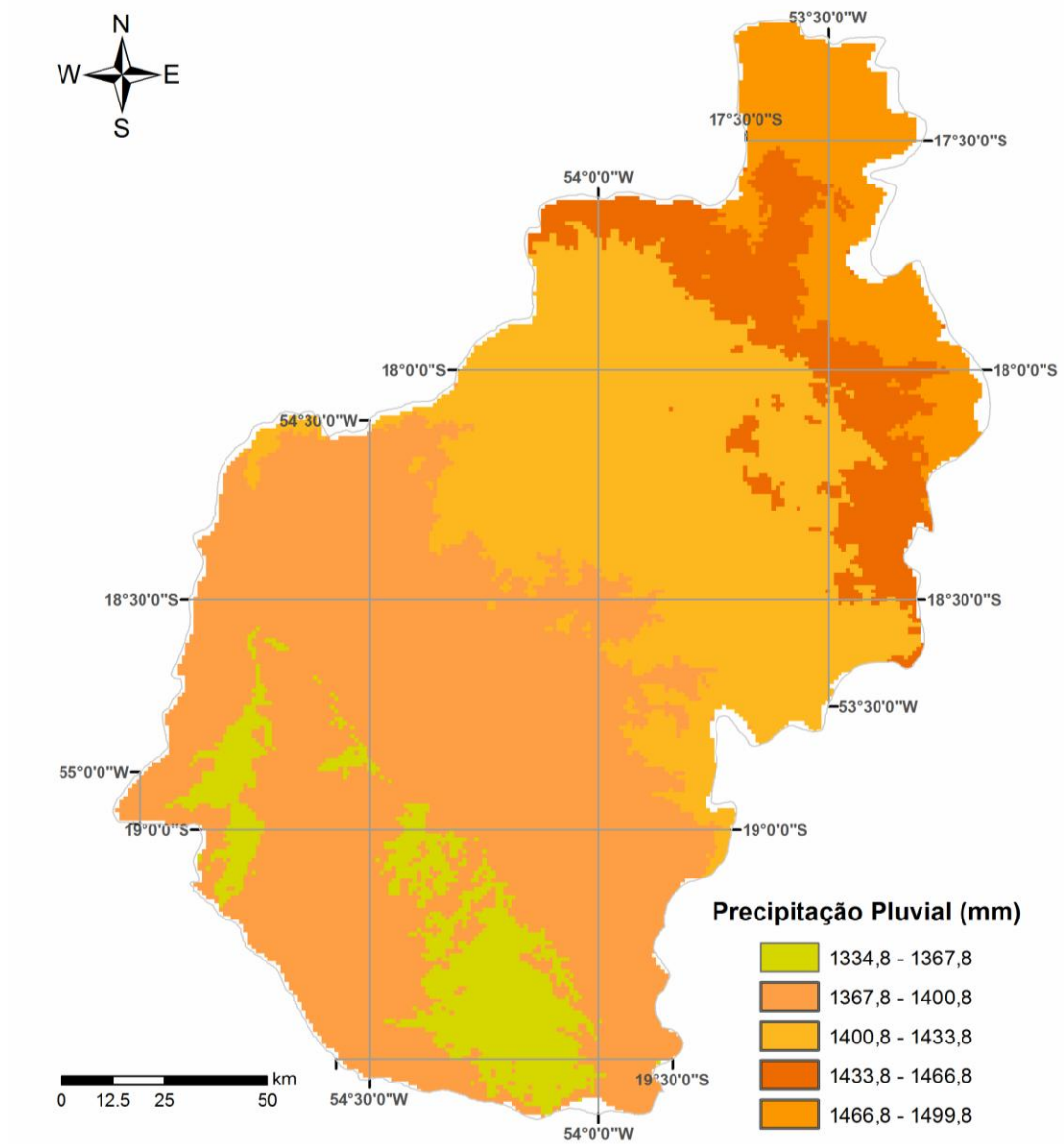


Figura 46 - Cenário com redução de 15% nas precipitações médias anuais em 50 anos.

**Mapa Topopluvial da Bacia do Alto Taquari (BAT)
Cenário com redução de 15% de precipitação em 60 anos**

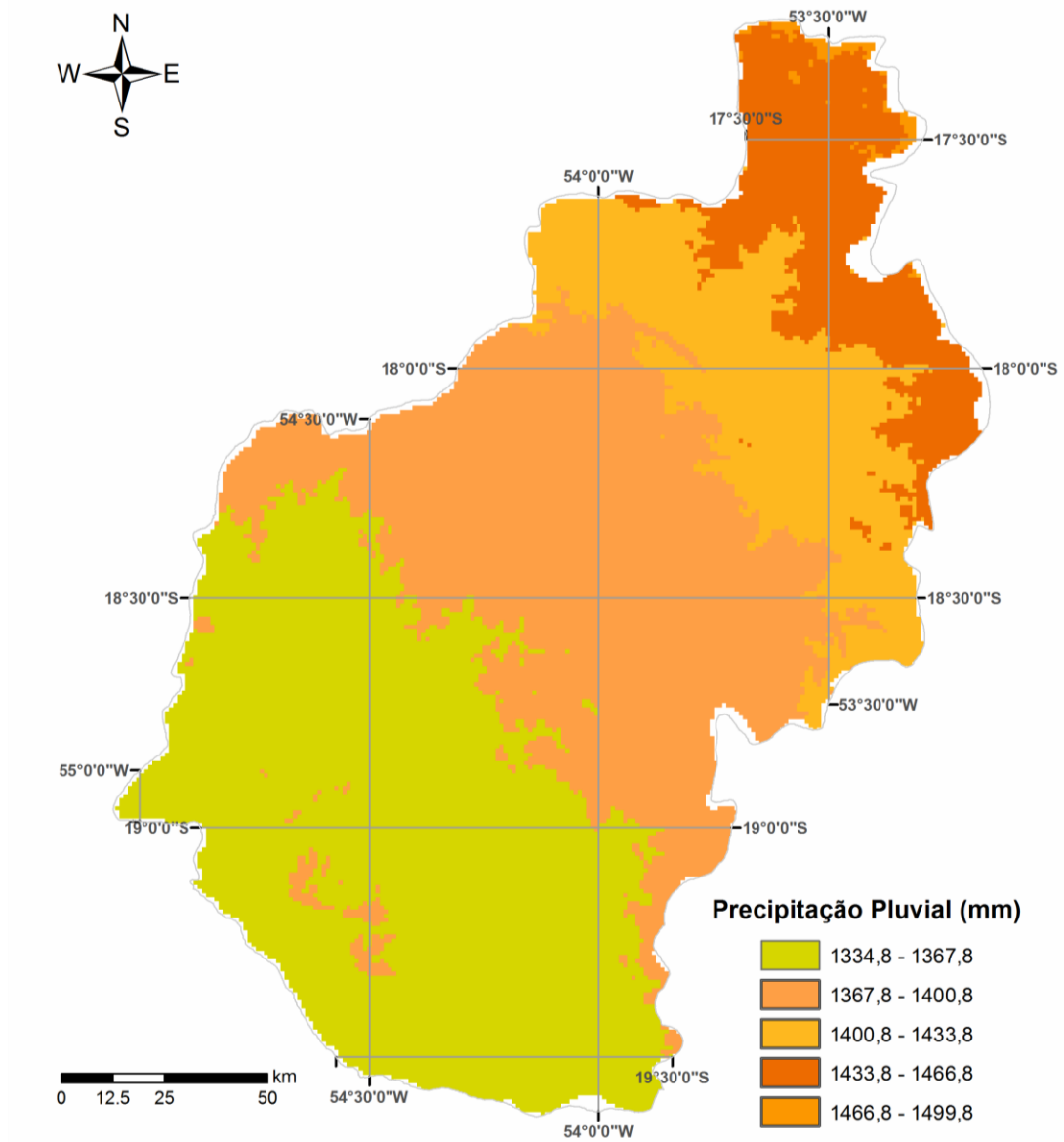


Figura 47 - Cenário com redução de 15% nas precipitações médias anuais em 60 anos.

Mapa Topopluvial da Bacia do Alto Taquari (BAT)
Cenário com redução de 15% de precipitação em 70 anos

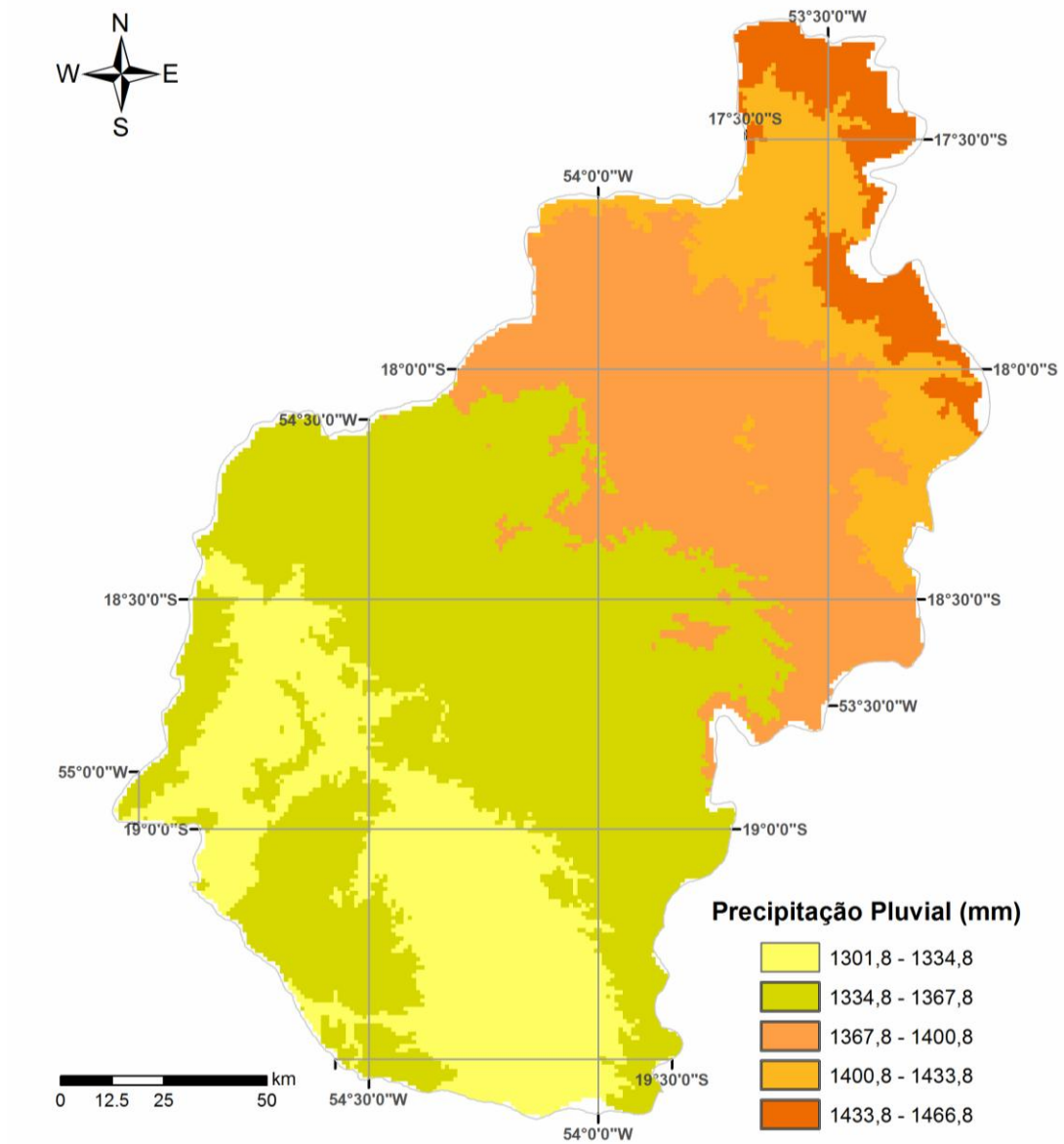


Figura 48 - Cenário com redução de 15% nas precipitações médias anuais em 70 anos.

**Mapa Topopluvial da Bacia do Alto Taquari (BAT)
Cenário com redução de 15% de precipitação em 80 anos**

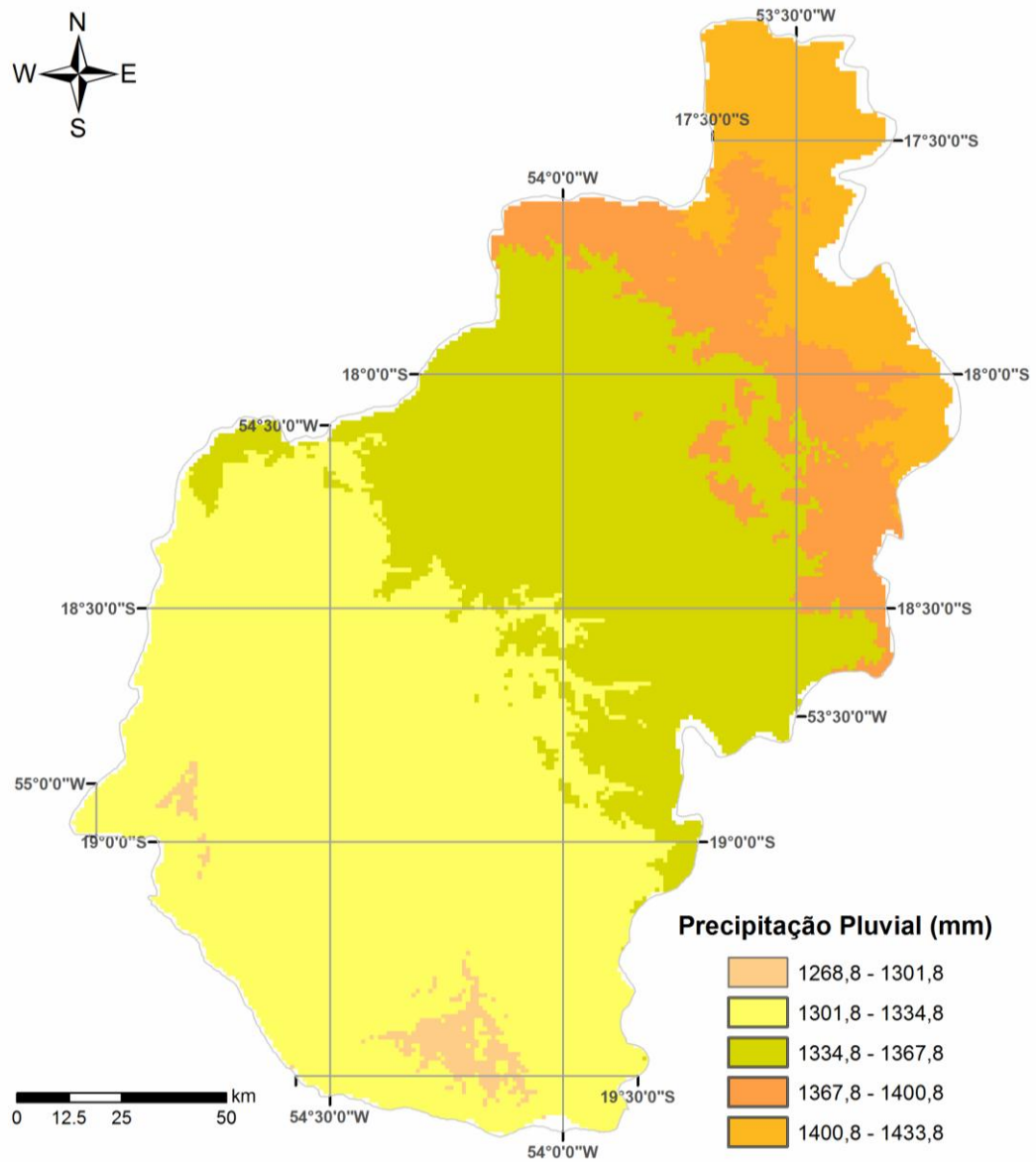


Figura 49 - Cenário com redução de 15% nas precipitações médias anuais em 80 anos.

Mapa Topopluvial da Bacia do Alto Taquari (BAT)
Cenário com redução de 15% de precipitação em 90 anos

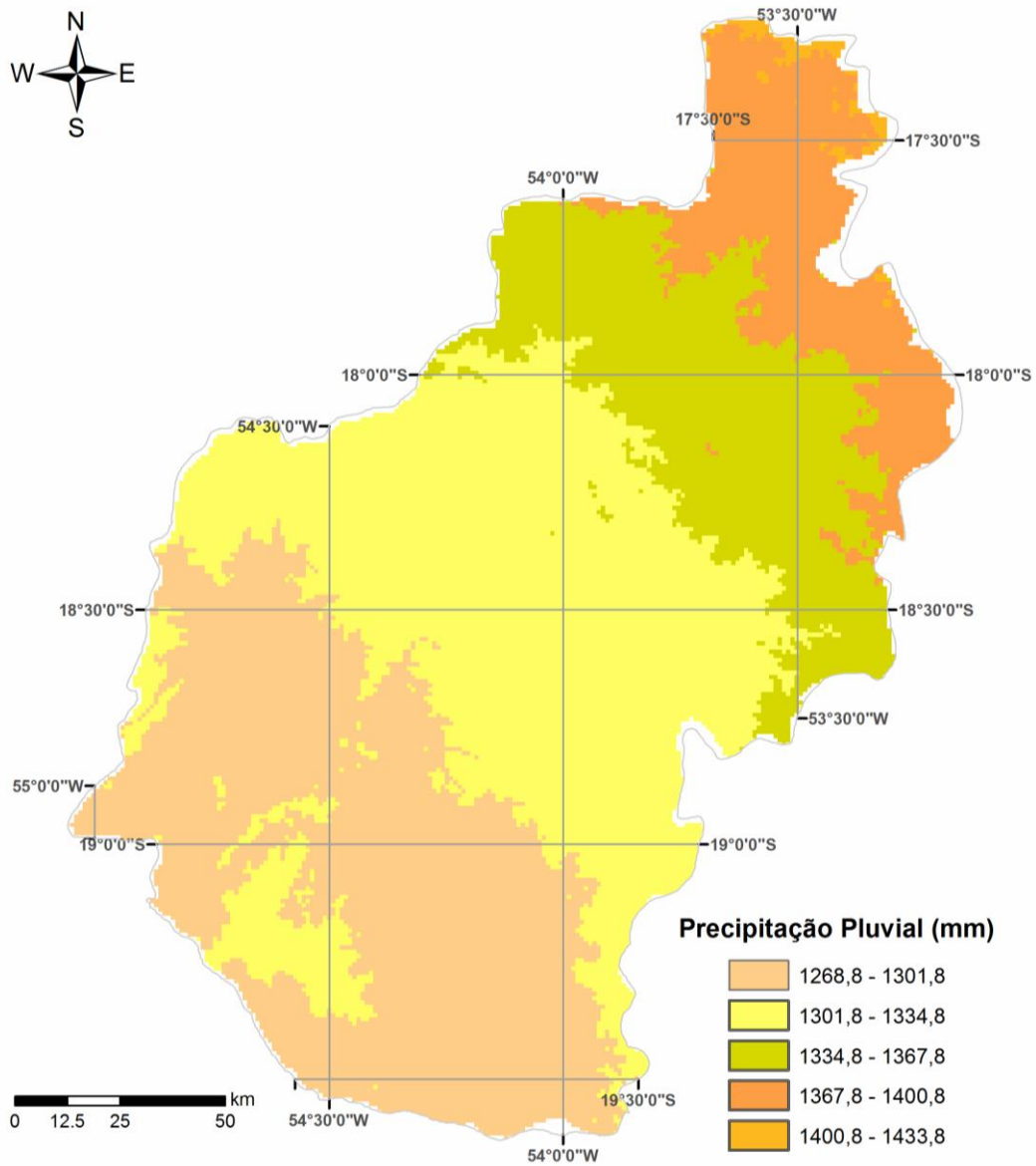


Figura 50 - Cenário com redução de 15% nas precipitações médias anuais em 90 anos.

**Mapa Topopluvial da Bacia do Alto Taquari (BAT)
Cenário com redução de 15% de precipitação em 100 anos**

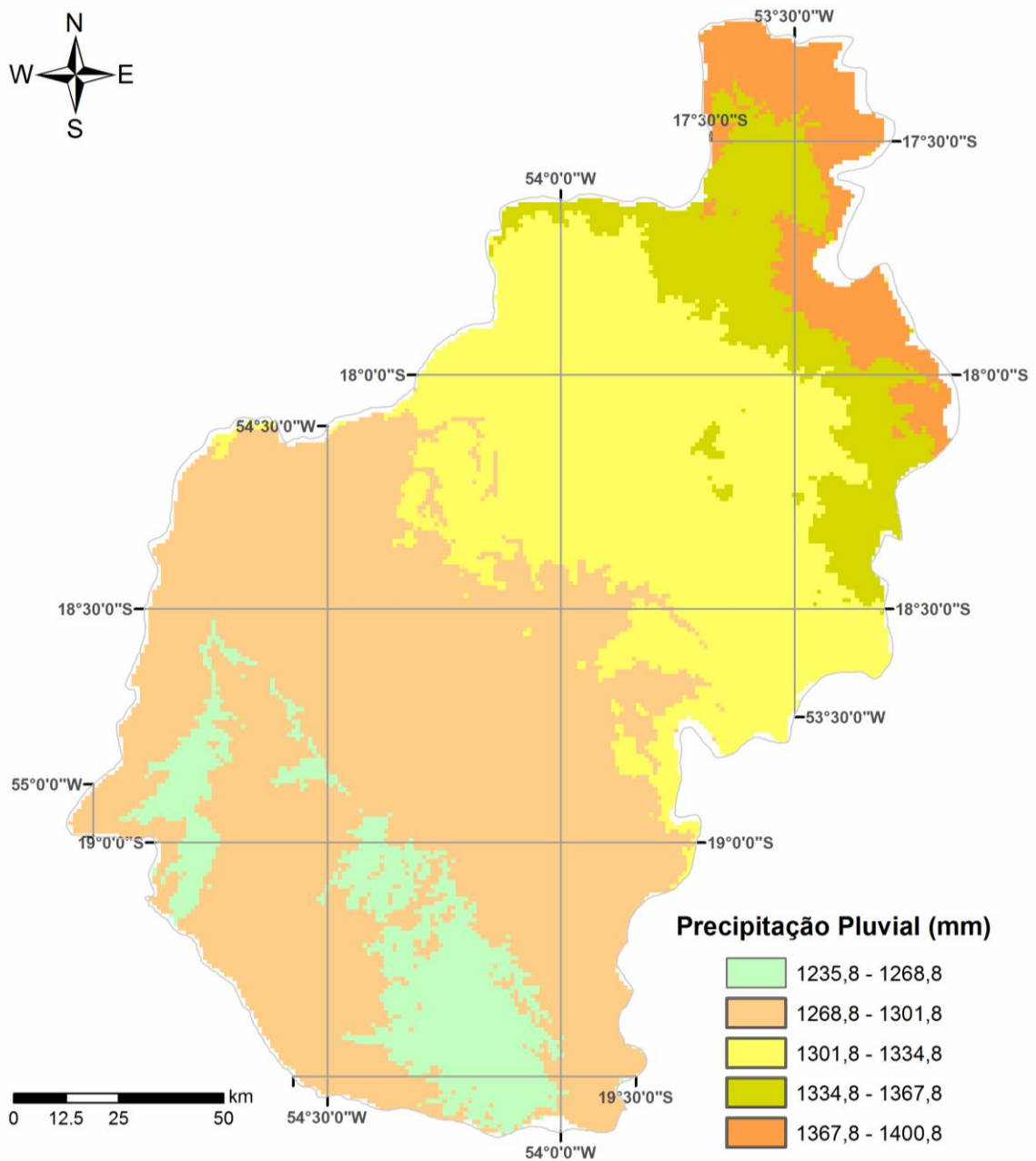


Figura 51 - Cenário com redução de 15% nas precipitações médias anuais em 100 anos.

5.3. Avaliação de cenários de temperatura média do ar

A condição atual da temperatura do ar varia, predominantemente, entre 24,0 a 26,0°C, ou seja, 92% da BAT se encontra nessa faixa térmica. O cenário descrito a seguir mostra a evolução temporal das isotérmicas na BAT para um cenário otimista de aumento de 1°C em que se percebe que em 60 anos a condição térmica da bacia

predomina na faixa 24,0 a 26,0°C, em torno de 90% da Bacia. e continua mudando de faixa até o tempo máximo de simulação, ou seja, em 2108 as temperaturas concentram-se entre 24,6 a 27,0°C (Figura 52), o que equivale a 96% da BAT. Comparando o cenário pessimista, onde as mudanças climáticas podem acarretar elevações da ordem de 3°C, a distribuição térmica é mais dispersa em toda a bacia. Os dados apontam que daqui a 10 anos as temperaturas nesse cenário vão estar na faixa entre 23,0 a 26,0°C e com 100 anos depois esses valores pulam para 25,3 a 28,7°C (Figura 53).

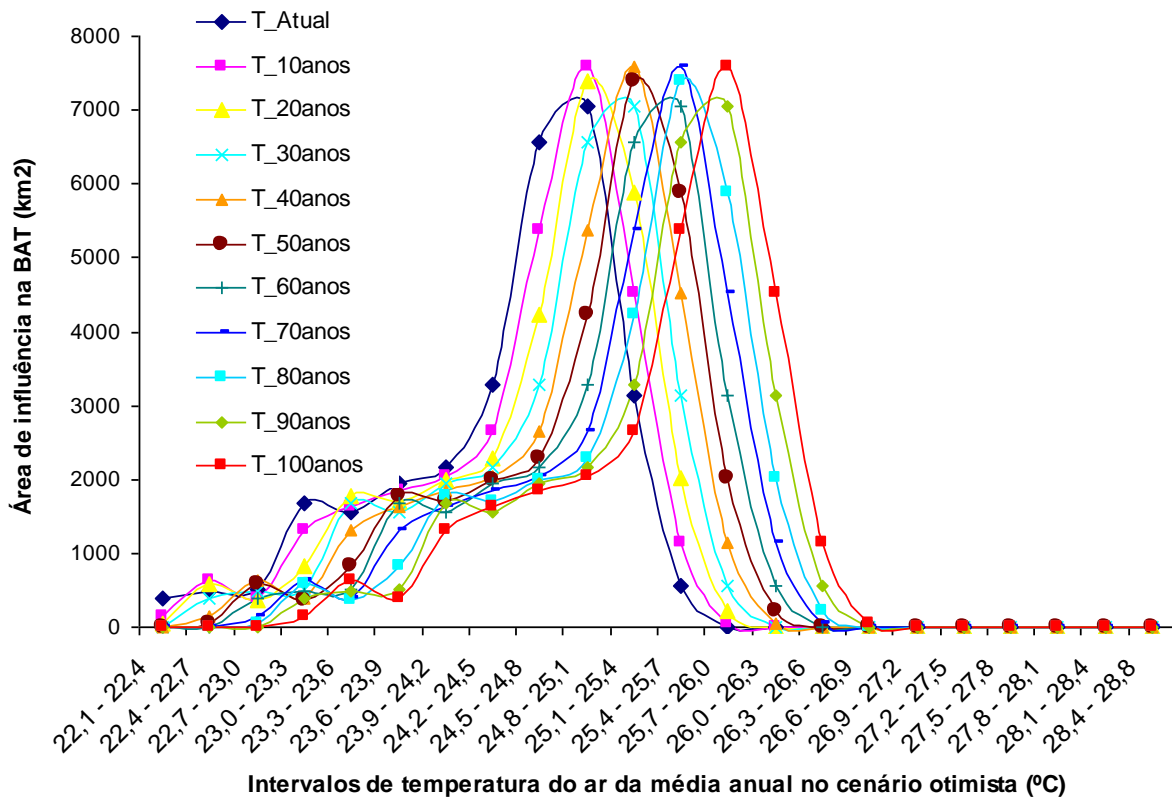


Figura 52 - Cenário otimista de temperatura média anual na Bacia do Alto Taquari.

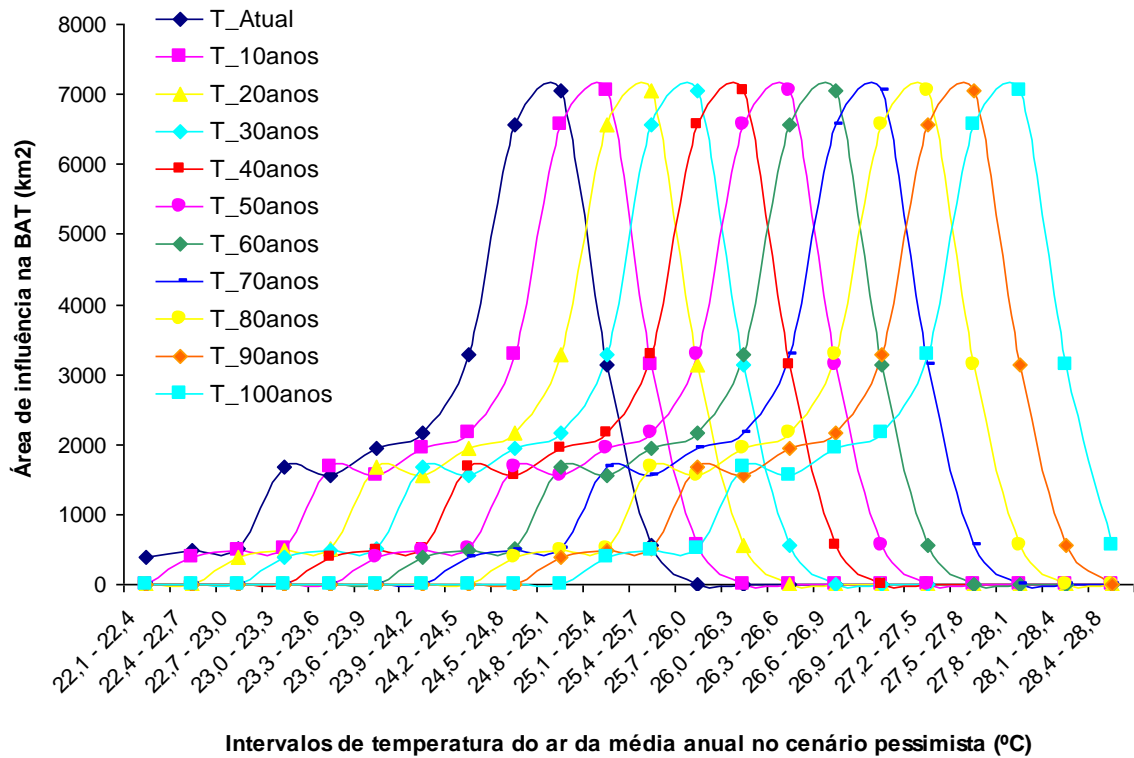


Figura 53 - Cenário pessimista de temperatura média anual na Bacia do Alto Taquari.

A evolução dos cenários térmicos na BAT segue uma direção predominante, com aumentos perceptíveis da foz para a nascente. A cor amarela vai ganhando intensidade com o passar dos anos, atingindo em 100 anos temperaturas médias que variam entre 26,6 a 26,9 °C e passam a dominar grande parte da BAT como mostra as Figuras (54 a 64).

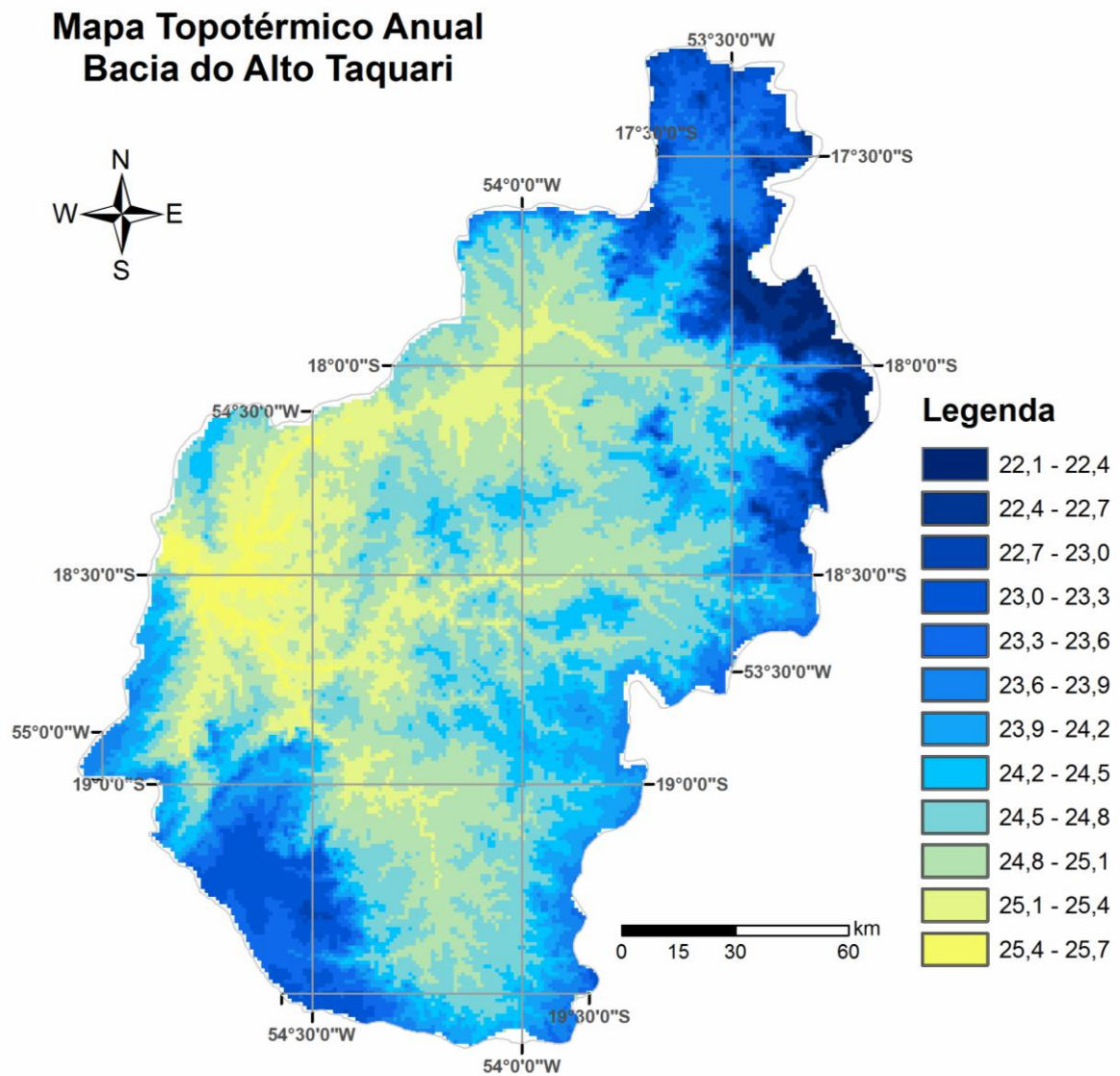


Figura 54 - Temperatura média anual do cenário atual na Bacia do Alto Taquari.

Mapa Topotérmico da Temperatura Média Anual Cenário Otimista em 10 anos

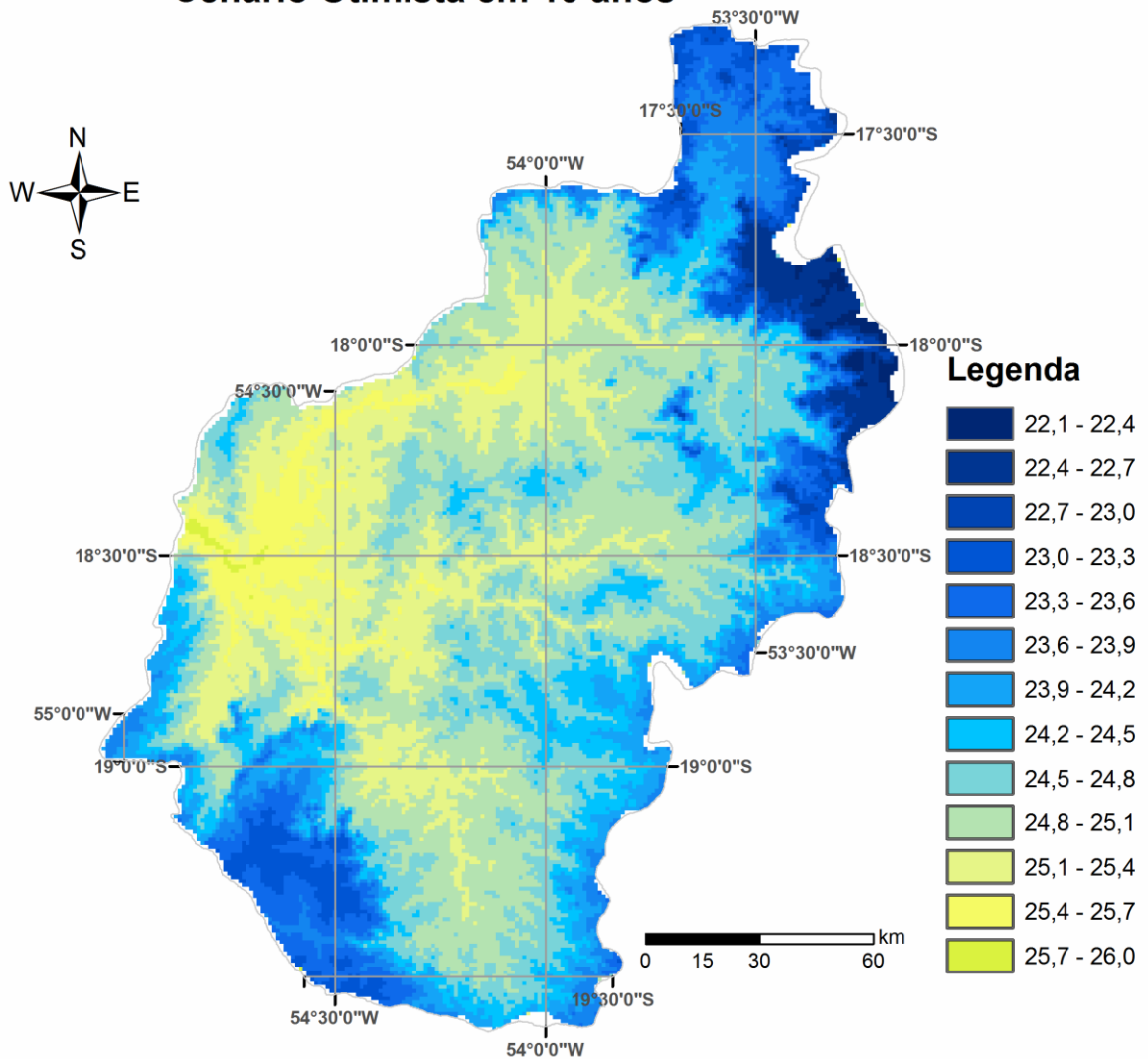


Figura 55 – Cenário otimista da temperatura média anual da Bacia do Alto Taquari em 10 anos.

Mapa Topotérmico da Temperatura Média Anual Cenário Otimista em 20 anos

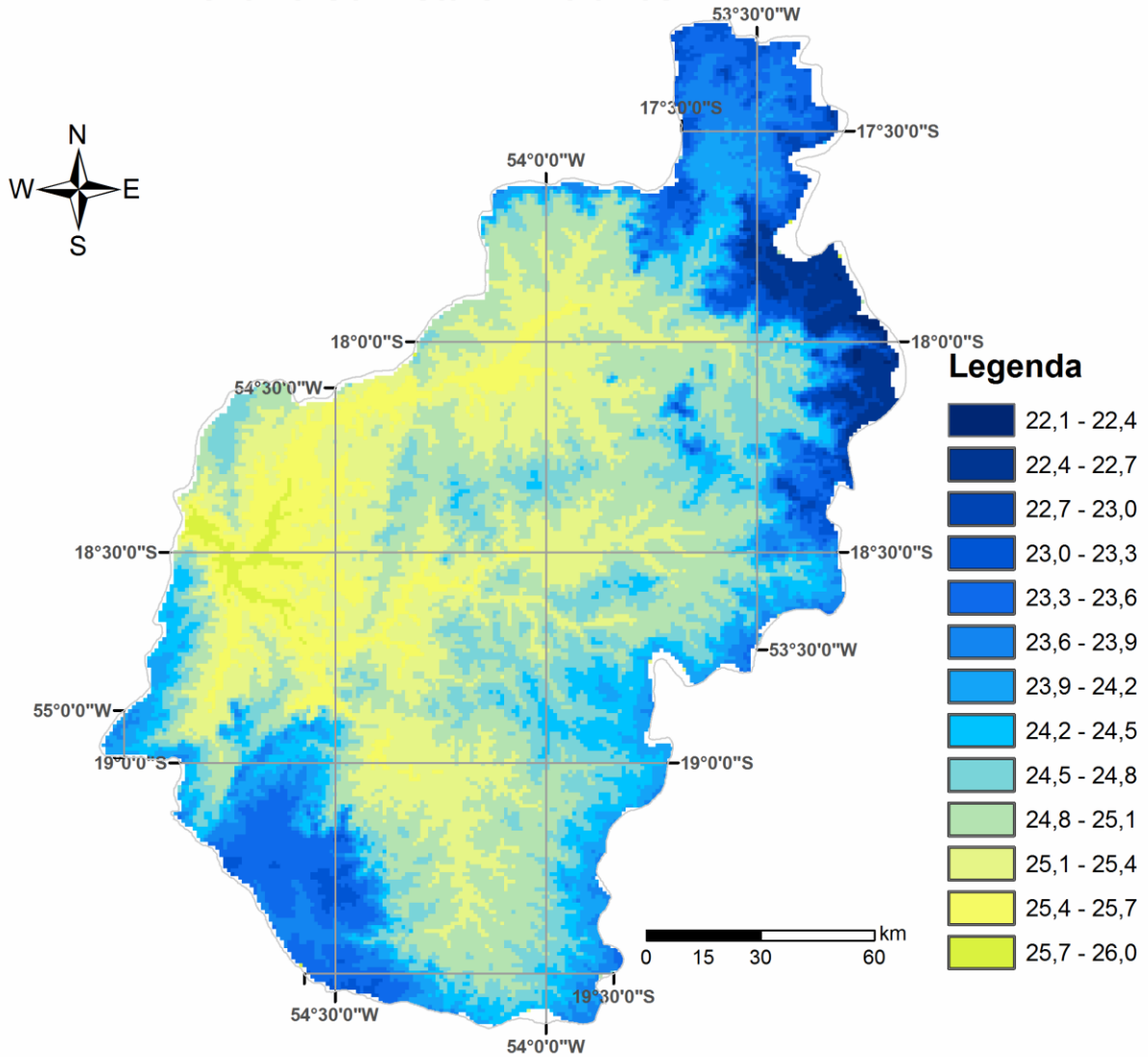


Figura 56 - Cenário otimista da temperatura média anual da Bacia do Alto Taquari em 20 anos.

Mapa Topotérmico da Temperatura Média Anual Cenário Otimista em 30 anos

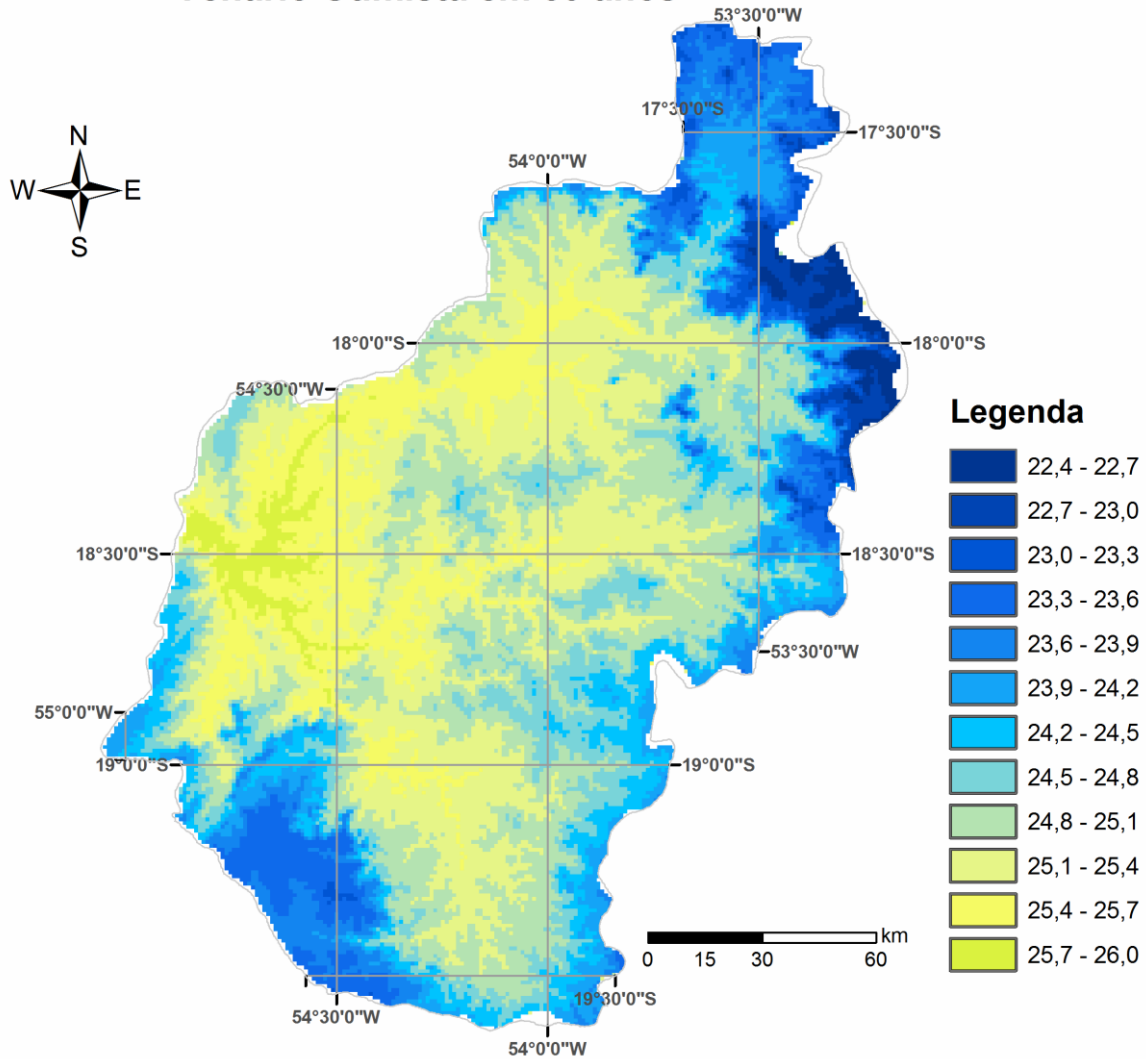


Figura 57 - Cenário otimista da temperatura média anual da Bacia do Alto Taquari em 30 anos.

Mapa Topotérmico da Temperatura Média Anual Cenário Otimista em 40 anos

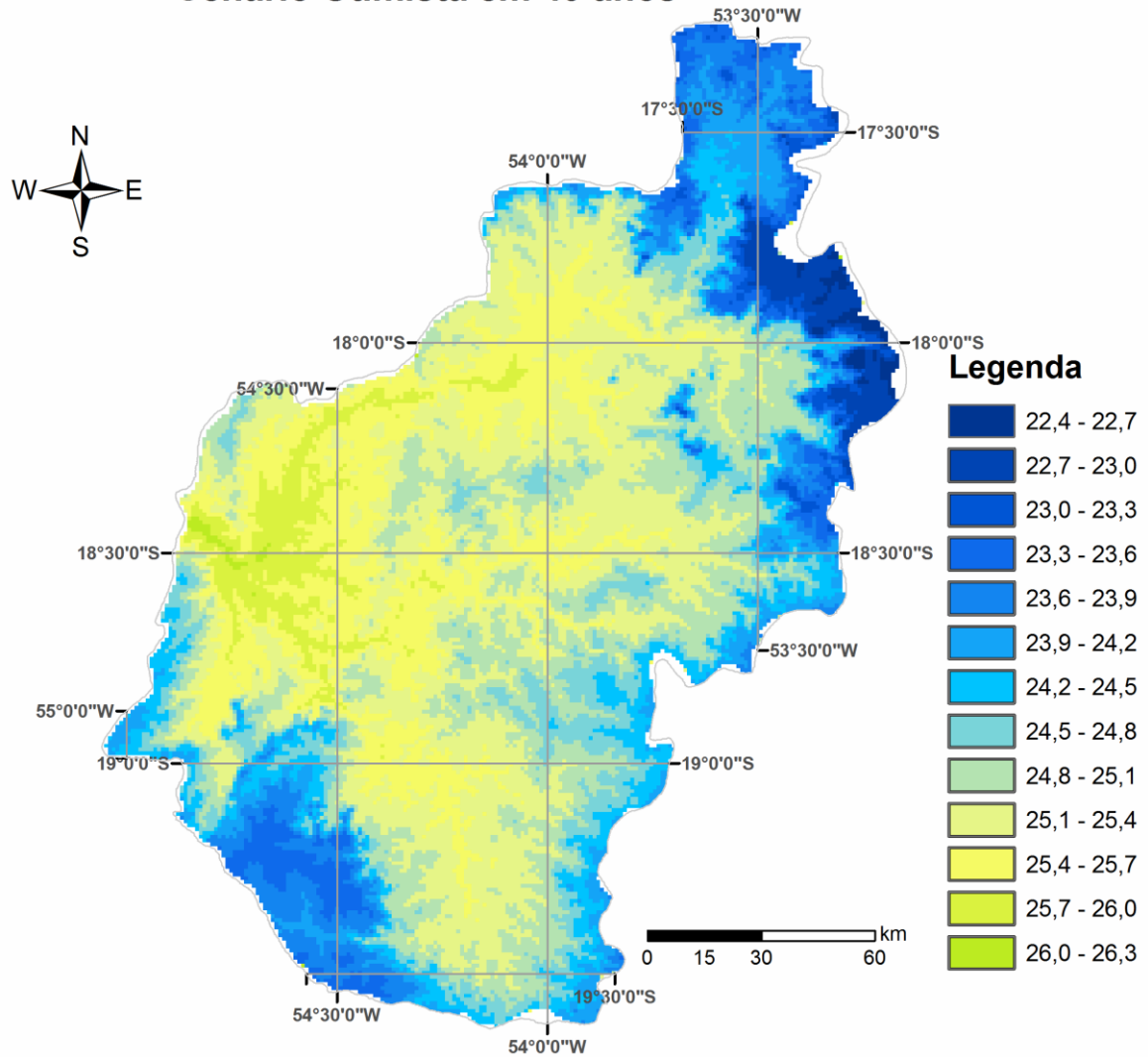


Figura 58 - Cenário otimista da temperatura média anual da Bacia do Alto Taquari em 40 anos.

Mapa Topotérmico da Temperatura Média Anual Cenário Otimista em 50 anos

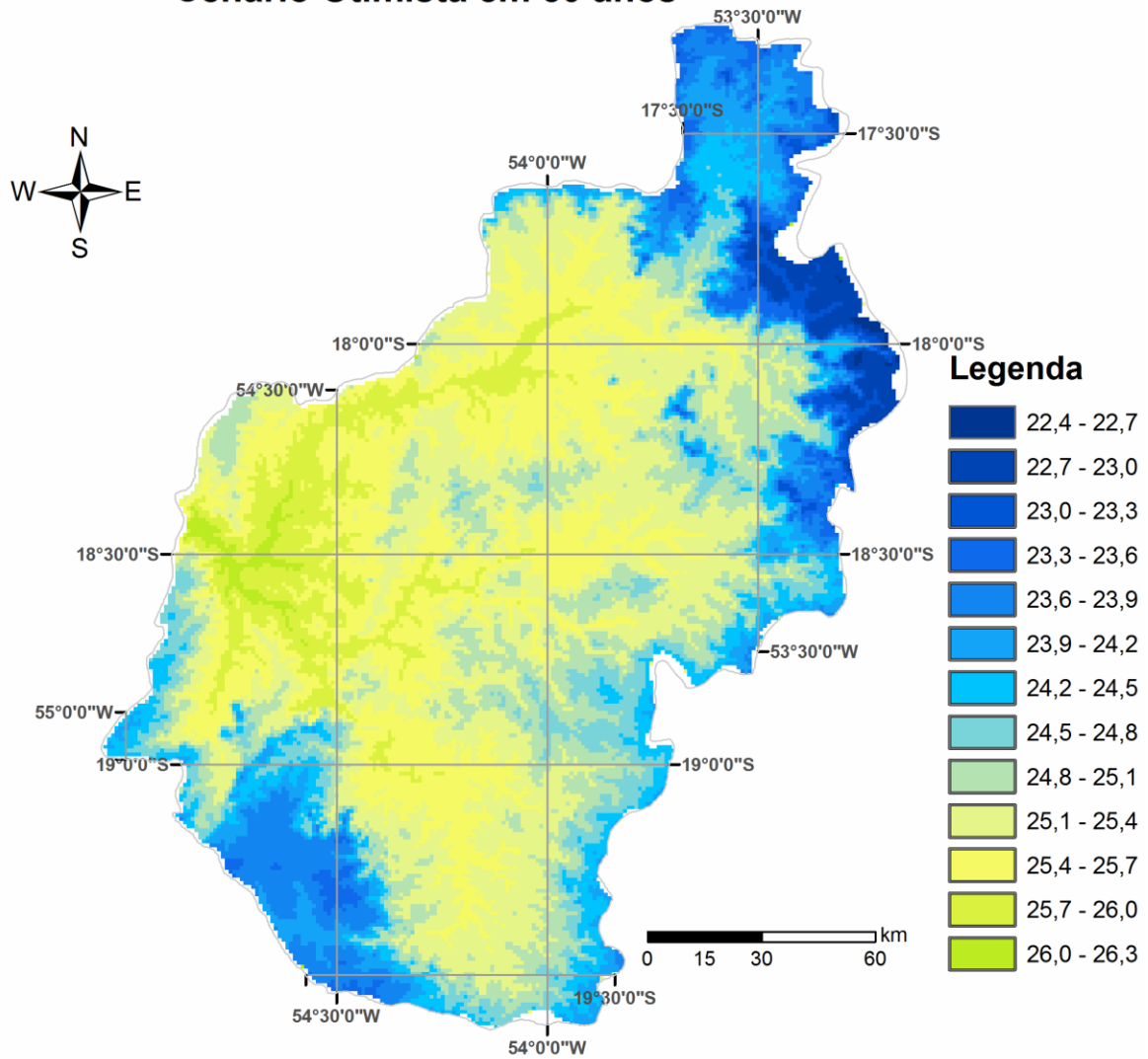


Figura 59 - Cenário otimista da temperatura média anual da Bacia do Alto Taquari em 50 anos.

Mapa Topotérmico da Temperatura Média Anual Cenário Otimista em 60 anos

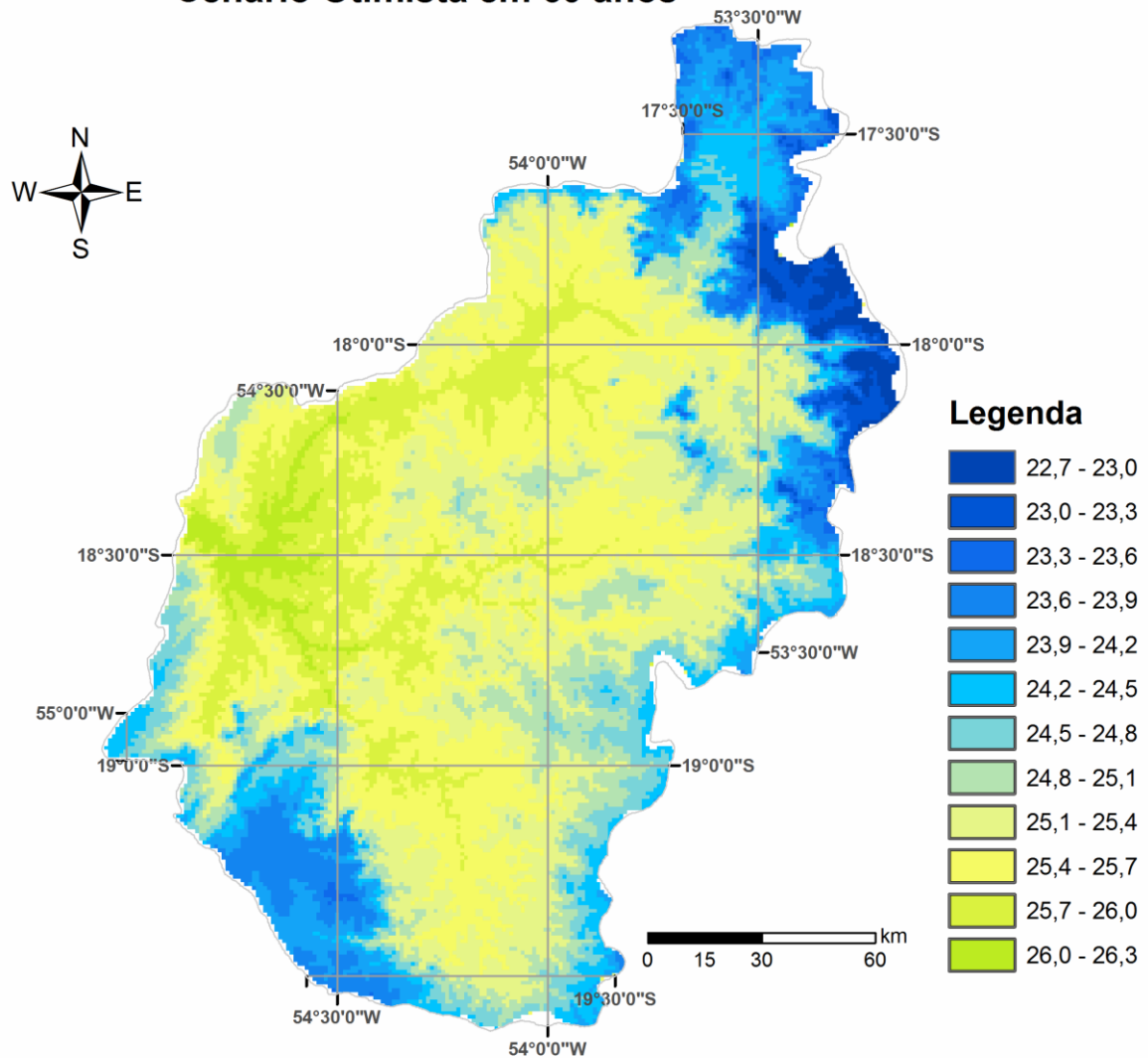


Figura 60 - Cenário otimista da temperatura média anual da Bacia do Alto Taquari em 60 anos.

Mapa Topotérmico da Temperatura Média Anual Cenário Otimista em 70 anos

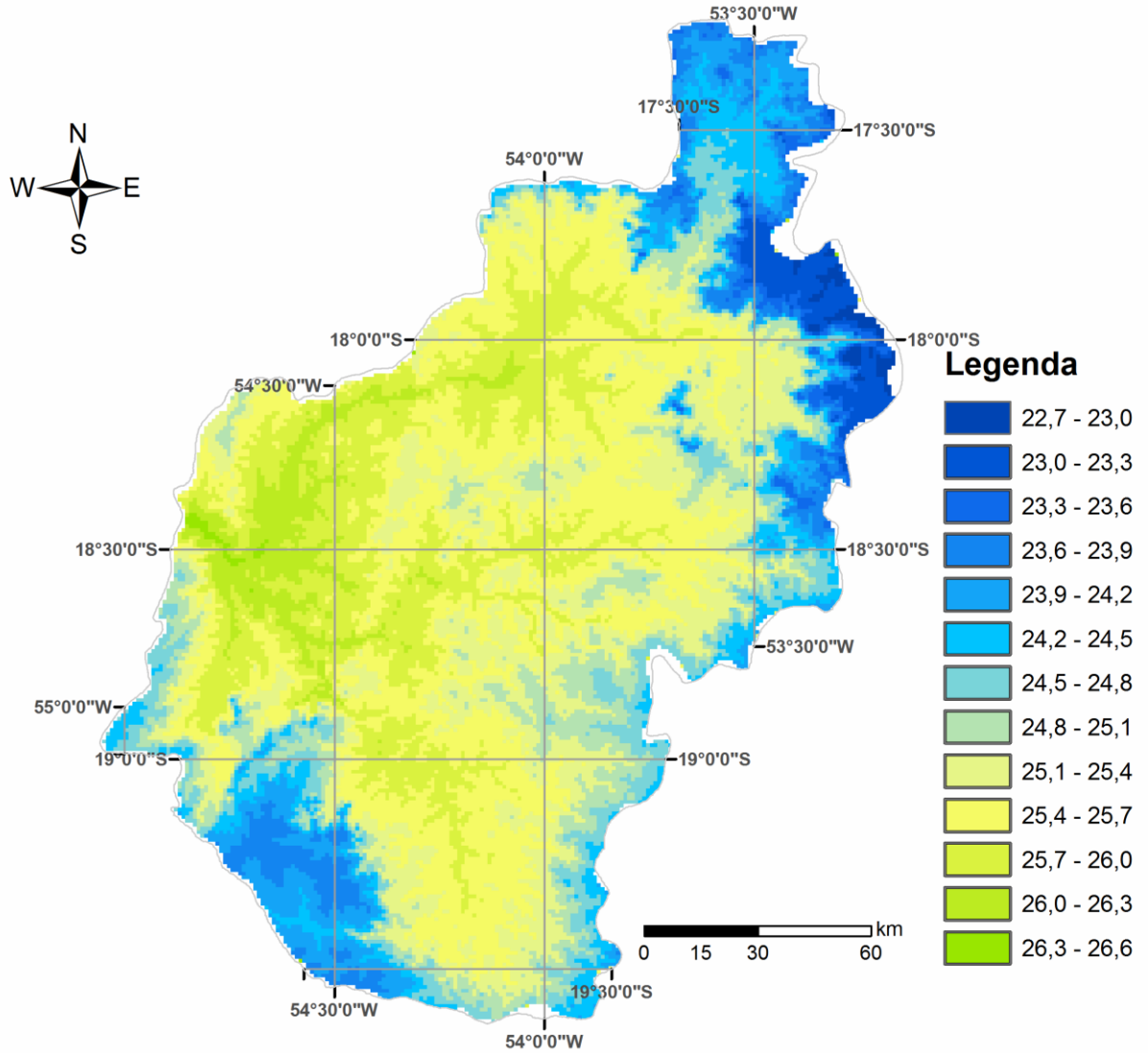


Figura 61 - Cenário otimista da temperatura média anual da Bacia do Alto Taquari em 70 anos.

Mapa Topotérmico da Temperatura Média Anual Cenário Otimista em 80 anos

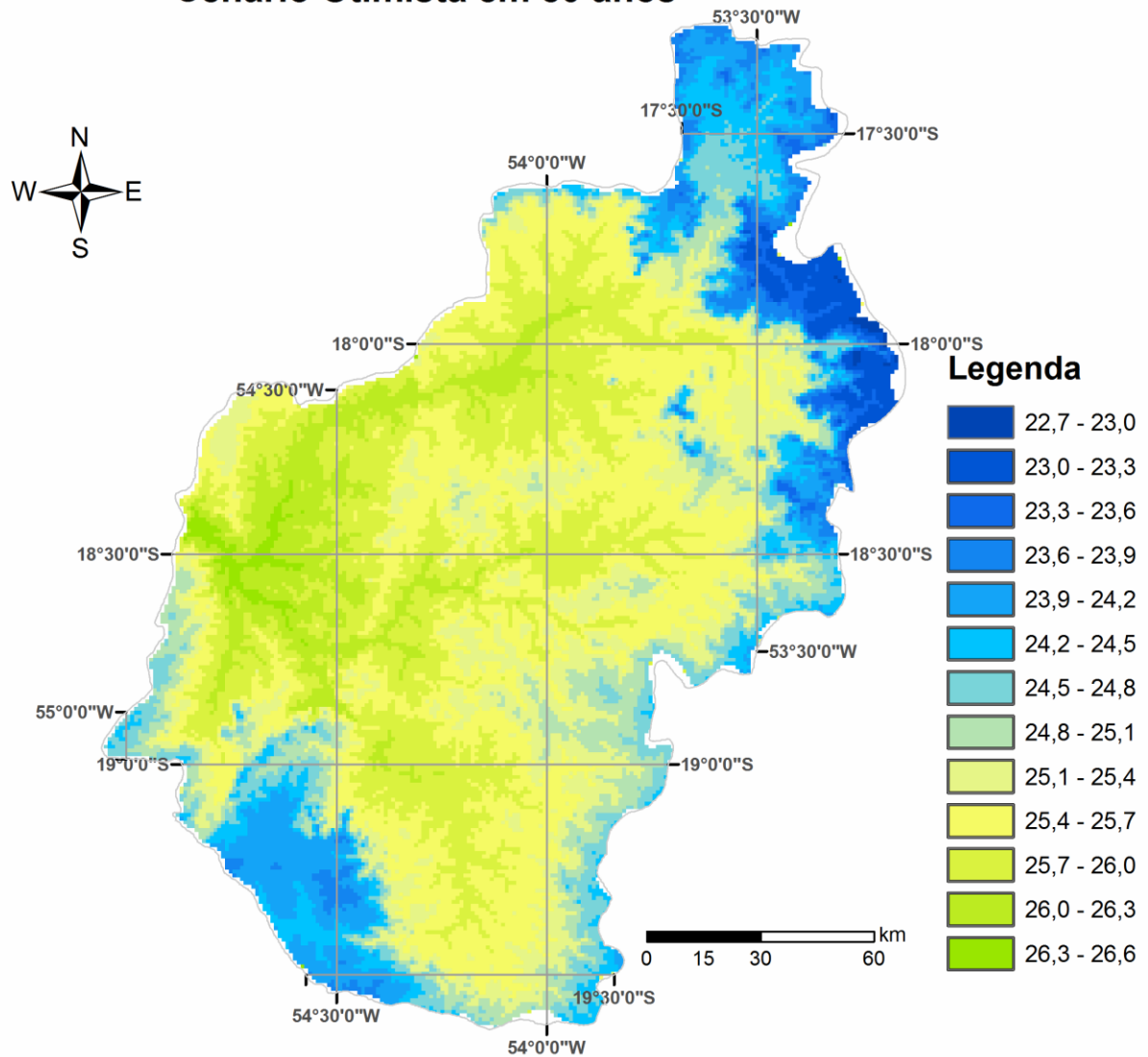


Figura 62 - Cenário otimista da temperatura média anual da Bacia do Alto Taquari em 80 anos.

Mapa Topotérmico da Temperatura Média Anual Cenário Otimista em 90 anos

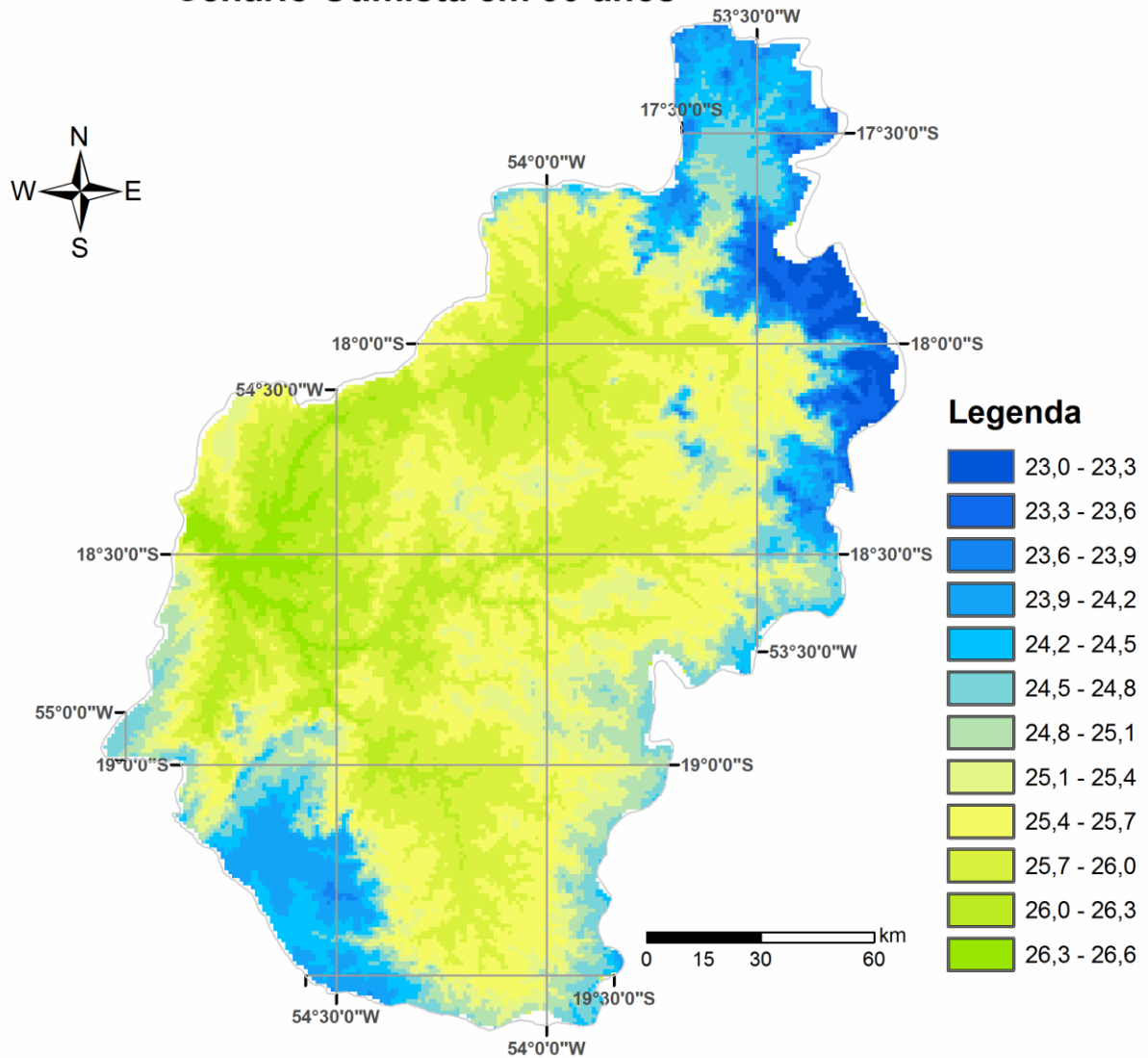


Figura 63 - Cenário otimista da temperatura média anual da Bacia do Alto Taquari em 90 anos.

Mapa Topotérmico da Temperatura Média Anual Cenário Otimista em 100 anos

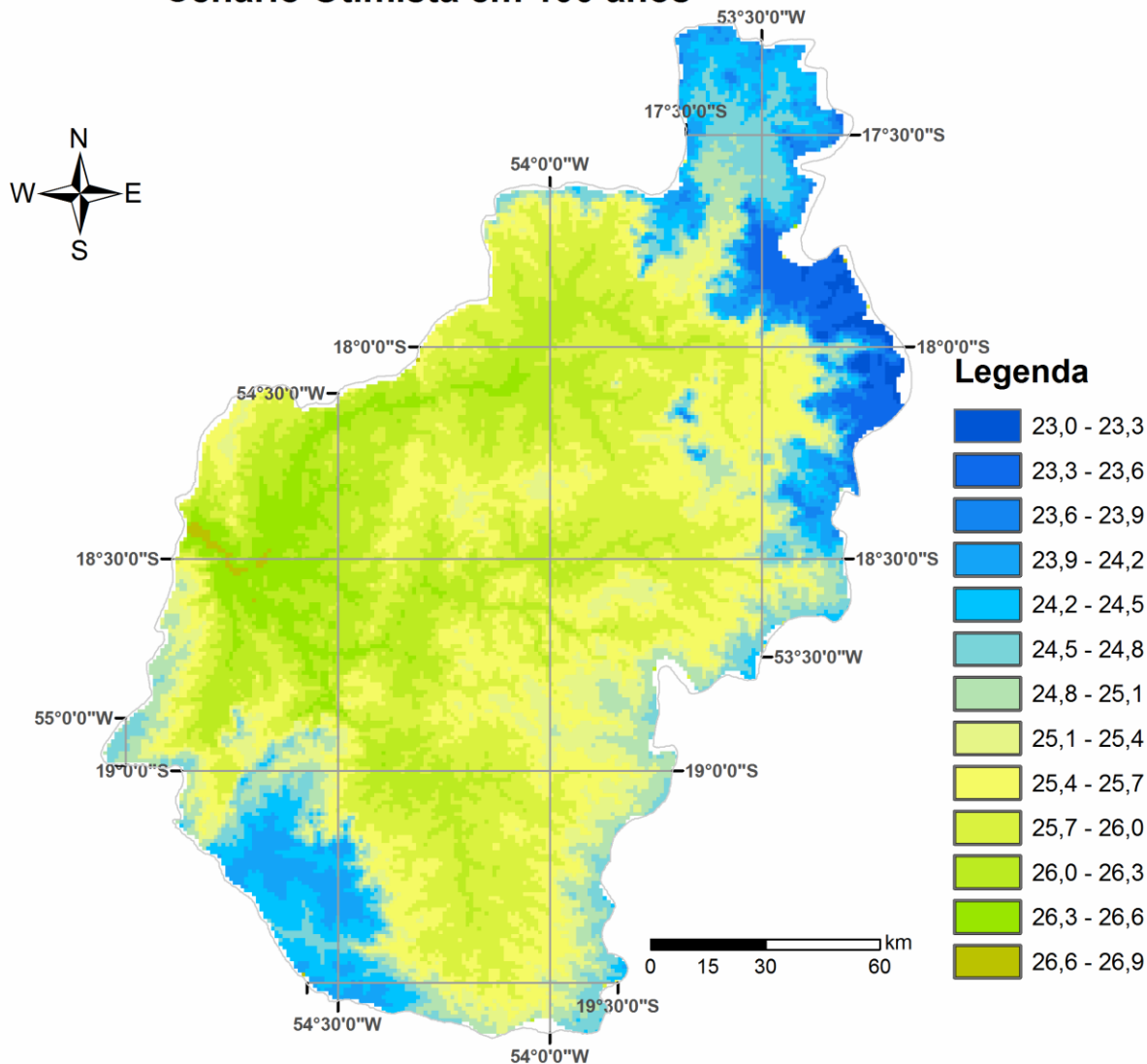


Figura 64 - Cenário otimista da temperatura média anual da Bacia do Alto Taquari em 100 anos.

Se o cenário pessimista do IPCC se confirmar, as temperaturas tendem a aumentar da foz para as nascentes, indicando que o aquecimento na BAT segue um fluxo contrário ao da rede de drenagem, como as primeiras evidências na foz do rio Taquari como mostra as Figuras (65 a 74).

Mapa Topotérmico da Temperatura Média Anual Cenário Pessimista em 10 anos

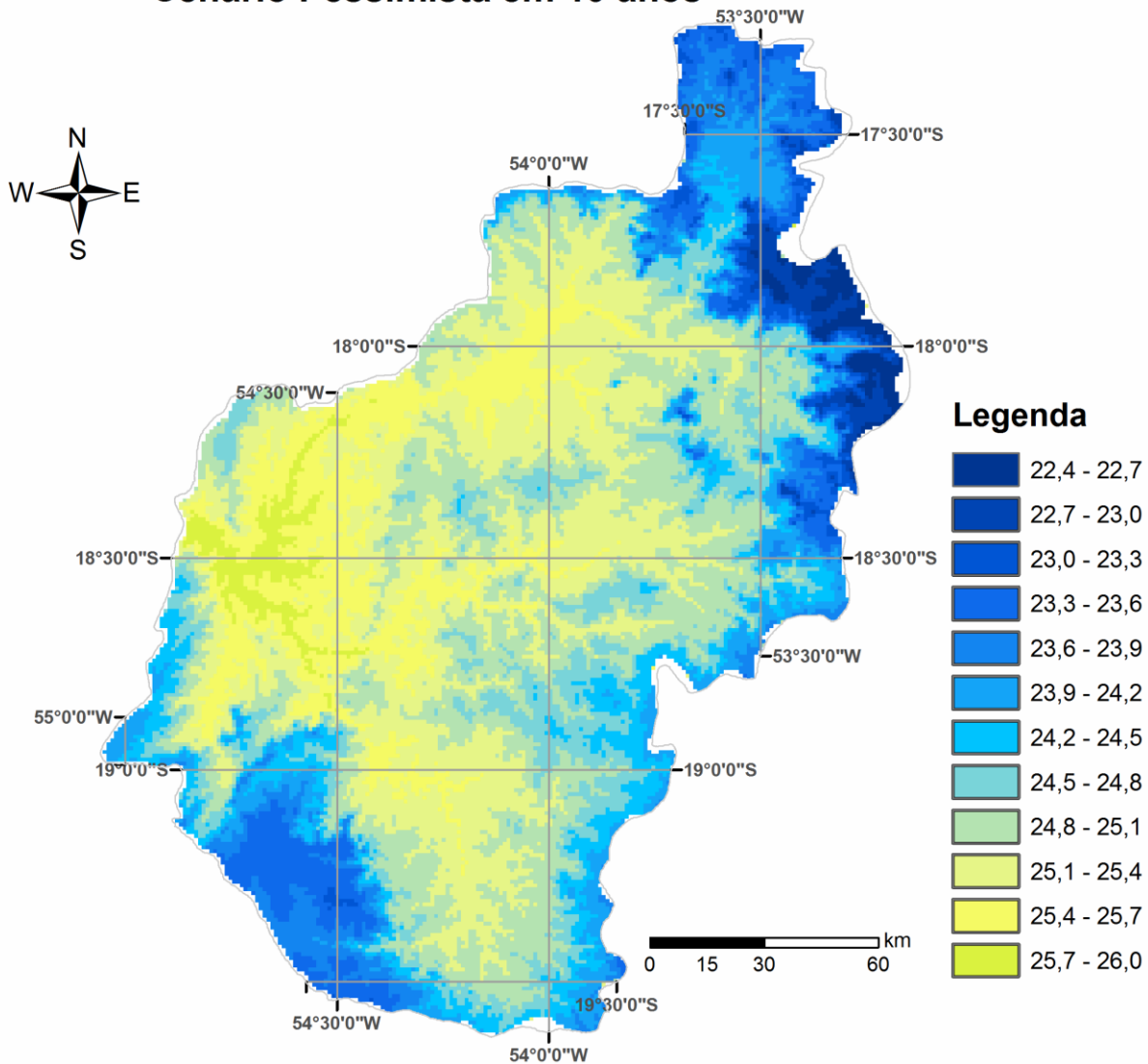


Figura 65 - Cenário pessimista da temperatura média anual da Bacia do Alto Taquari em 10 anos.

Mapa Topotérmico da Temperatura Média Anual Cenário Pessimista em 20 anos

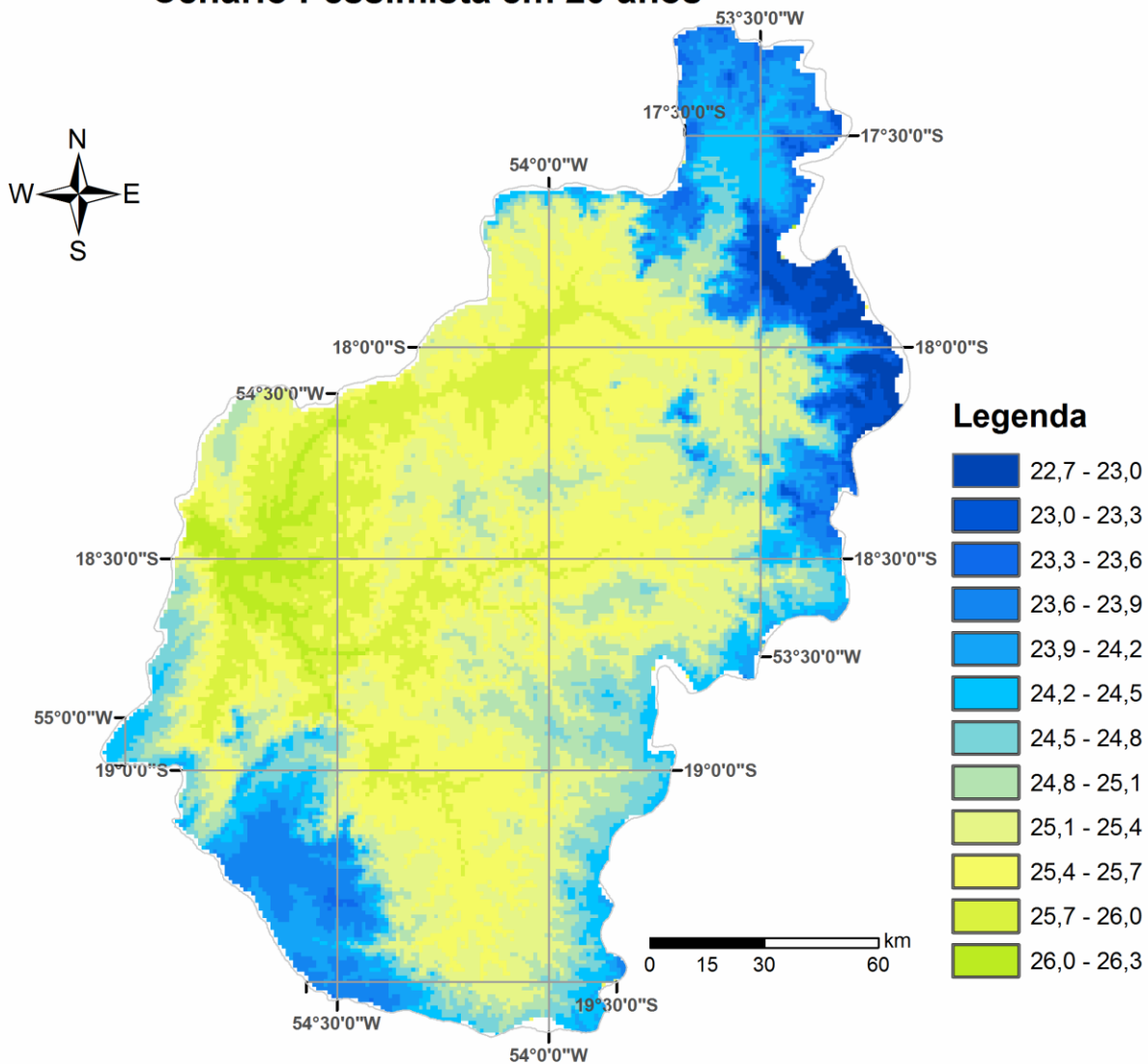


Figura 66 - Cenário pessimista da temperatura média anual da Bacia do Alto Taquari em 20 anos.

Mapa Topotérmico da Temperatura Média Anual Cenário Pessimista em 30 anos

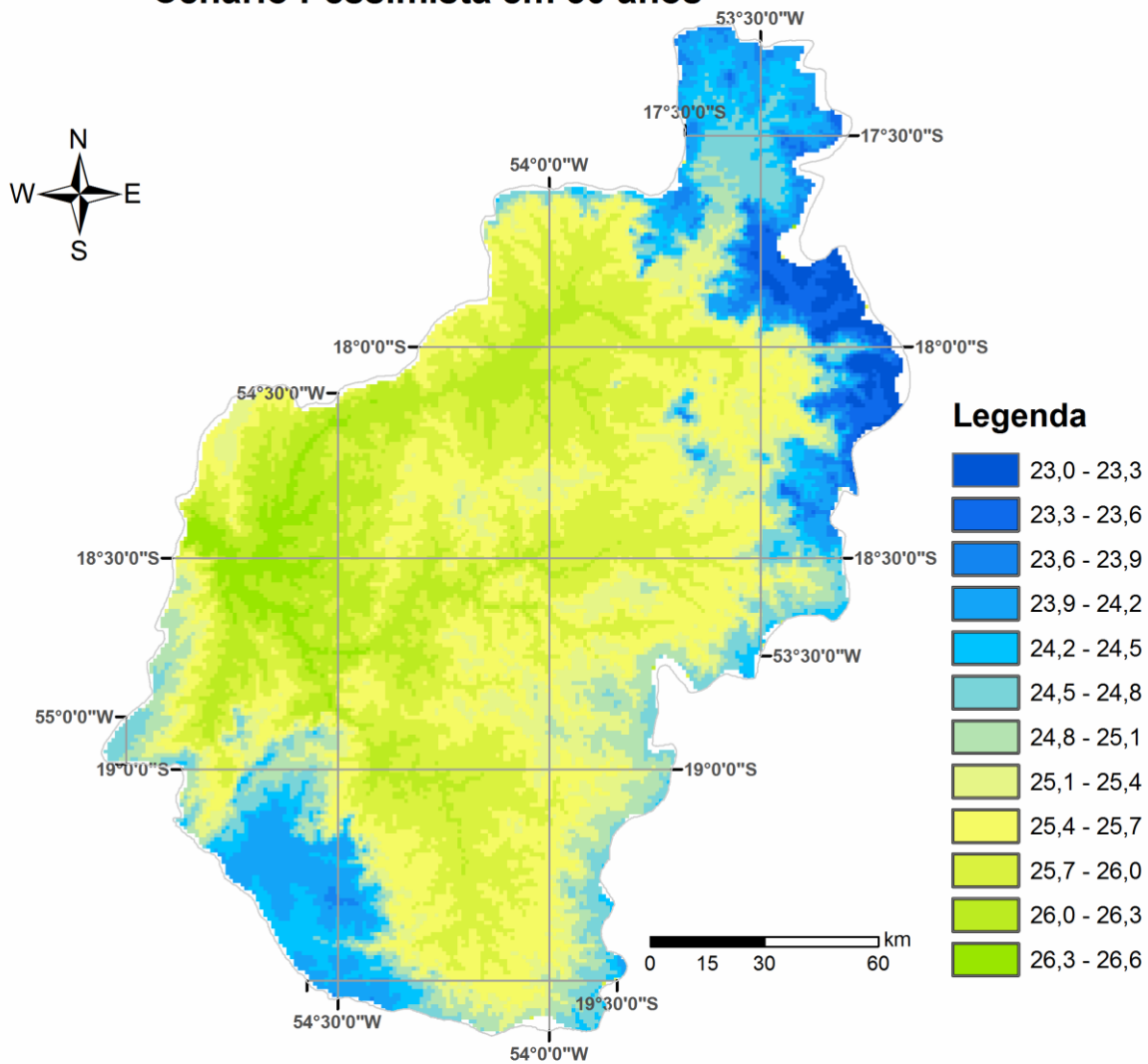


Figura 67 - Cenário pessimista da temperatura média anual da Bacia do Alto Taquari em 30 anos.

Mapa Topotérmico da Temperatura Média Anual Cenário Pessimista em 40 anos

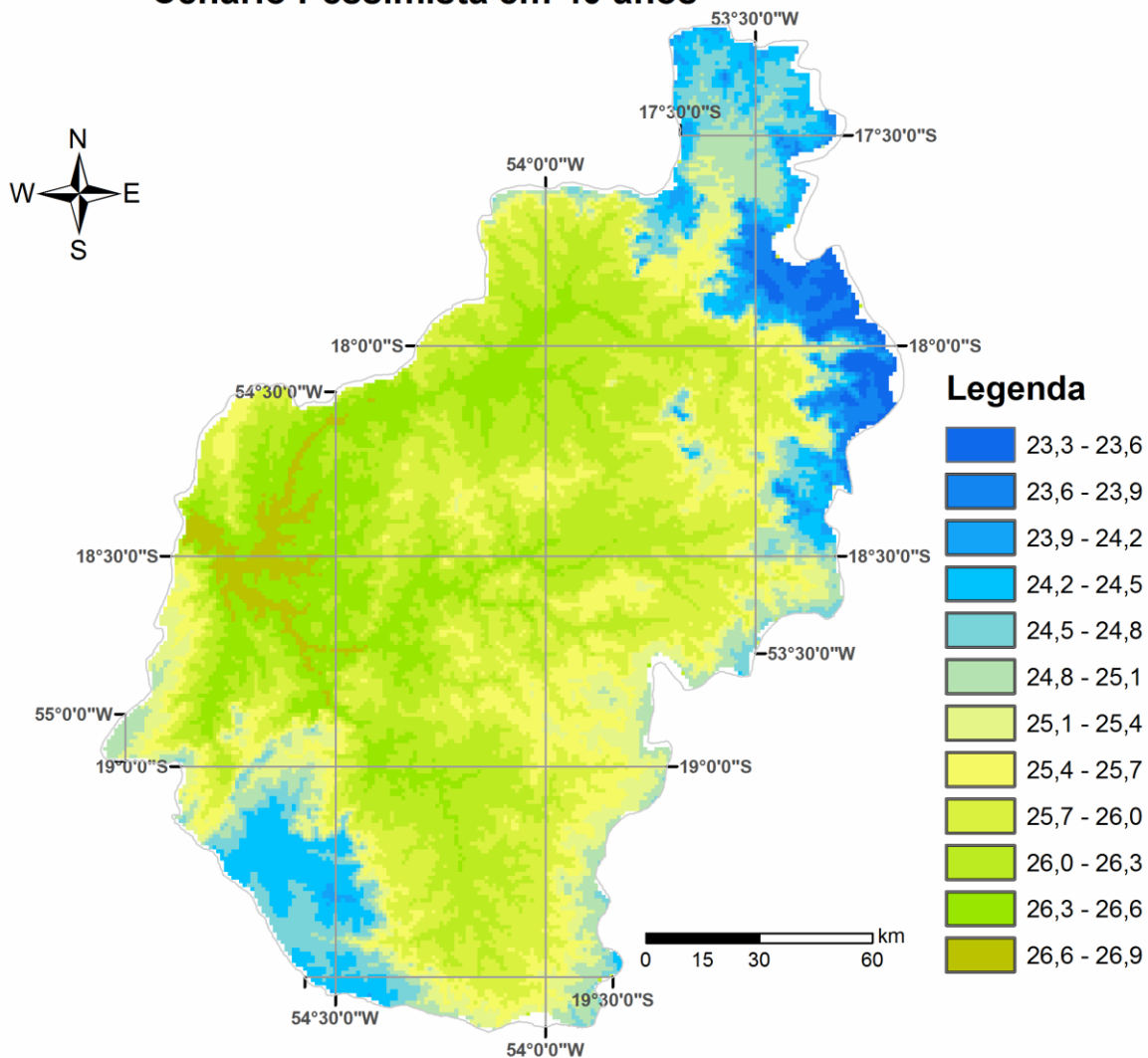


Figura 68 - Cenário pessimista da temperatura média anual da Bacia do Alto Taquari em 40 anos.

Mapa Topotérmico da Temperatura Média Anual Cenário Pessimista em 50 anos

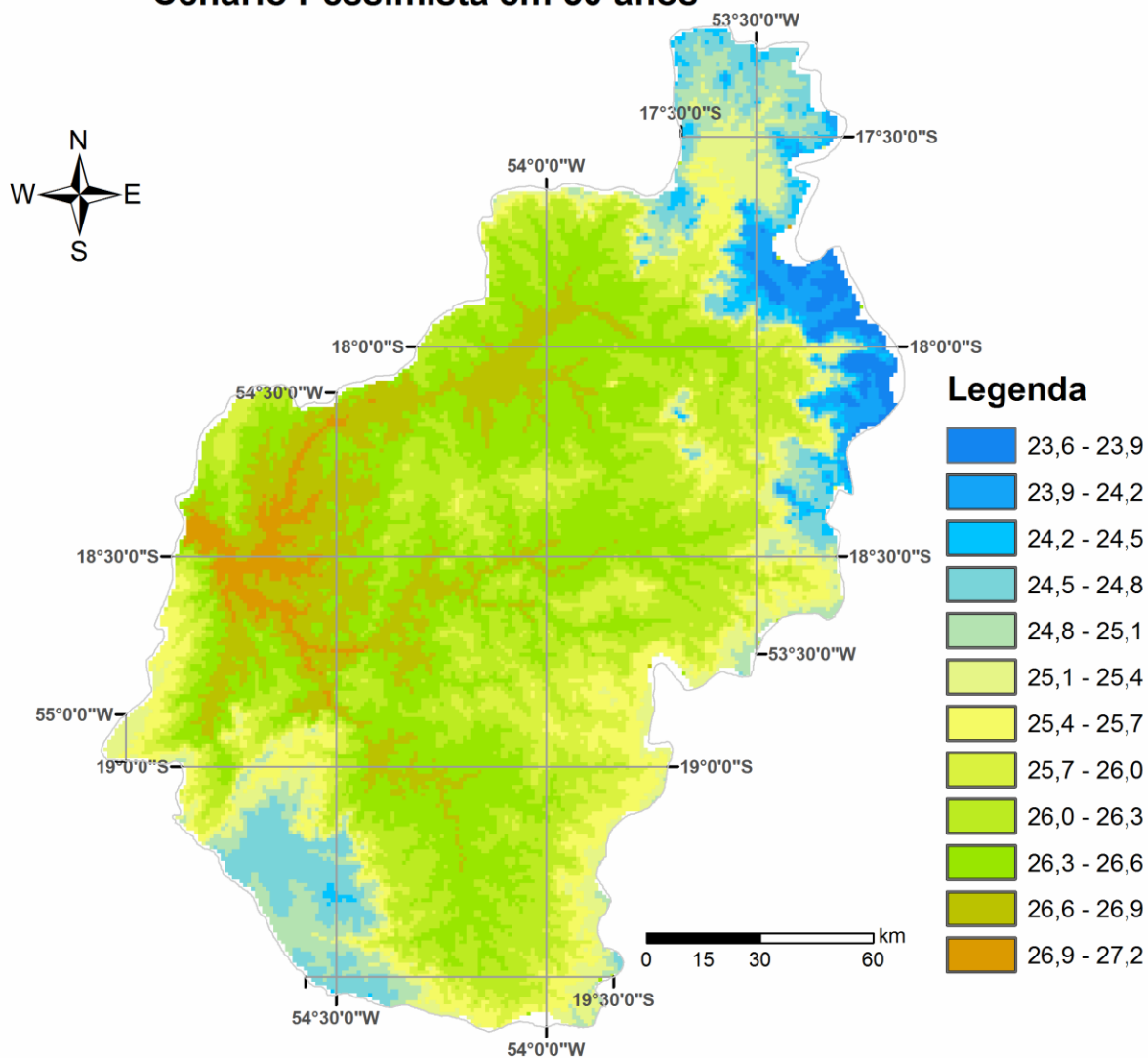


Figura 69 - Cenário pessimista da temperatura média anual da Bacia do Alto Taquari em 50 anos.

Mapa Topotérmico da Temperatura Média Anual Cenário Pessimista em 60 anos

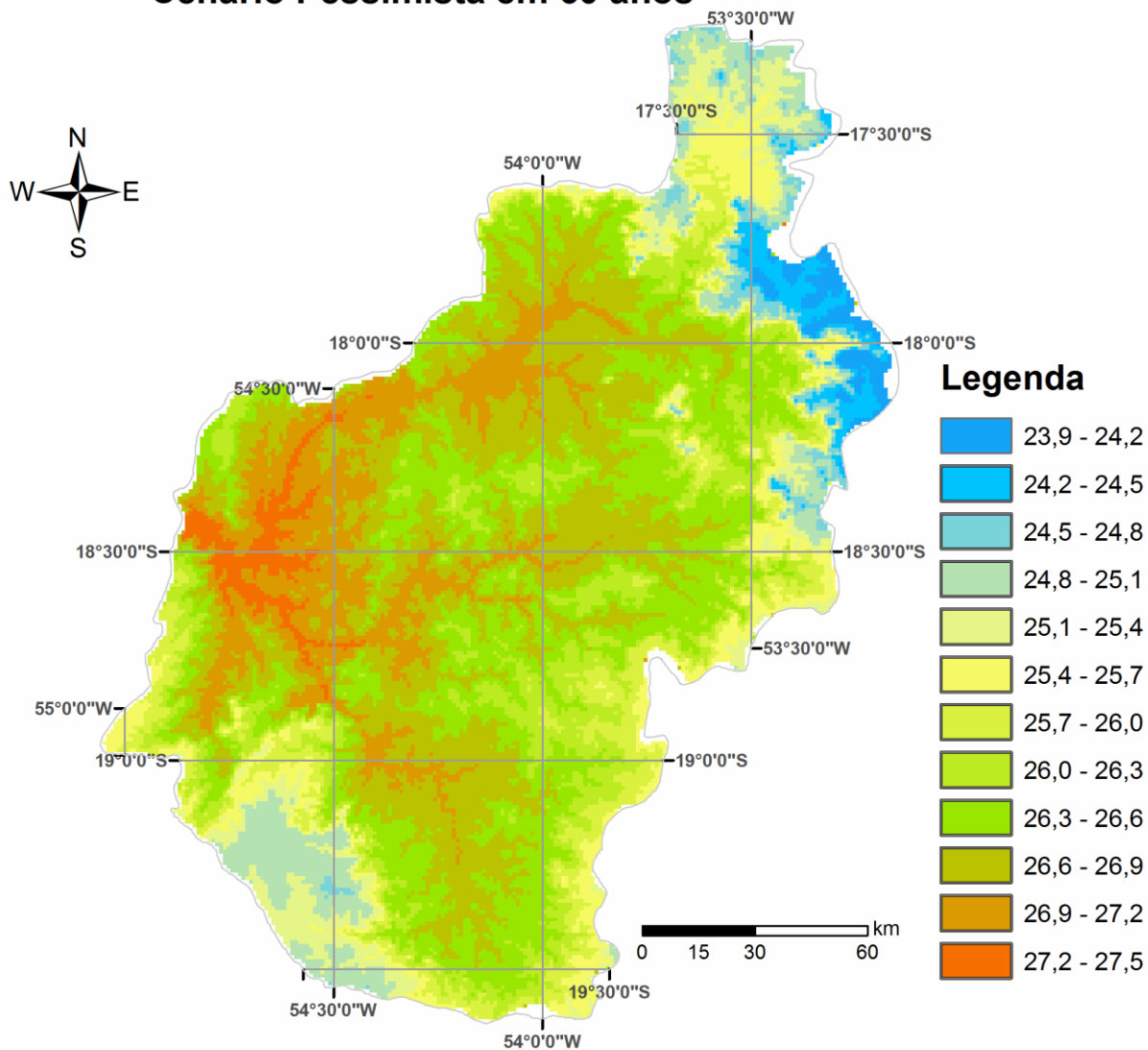


Figura 70 - Cenário pessimista da temperatura média anual da Bacia do Alto Taquari em 60 anos.

Mapa Topotérmico da Temperatura Média Anual Cenário Pessimista em 70 anos

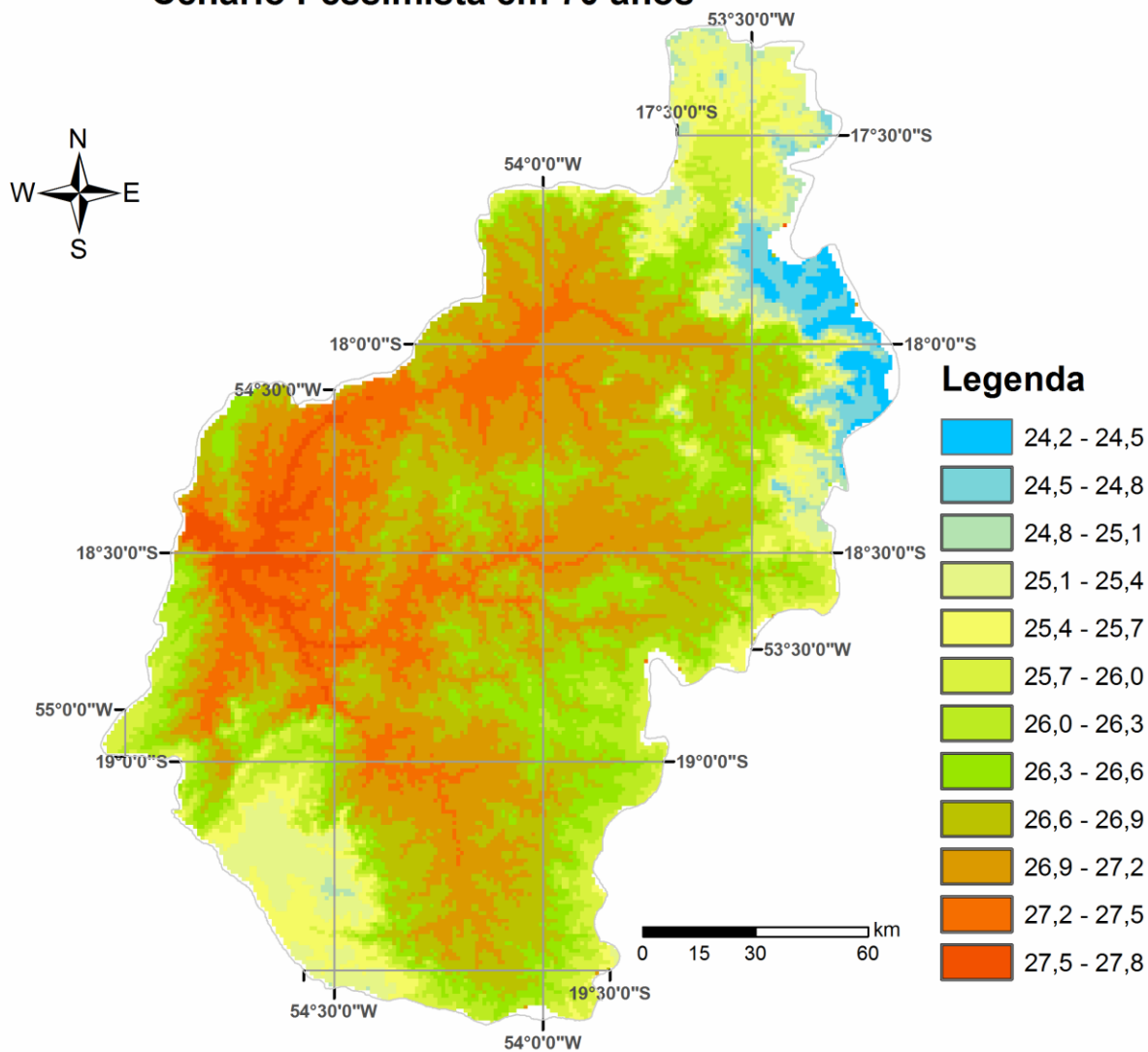


Figura 71 - Cenário pessimista da temperatura média anual da Bacia do Alto Taquari em 70 anos.

Mapa Topotérmico da Temperatura Média Anual Cenário Pessimista em 80 anos

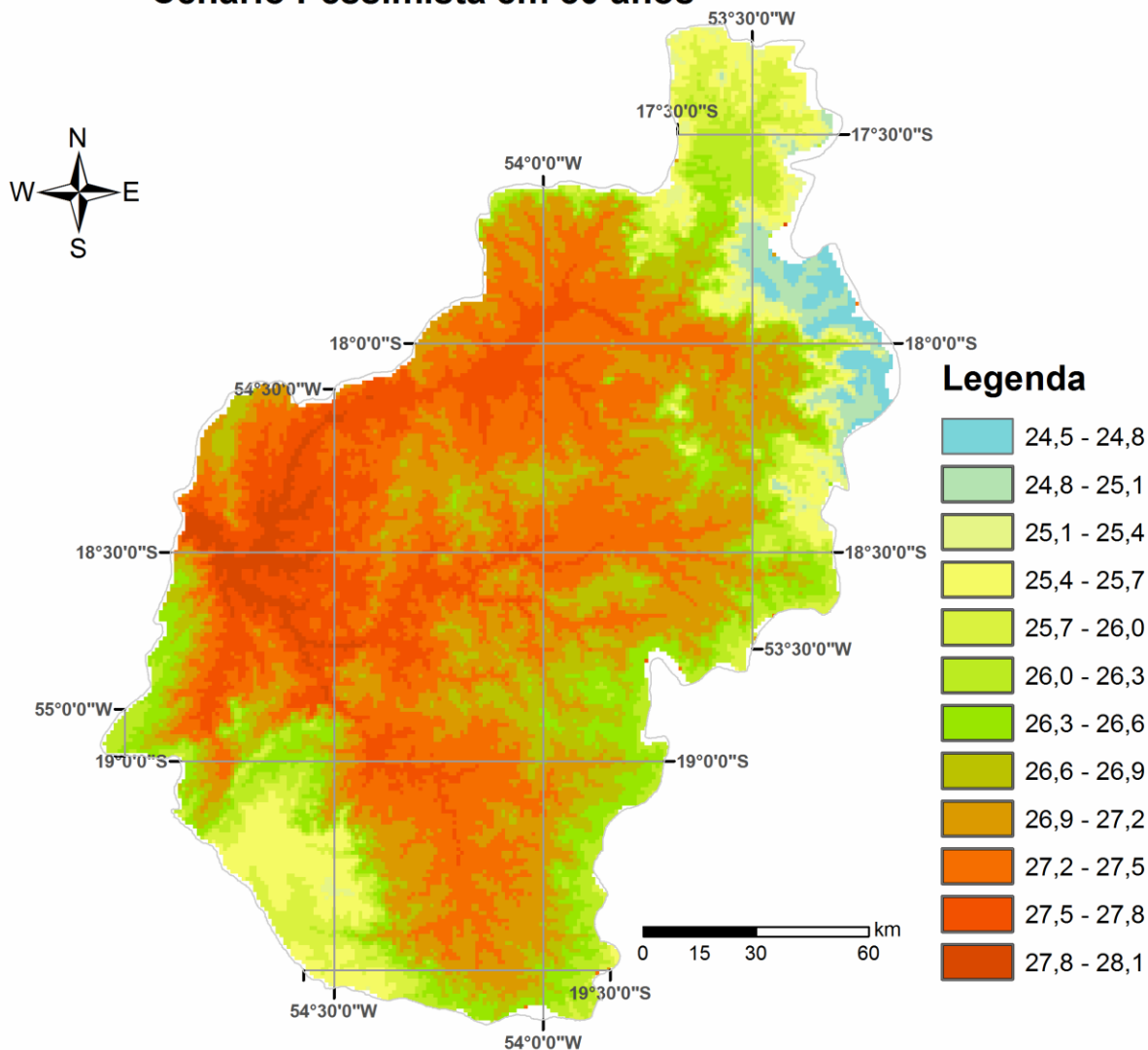


Figura 72 - Cenário pessimista da temperatura média anual da Bacia do Alto Taquari em 80 anos.

Mapa Topotérmico da Temperatura Média Anual Cenário Pessimista em 90 anos

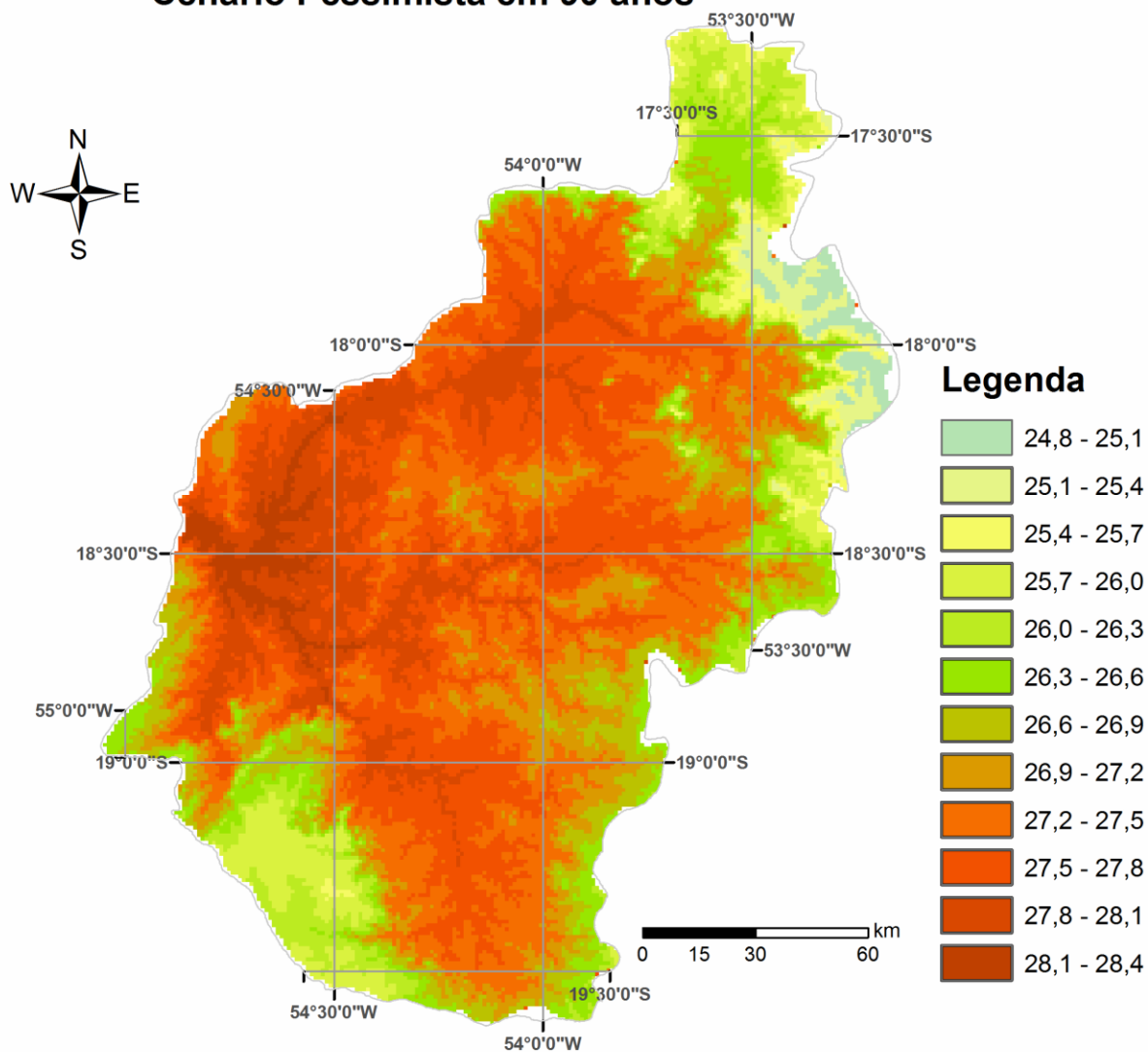


Figura 73 - Cenário pessimista da temperatura média anual da Bacia do Alto Taquari em 90 anos.

Mapa Topotérmico da Temperatura Média Anual Cenário Pessimista em 100 anos

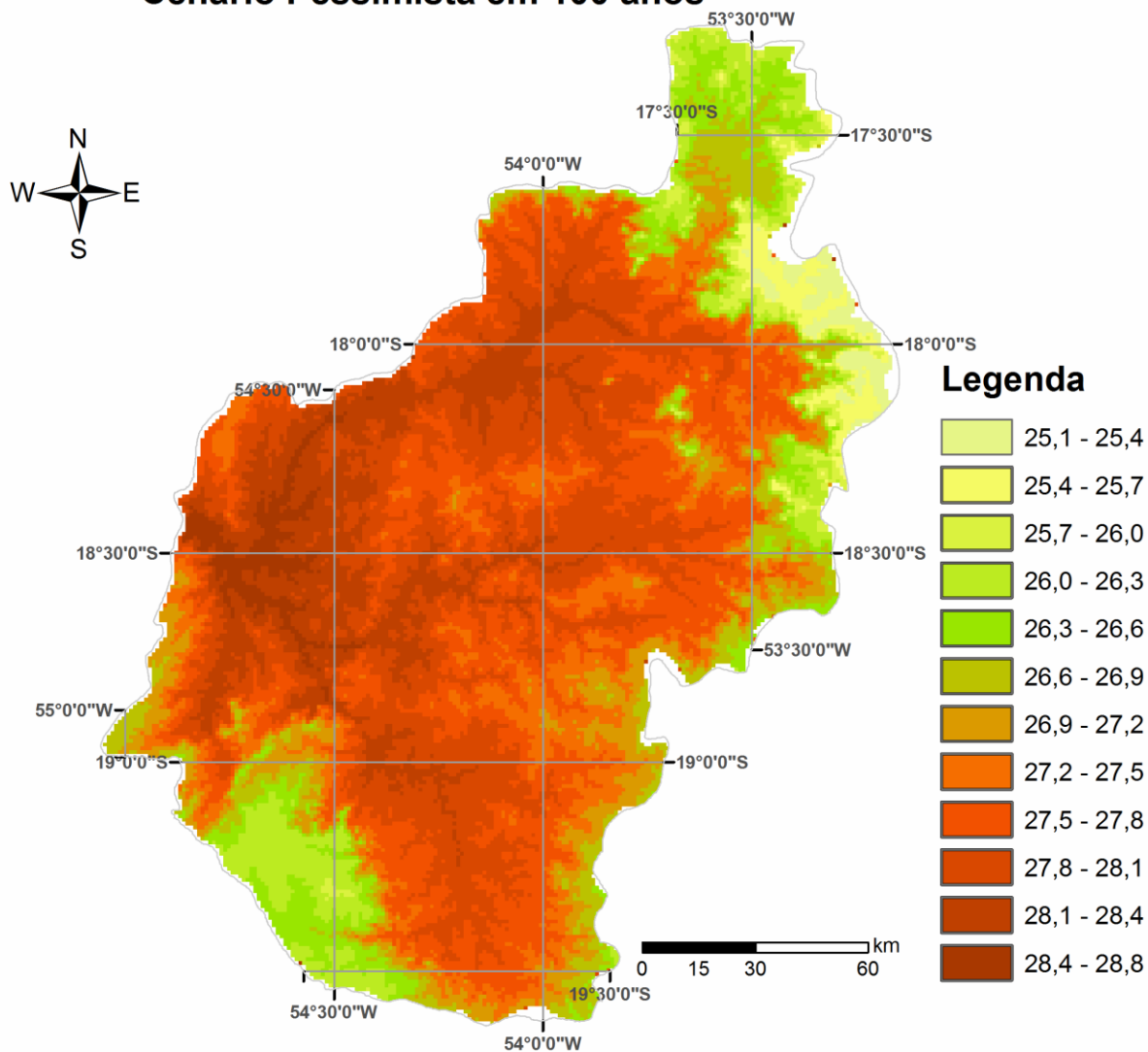


Figura 74 - Cenário pessimista da temperatura média anual da Bacia do Alto Taquari em 100 anos.

6 CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos e discutidos nos capítulos 4 e 5 é possível afirmar que:

- O TerraME é uma ferramenta eficiente na modelagem da dinâmica de efeitos de ações antrópicas como os cenários de mudanças climáticas;
- A inserção do Plugin na versão 3.2 do TerraView aumenta a capacidade de simulações por agregar dados de diferentes formatos em um único espaço celular permitindo a geração de cenários Topoclimáticos;
- Os cenários gerados por modelos dinâmicos como o TerraME são indicados para evidenciar efeitos de mudanças climáticas em bacias hidrográficas;
- As evidências de mudanças climáticas são primeiramente perceptíveis na sub-bacia do Rio Taquari;
- Em cenário pessimista a menor temperatura média anual em 2078 ultrapassa os 24,0°C na BAT, aumentando 2,0°C que induz alterações em seres vivos sensíveis a essa variação térmica;
- Em cenário pessimista a sensação térmica na condição atual mais quente passará a condição mais amena daqui a 100 anos;
- Reduções na precipitação (%15) e aumento térmico (3,0°C) no município de São Gabriel do Oeste, grande produtor de grãos na BAT induzem aumentos nas taxas evapotranspiratórias e nas mudanças na fisiologia das culturas, alterando-se o quadro agrícola atual.
- O sinal termopluvial dos prognósticos do Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC) na BAT é percebido já em 2018, principalmente nas áreas contíguas a foz do rio Taquari, acarretando problemas às atividades agrícolas atuais.

6.1 Recomendações para trabalhos futuros

Os cenários apontados na dissertação indicam que medidas devem ser tomadas para que esses prognósticos não sejam confirmados na Bacia do Alto Taquari. Acredita-se que para mitigar esse problema na BAT é necessário investigar questões como:

- Que atividades econômicas apresentam maiores taxas de poluição na BAT;
- Onde ocorrem focos de queimadas e qual a sazonalidade desses agentes poluidores;
- Qual a taxa de desmatamento e de assoreamento dos rios;
- Como está a qualidade do solo e da água nas sub-bacias da BAT;
- Qual a taxa de mudança de uso das terras e que período as pressões se intensificaram;
- Qual a correlação de aumento da população nas sub-bacias com a expansão da cana-de-açúcar no entorno da BAT;
- Que séries temporais podem ser disponibilizadas para validar as simulações apresentadas e discutidas na dissertação;
- Que limite o *sistema homem-ambiente* pode suportar determinadas mudanças de uso na BAT e seu entorno;
- Qual a geografia dos cultivos agrícolas em cenários de mudanças climáticas;
- Que indicadores evidenciam o cumprimento das leis ambientais na BAT e seu entorno;
- Que vetores de doenças e fitopatógenos apontam evidências de mudanças climáticas na região; e
- Se o processo erosivo na BAT vem sendo mitigado ou intensificado pelos avanços da cana-de-açúcar na região.

BIBLIOGRAFIA

- AGUIAR, A.P. *Modeling Land Use Change in the Brazilian Amazon: Exploring Intra-Regional Heterogeneity*. 2006. 173f. Tese (Doutorado em Sensoriamento Remoto) – National Institute of Space Research , São José dos Campos, Brazil, 2006.
- ALMEIDA, C.M. de; CAMARA, G.; MONTEIRO, M.; SOARES-FILHO, B. S.; CERQUEIRA, G. *Modelos Celulares de Dinâmicas Espaço-temporais: Aplicações em Estudos Urbanísticos*. “In”: MEIRELLES, M.S.; CAMARA, G.; ALMEIDA, C.M. *Geomática: Modelos e Aplicações Ambientais*. 1. ed. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, p. 446-496, 2007.
- ALMEIDA, C.M. *Modelagem da dinâmica espacial como uma ferramenta auxiliar ao planejamento: Simulação de mudanças de uso da terra em áreas urbanas para as cidades de Bauru e Piracicaba (SP), Brasil*. 2003. 321 p. Tese (Doutorado em Sensoriamento Remoto) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 2003.
- ALMEIDA, E.S.; PEROBELLI, F.S.; FERREIRA, P.G.C. *Existe convergência espacial da produtividade agrícola no Brasil?* Rev. Econ. Sociol. Rural, Brasília, v. 46, n. 1, 2008.
- ASSAD, E.; PINTO, H.S.; ZULLO, J. Jr.; ÁVILA, A.M.H. *Impacto das mudanças climáticas no zoneamento agroclimático do café no Brasil*. Pesquisa Agropecuária. v. 39, n.11, p. 1057-1064, 2004.
- BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. *Conservação do solo*. 3 ed. São Paulo: Ícone Editora, 355p, 1990.
- BEZ, E.T. *Procedimento de Representação de Soluções em Otimização Global: Aplicação em Modelos de Interação Espacial*. 2005. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2005.
- BÜRGI, M., HERSPERGER; A.M.; SCHNEEBERGER N. *Driving forces of landscape change: current and new directions*. Landscape Ecology. v. 19, p. 857-868, 2004.
- BURROUGH, P.; LONGLEY, P.; BATTY, M.; MCDONNELL, R. *Dynamic Modelling and Geocomputation. Geocomputation: A Primer*. London, John Wiley & Sons, 1998.
- CÂMARA, A.S.; FERREIRA, F.; CASTRO, P. *Spatial simulation modelling*. “In”: FISCHER, M.; SCHOLTEN, H.J.; UNWIN, D. *Spatial Analytical Perspectives on GIS*. 256p, 1996.
- CÂMARA, G. et al. *Representações Computacionais do Espaço: Um Diálogo entre a Geografia e a Ciência da Geoinformação*. Revista Geografia (UNESP), v. 28, n.1, p. 83-96, 2003.
- CAMARA, G.; MONTEIRO, Antonio M. *Conceitos básicos da Ciência da Geoinformação*. “In”: CAMARA, G.; DAVIS, C.; MONTEIRO, M. *Introdução à Ciência da Geoinformação*. Instituto Nacional de Pesquisa Espacial. cap. 2, 35 p, 2003.

CAMPESTRINI, H.; GUIMARÃES, A.V. *História de Mato Grosso do Sul. Campo Grande*: Instituto Histórico e Geográfico do Mato Grosso do Sul. 2002

CARNEIRO, T. *Nested-CA: a foundation for multiscale modeling of land use and land change*. 2006. 116f. Tese (Doutorado em Ciência da Computação) - National Institute of Space Research, São José dos Campos, Brazil, 2006.

DIAS, T.; CAMARA, G.; DAVIS, C. *Modelos espaço- temporais*. "In": CASANOVA, M.; CÂMARA, G.; DAVIS, C.; VINHAS, L.; QUEIROZ, G. *Banco de Dados Geográficos*. Cap.4, p.137-169, 2005.

EMBRAPA. *Aquecimento Global e a nova Geografia da Produção agrícola no Brasil*. Disponível em: <http://www.icv.org.br/w/library/embrapa_aquecimentoglobal.pdf> São Paulo, 2008.

ENGELN et al. *Using cellular automata for integrated modeling of socio-environmental systems*. Environmental Monitoring and Assessment, New York, v. 30, p. 203-214, 1995.

ESCADA, M. *Evolução de Padrões da cobertura da terra na Região centro-Norte de Rondônia*. 2003. 155p. Tese (Doutorado em Sensoriamento Remoto) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 2003.

GALDINO, S.; PADOVANI, C.R.; SORIANO, B.M.A.; VIEIRA, L.M. *Mudanças no regime hidrológico da bacia hidrográfica do Rio Taquari - Pantanal*. Corumbá: Embrapa Pantanal. Boletim de Pesquisa, n. 26, 2002.

GALDINO, S.; VIEIRA, L.M.; PELLEGRIN, L.A. *Impactos ambientais e socioeconômicos na Bacia do Rio Taquari*. Corumbá: Embrapa Pantanal. 356p, 2006.

GALDINO et al. *Perdas de solo na Bacia do Alto Taquari*. Corumbá: Embrapa Pantanal. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, n.44, 2003.

GALDINO, S. VIEIRA, L.M. SORIANO, B.M.A. *Erosão na Bacia do Alto Taquari*. Documentos 52. 2003. Corumbá, MS. Disponível em: <www.cpap.embrapa.br/publicacoes/download.php?arq_pdf=DOC52>, acesso em: 20 de junho de 2008.

GIBSON, C.; OSTROM, E.; AHN, K. *The concept of scale and the human dimensions of global change: a survey*. Ecological Economics, v. 32, n. 2, p. 217-239, 2000.

GODOY et al. *Evaluation of the Siltation of the River Taquari, Pantanal, Brasil, through 210Pb Geochronology of Floodplain Lake Sediments*. Journal of the Brazilian Chemical Society, São Paulo, v. 13, n. 1, p. 71-77, 2002.

HELLMANN, F. *Modelling Land Use Change in the, Pantanal*. 2005. 89f. Tese (Master of Science) - University and Research Centre, Wageningen, Netherlands, 2005.

IBGE. *Síntese de Indicadores Sociais*. Disponível em:<
www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/condicaoodevida/indicadoresminimos/sinteseindicadores2004>

IPCC-Intergovernmental Panel on Climate Change, "Climate Change 2007". Climate Change Impacts, Adaptation and Vulnerability. Working Group II. AR4: Summary for Policymakers, 2007.

JESUS, A. M. de. *Modelagem e Simulação de Sistemas Terrestres: Modelagem do Crescimento Populacional Logístico*. Universidade Federal de Ouro Preto. [2008]

JANSSON, T.; BAKKER, M.M.; LE MOUËL, P.; SCHIRMANN-DUCLOS, D.; VERHOOG, D.; VERKERK, P.J. *Dynamic impacts of a financial reform of the CAP on regional land use, income and overall growth*. In: 12th Congress of the European Association of Agricultural Economists – EAAE, XII, p. 1-10, 2008.

JONATHAN, M. *Classificação do Uso e Cobertura do Solo em escala regional a partir de seqüências temporais de dados MODIS*. 2005. 147p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Computação) – Universidade Estadual do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil. 2005.

KELLER, T.; JUNIOR, J. Z.; LIMA, P.S. *Análise da transição entre dias secos e chuvosos por meio da cadeia de Markov de terceira ordem*. Pesquisa Agropecuária Brasileira. v. 41, n. 9, p.1341-1349, 2006.

LAMBIN, E. *Modeling Deforestation Process: a review*. Trees Publications Series B: Research Report, Luxembourg: European Commission, n. 1, 128p, 1994.

LIMA, T.F.M. CARNEIRO, T.G.S, FARIA, S.D. *Desenvolvimento de uma Plataforma Gráfica para a Descrição de Modelos de Sistemas Ambientais*. Disponível em: <
<http://www.geoinfo.info/portuguese/geoinfo2008/artigos/p41.pdf>> Acesso em: 2008.

MARENCO, J. A. et al. *Eventos extremos em cenários regionalizados de clima no Brasil e América do Sul para o Século XXI: Projeções de clima futuro usando três modelos regionais*. "In": *Relatório Nº 5, Mudanças Climáticas Globais e Efeitos sobre a Biodiversidade - Sub projeto: Caracterização do clima atual e definição das alterações climáticas para o território brasileiro ao longo do Século XXI*. MMA/SBF/DCBio, Brasília, DF, 2007.

MARTORANO, L. G. et al. *Índices de Desempenho Ambiental na Bacia do Alto Taquari, MS: Aspectos Metodológicos*. Rio de Janeiro, EMBRAPA-CNPS, 30 p, 2002.

NEW, M.; LISTER, D.; MAKIN, I. *A high-resolution data set of surface climate over global land areas*. Climate Research. v.21, p. 1-25, 2002.

NOBRE, Carlos A., et al. *Mudanças Climáticas e Possíveis Alterações nos Biomas da América do Sul*. "In": *Mudanças Climáticas Globais e Efeitos sobre a Biodiversidade Sub-projeto: Caracterização do Clima Atual e Definição das Alterações Climáticas para o Território Brasileiro ao longo do Século XX*. Ministério do Meio Ambiente-MMA, Secretaria de Biodiversidade e Florestas-SBF, Diretoria de

Conservação da Biodiversidade-DCBio.CPTEC/INPE, IAE/CTA, São Paulo, Brasil, 2007.

PEDROSA, B.; CAMARA, G. *Modelagem Dinâmica e Geoprocessamento*. "In": DRUCK, S.; CARVALHO, M.S.; CÂMARA, G.; MONTEIRO, M. *Análise Espacial de Dados Geográficos*. Instituto Nacional de Pesquisa Espacial. Edição: EMBRAPA, Brasília, cap. 6, 39p, 2004.

PEDROSA, M.B.; CAMARA, G. *Modelagem Dinâmica e Sistemas de Informações Geográficas*. "In": MEIRELLES, M.S.; CAMARA, G.; ALMEIDA, C. *Geomática: Modelos e Aplicações Ambientais*. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica. 1 ed, p. 237-280, 2007.

PINTO, E. et al. *Modelagem de Dinâmicas Espaciais com Autômatos Celulares*. Workshop dos Cursos de Computação Aplicada do INPE; 2005; São José dos Campos (SP), 2006.

RENNÓ, C. D. *Construção de um Sistema de análise e simulação hidrológica: aplicação a Bacias Hidrográficas*. INPE. São José dos Campos, 158p, 2004.

RODRIGUES, H.; SOARES-FILHO, B.; COSTA, W. *Dinamica EGO, uma plataforma para modelagem de sistemas ambientais*. Anais XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Florianópolis (SC), p. 3089-3096, 2007.

SILVA, J. dos S. Vila da. *Análise multivariada em zoneamento para planejamento ambiental; estudo de caso: bacia hidrográfica do alto rio Taquari MS/MT*. 2003. 338f. Tese (Doutorado em Engenharia) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Agrícola. Campinas, SP, 2003.

SOARES-FILHO, B. *Modelagem da Dinâmica de uma região de fronteira de colonização amazônica*. 1998. 299 p. Tese (Doutorado) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo. 1998.

SOARES-FILHO, B.; CERQUEIRA, G.; PENNACHIN, C. *DINAMICA: a stochastic cellular automata model designed to simulate the landscape dynamics in an Amazonian colonization frontier*. Ecological Modelling, v. 154, p. 217-235, 2002.

STRECK, N.A.; ALBERTO, C.M. *Simulação do impacto da mudança climática sobre a água disponível do solo em agroecossistemas de trigo, soja e milho em Santa Maria, RS*. Ciência Rural, Santa Maria, v.36, n.2, p.424-433, 2006.

TEIXEIRA, L.M. et al. *Projeção da dinâmica da floresta natural de Terra-firme, região de Manaus-AM, com o uso da cadeia de transição probabilística de Markov*. v. 37, n. 3, p. 377-384, 2007.

TerraView. Versão 3.2.0. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais: INPE-DPI. O aplicativo Disponível em: <http://www.dpi.inpe.br/terraview>. Acesso em: fevereiro de 2008.

TUCCI, C.E.M. *Bacias brasileiras do rio da Prata: Avaliações e propostas*. Outubro de 2001. Relatório da Agencia Nacional de Águas (ANA), 102p. 2001.

ULLMAN, E.L. Amenities as a Factor in Regional Growth. *American Geographical Society*, v. 44, n. 1, p. 119-132, 1954. Disponível em: <<http://www.jstor.org/stable/211789>>

VELDKAMP, T.; FRESCO, L.O. *CLUE-CR*: an integrated multi-scale model to simulate land use change scenarios in Costa Rica. *Ecological Modelling*. v. 91, p. 231-248, 1996.

VELDKAMP, T.; LAMBIN, E. *Predicting land-use change*. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. v. 85, p. 1-6, 2001.

VERBURG, P. et al. *Modeling the Spatial Dynamics of Regional Land Use: The CLUE-S Model*. *Environmental Management*. v. 30, n. 3, p. 391-405, 2002.

VERBURG, P.; SCHOT, P.; DIJST, M.; VELDKAMP, T. *Land Use change modelling: current practice and research priorities*. *GeoJournal*. v. 61, p. 309-324, 2004.

VERBURG, P.; VELDKAMP, T.; FRESCO, L.O. *Simulation of changes in the spatial pattern of land use in China*. *Applied Geography*. v. 19, p. 211-233, 1999.

VINHAS, L.; FERREIRA, K. *Descrição da TerraLib*. "In": CASANOVA, M.; CÂMARA, G.; DAVIS, C.; VINHAS, L.; QUEIROZ, G. *Banco de Dados Geográficos*. Cap.12, p. 383-426, 2005.