

## SUMÁRIO EXECUTIVO

# Avaliação da demanda energética na Agricultura Irrigada para apoio na condução de políticas públicas do planejamento setorial





## SUMÁRIO EXECUTIVO

# Avaliação da demanda energética na Agricultura Irrigada para apoio na condução de políticas públicas do planejamento setorial





## CONFEDERAÇÃO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA DO BRASIL – CNA

### *Diretoria Executiva*

**João Martins da Silva Junior**  
*Presidente*

**José Mario Schreiner**  
*1º Vice-Presidente*

**Gedeão Silveira Pereira**  
*2º Vice-Presidente*

**José Zeferino Pedrozo**  
*1º Vice-Presidente de Finanças*

**Muni Lourenço Silva Júnior**  
*1º Vice-Presidente de Finanças*

**Mário Antônio Pereira Borba**  
*1º Vice-Presidente de Secretaria*

**Júlio da Silva Rocha Júnior**  
*2º Vice-Presidente de Secretaria*

### *Coordenação Técnica do Projeto*

**Bruno Barcelos Lucchi**  
*Diretor Técnico*

**Maciel Aleomir da Silva**  
*Diretor Técnico Adjunto*

**David Marcelino Almeida Schmidt**  
*Presidente da Comissão Nacional de Irrigação*

**Cassio de Oliveira Leme**  
*Vice-Presidente da Comissão Nacional de Irrigação*

**Nelson Ananias Filho**  
*Coordenador de Sustentabilidade*

**Jordana Gabriel Sara Girardello**  
*Assessora Técnica*



## NEIRU

*Agente Técnico*

### **Coordenação do contrato**

Prof. Dr. Afonso Henriques Moreira Santos

### **Coordenadora pela Universidade Federal de Itajubá**

Prof<sup>a</sup>. Dra. Ana Paula Moni Silva

### **Coordenação do NEIRU**

Prof. Dr. Roberto Alves de Almeida

### **Equipe técnica e administrativa**

Prof. Dr. Eduardo Crestana Guardia

Eng. Ambiental Bárbara Karoline Flauzino, MSc.

Eng. Eletricista Ricardo Alexandre Passos da Cruz, MSc.

Eng. Hídrica Marlene Nazaré Ribeiro, MSc.

Felipe de Andrade Drumond, Estagiário de Engenharia Ambiental



O NEIRU é o Núcleo de Pesquisa e Extensão do Instituto de Recursos Naturais da UNIFEI, que atua no desenvolvimento de projetos na área de energia, meio ambiente, planejamento territorial e resiliência urbana, fornecendo suporte para a operacionalização de ações governamentais, com o intuito de criar políticas públicas voltadas à replicação de boas práticas.

#### **Contratante: Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil e Instituto CNA**

SGAN Quadra 601, Módulo K - Ed. Antônio Ernesto de Salvo, Brasília - Distrito Federal  
CEP: 70830-903  
Telefone: (61) 2109-1400 e (61) 2109-1449  
[www.cnabrasil.org.br](http://www.cnabrasil.org.br)

#### **Fundação de Pesquisa e Assessoramento a Indústria - FUPAI**

R. Dr. Xavier Lisboa, 27, Centro, Itajubá - MG.  
CEP: 37501-042  
Telefone: (35) 3629-3500 - Fax: (35) 3622-0107  
[www.fupai.com.br](http://www.fupai.com.br)

#### **Universidade Federal de Itajubá - UNIFEI**

Av. BPS, 1303, bairro Pinheirinho, Itajubá-MG  
Telefone: (35) 3629-1101 - Fax: (35) 3622-3596  
Caixa Postal: 50 - CEP: 37500 903  
[www.unifei.edu.br](http://www.unifei.edu.br)

#### **Núcleo Estratégico Interdisciplinar em Resiliência Urbana - NEIRU**

Bloco L8 - Instituto de Recursos Naturais  
Universidade Federal de Itajubá - Campus Prof. José Rodrigues Seabra  
Telefone: (35) 3629-1898  
[www.neiruoficial.com](http://www.neiruoficial.com)



# APRESENTAÇÃO

O Sumário Executivo do Estudo de Avaliação da Demanda Energética na Agricultura Irrigada para Apoio na Condução de Políticas Públicas no Planejamento Setorial foi desenvolvido a partir do Contrato nº 055/2024, firmado em 19/06/2024 entre a Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil (CNA) e a Fundação de Pesquisa e Assessoramento à Indústria (FUPAI). A elaboração do documento contou com a Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI) como instituição executora.

O Estudo de Avaliação da Demanda Energética na Agricultura Irrigada visa mensurar as necessidades eletroenergéticas para a operacionalização e a expansão sustentável da agricultura irrigada no país. Desse modo, foi composto o diagnóstico do cenário eletroenergético da agricultura irrigada no país, em 2022, contemplando tanto os levantamentos da demanda eletroenergética total da irrigação e da demanda equivalente eletroenergética dos sistemas de irrigação no Brasil quanto a análise de indicadores de confiabilidade e qualidade de energia nos sistemas agrícolas irrigados. O estudo avaliou, também, o histórico de políticas públicas e setoriais de energia, procurando identificar a existência de relação entre a evolução da área irrigada e a condução de políticas públicas. Por fim, realizou-se a projeção da demanda equivalente eletroenergética da irrigação até 2040, com proposição de estratégias políticas e setoriais para atendimento de forma sustentável e eficiente.

Os resultados obtidos não apenas oferecem uma visão clara da situação eletroenergética atual da irrigação no Brasil, mas operam, ainda, como ferramentas valiosas para a análise de futuras expansões. Nesse sentido, indicam as regiões com potencial para o aumento da irrigação, apontando, também, as áreas que necessitam de investimentos adicionais em energia elétrica para suportar esse crescimento.



# SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>Introdução</b>	<b>10</b>
<b>2</b>	<b>Diagnóstico do atendimento eletroenergético em 2022</b>	<b>12</b>
2.1	Demanda eletroenergética para irrigação em 2022	12
2.2	Demanda equivalente eletroenergética para irrigação em 2022	15
2.3	Regiões críticas de atendimento eletroenergético para irrigação em 2022	19
2.4	Qualidade dos serviços de distribuição de energia elétrica para irrigação em 2022	22
2.4.1	Índice de Adensamento Rural (IAR)	23
2.4.2	Energia Não Suprida (ENS)	26
<b>3</b>	<b>Projeção da demanda eletroenergética para irrigação em 2040</b>	<b>51</b>
3.1	Demanda equivalente eletroenergética para irrigação em 2040	51
3.2	Regiões críticas de atendimento eletroenergético para irrigação em 2040	55
3.3	Análise da viabilidade da eletrificação para atendimento da demanda futura da irrigação	58
<b>4</b>	<b>Diagnóstico e projeção da demanda eletroenergética nos Polos de Agricultura Irrigada</b>	<b>60</b>
<b>5</b>	<b>Estratégia política e setorial para o atendimento da demanda</b>	<b>70</b>
5.1	Procedimentos de distribuição de energia elétrica no sistema elétrico nacional – PRODIST, no módulo 2 – planejamento da expansão do sistema de distribuição	70
5.2	Plano Nacional de Irrigação	74
5.3	Articulação do setor irrigante com agentes do setor elétrico	75
<b>6</b>	<b>Considerações finais</b>	<b>77</b>
<b>7</b>	<b>Referências bibliográficas</b>	<b>79</b>



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1.	Diagrama geral da metodologia adotada para a realização do estudo	11
Figura 2.	Densidade da demanda eletroenergética da Agricultura Irrigada nas cinco regiões brasileiras em 2022	13
Figura 3.	Densidade da demanda equivalente eletroenergética para a Agricultura Irrigada nas cinco regiões brasileiras em 2022	16
Figura 4.	Áreas com os maiores déficits potenciais de energia elétrica para irrigação nas regiões sudeste, centro-oeste e nordeste em 2022	20
Figura 5.	Áreas com os maiores déficits potenciais de energia elétrica para irrigação nas regiões sul e norte em 2022	21
Figura 6.	Índice de Adensamento Rural (IAR) que avalia a disponibilidade de estrutura elétrica de média tensão	24
Figura 7.	ENS em média tensão nos estados brasileiros com dados disponíveis na BDGD	27
Figura 8.	ENS em baixa tensão nos estados brasileiros com dados disponíveis na BDGD	38
Figura 9.	Estimativa da densidade de potência elétrica equivalente demandada para a Agricultura Irrigada nas regiões brasileiras em 2040	51
Figura 10.	Áreas com os maiores déficits potenciais futuros de energia elétrica para irrigação nas cinco regiões brasileiras	55
Figura 11.	Densidade da demanda eletroenergética 2022, da demanda equivalente eletroenergética 2022 e da demanda equivalente eletroenergética 2040 para o polos do Vale do Rio Araguaia, Planalto Central de Goiás, Vale do Paranã e Araguaia-Xingu	62
Figura 12.	Densidade da demanda eletroenergética 2022, da demanda equivalente eletroenergética 2022 e da demanda equivalente eletroenergética 2040 para o polos do médio norte do Mato Grosso, Sul do Mato Grosso, Noroeste Gaúcho e Bacia do Rio Santa Maria	64
Figura 13.	Densidade da demanda eletroenergética 2022, da demanda equivalente eletroenergética 2022 e da demanda equivalente eletroenergética 2040 para o polos Centro Sul do Mato Grosso do Sul, Sudoeste do Tocantins, Sudoeste Paulista e Sudoeste de Minas Gerais	66
Figura 14.	Densidade da demanda eletroenergética 2022, da demanda equivalente eletroenergética 2022 e da demanda equivalente eletroenergética 2040 para o polos Norte Capixaba, Oestes Potiguar, Oeste da Bahia e Ibiapaba	68

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1.	Dados para análise da viabilidade da eletrificação da demanda futura de energia da irrigação	59
Tabela 2.	Demanda eletroenergética em 2022, Demanda equivalente eletroenergética em 2022 e Demanda equivalente eletroenergética 2040 para 16 Polos de Agricultura Irrigada	61
Tabela 3.	Contribuições para o aprimoramento do PRODIST	70



# 1. INTRODUÇÃO

A irrigação desempenha um papel crucial na agricultura, especialmente em regiões com boa aptidão para a produção agrícola, mas que enfrentam baixa precipitação ou, ainda, estiagens prolongadas, como em várias regiões do Brasil. Com a crescente demanda por alimentos e a pressão das mudanças climáticas, a eficiência na produção agrícola se torna uma prioridade. Nesse contexto, a energia elétrica emerge como fator essencial para a operação de sistemas de irrigação, influenciando não apenas a produtividade das culturas, mas, também, a sustentabilidade econômica e ambiental das atividades agrícolas.

A irrigação moderna depende de tecnologias que, muitas vezes, requerem energia elétrica para bombear, distribuir e monitorar a água e o solo. Sistemas de irrigação automatizados e controlados por tecnologias de precisão têm-se mostrado eficazes na otimização do uso da água, mas a implementação e a operação estão intimamente ligadas à disponibilidade e ao custo da energia elétrica. Portanto, o desenvolvimento de políticas públicas voltadas para a irrigação deve considerar a integração de soluções energéticas, que assegurem a viabilidade e a sustentabilidade das práticas de irrigação. Entretanto, há diversos desafios a serem superados na realidade brasileira. A primeira questão é a disponibilidade de energia elétrica nas áreas rurais, onde a grande maioria dos agricultores operam. Em geral, a infraestrutura energética apresenta-se como insuficiente ou inadequada, limitando o acesso a fontes confiáveis de eletricidade. Além disso, é possível que o custo da energia seja um fator limitante, especialmente para pequenos e médios produtores, os quais podem não ter capacidade financeira para arcar com tarifas elevadas. Essa situação leva ao uso de fontes alternativas de energia, como geradores a diesel, que, embora sejam uma solução imediata, não são sustentáveis a longo prazo e têm impactos ambientais significativos. Outro desafio é a variabilidade da oferta de energia, passível de ser afetada por fatores climáticos e operacionais, resultando em interrupções que prejudicam o funcionamento dos sistemas de irrigação e afetam a produtividade de alimentos.

Nesse contexto, a elaboração do presente estudo, o qual auxilia a mensuração das necessidades eletroenergéticas para operacionalização e expansão sustentável da agricultura irrigada no país, é uma das etapas para posterior proposição de políticas públicas ao setor de irrigação.

O trabalho foi desenvolvido tendo como base o estudo elaborado pela Escola Superior de Agricultura Luís de Queiroz intitulado “Análise Territorial para o Desenvolvimento da Agricultura Irrigada no Brasil – Plano de Ação Imediata da Agricultura Irrigada no Brasil para o período 2020-2023” e a Base de Dados Geográficos da Distribuidora (BDGD), considerando-se o ano de 2022, por ser o último período com informações completas e disponíveis no momento em que a análise foi iniciada, da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), bem como o Atlas Irrigação – Uso da Água na Agricultura Irrigada, da Agência Nacional de Águas (ANA). Para calibrar o modelo elaborado, foram utilizados dados de cerca de 6 mil pivôs centrais localizados em todo território nacional. Na Figura 1 é apresentado o diagrama geral da metodologia adotada.

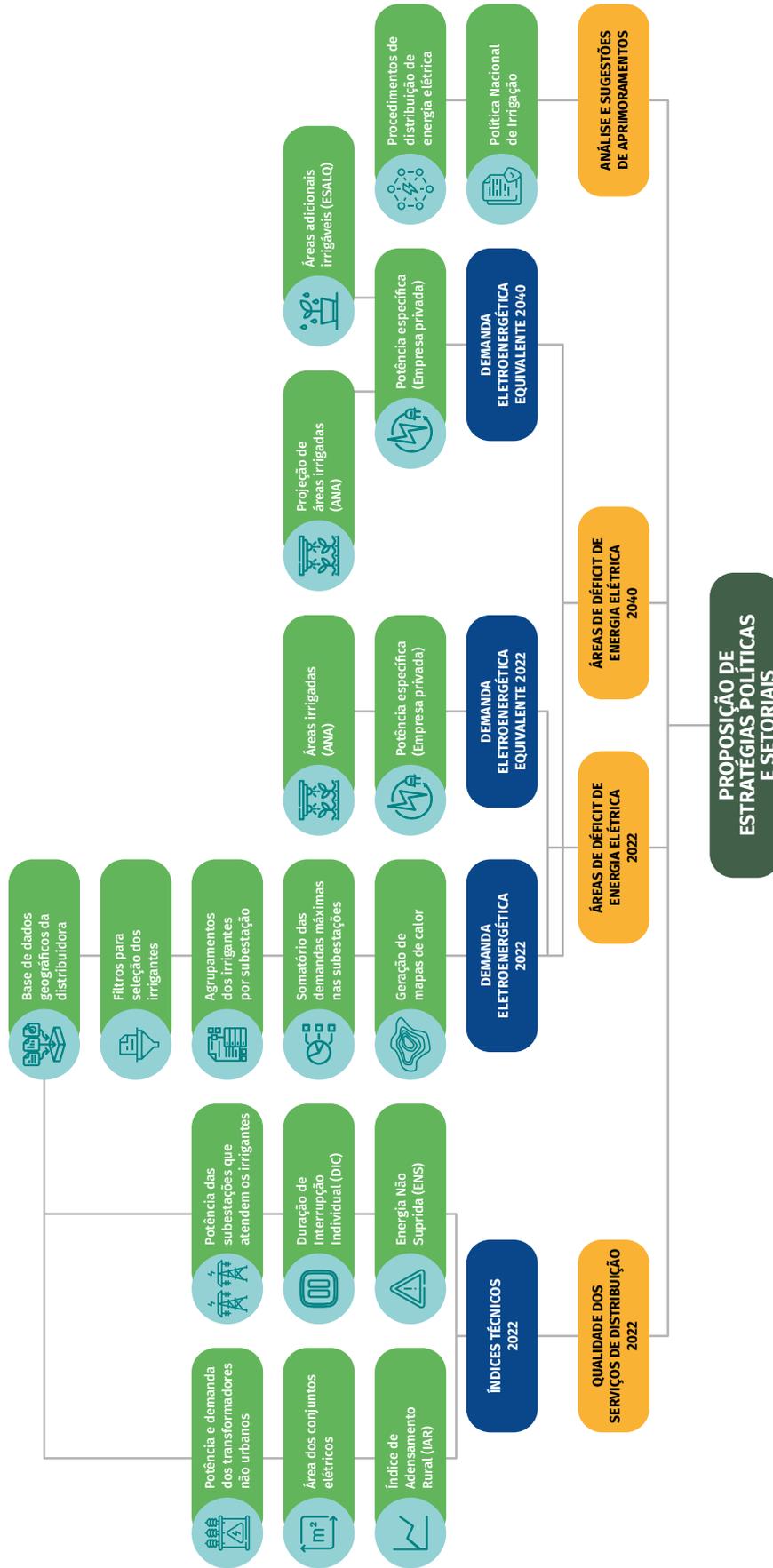


Figura 1 – Diagrama geral da metodologia adotada para a realização do estudo.



## 2. DIAGNÓSTICO DO ATENDIMENTO ELETROENERGÉTICO EM 2022

### 2.1 DEMANDA ELETROENERGÉTICA PARA IRRIGAÇÃO EM 2022

Atualmente, não há um banco de dados específico, de abrangência nacional, com a localização georreferenciada dos irrigantes, tampouco a classificação dos recursos energéticos utilizados para os sistemas de irrigação. Nesse contexto, foi desenvolvida metodologia, baseada, principalmente, nos dados disponíveis na BDGD, para identificar as regiões com maiores densidades de carga elétrica (demanda) associadas aos sistemas de irrigação. Na Figura 1, é ilustrada a metodologia adotada, cuja abordagem buscou o desenvolvimento de métodos e modelos em base georreferenciada, permitindo, assim, que as análises realizadas tivessem o caráter espacial.

Como resultados, foram elaborados mapas de calor, baseados em escala de cores, representando espacialmente as cinco regiões brasileiras (Figura 2) quanto à demanda atual da potência elétrica (ano 2022), que atende as unidades consumidoras irrigantes de baixa e média tensão, tanto de culturas temporárias como permanentes.

As regiões Sudeste e Sul destacaram-se com áreas de maiores densidades de demanda elétrica para a agricultura irrigada. No Sudeste, as demandas em média tensão estão situadas em grande parte do oeste de Minas Gerais, estendendo-se até a fronteira com o estado de São Paulo, que apresenta, também, uma região de destaque mais ao sul, próximo à divisa com o Paraná. Para a baixa tensão, observam-se maiores densidades de cargas (demandas) nas subestações localizadas no sul e no norte dos estados de São Paulo e do Espírito Santo, em sua maior parte. Na Região Sul, sobressaem-se as regiões oeste do Rio Grande do Sul e sul do Paraná, sendo as maiores demandas em média tensão associadas ao estado gaúcho, e em baixa tensão ao estado paranaense. Na Região Centro-Oeste, as maiores demandas concentram-se no noroeste e no centro-sul de Mato Grosso, onde predominam pivôs centrais para irrigação de culturas temporárias como soja, milho, feijão e algodão. Assumem relevo, ainda, o centro e o leste de Goiás e o sul de Mato Grosso do Sul, com irrigação voltada para culturas como a cana-de-açúcar.

De forma geral, foi constatada uma forte correlação entre o tipo de abastecimento de energia e as necessidades de irrigação, com a energia em baixa tensão sendo crucial para sistemas de irrigação localizada, enquanto a média tensão foi mais utilizada em pivôs centrais e sistemas por inundação.

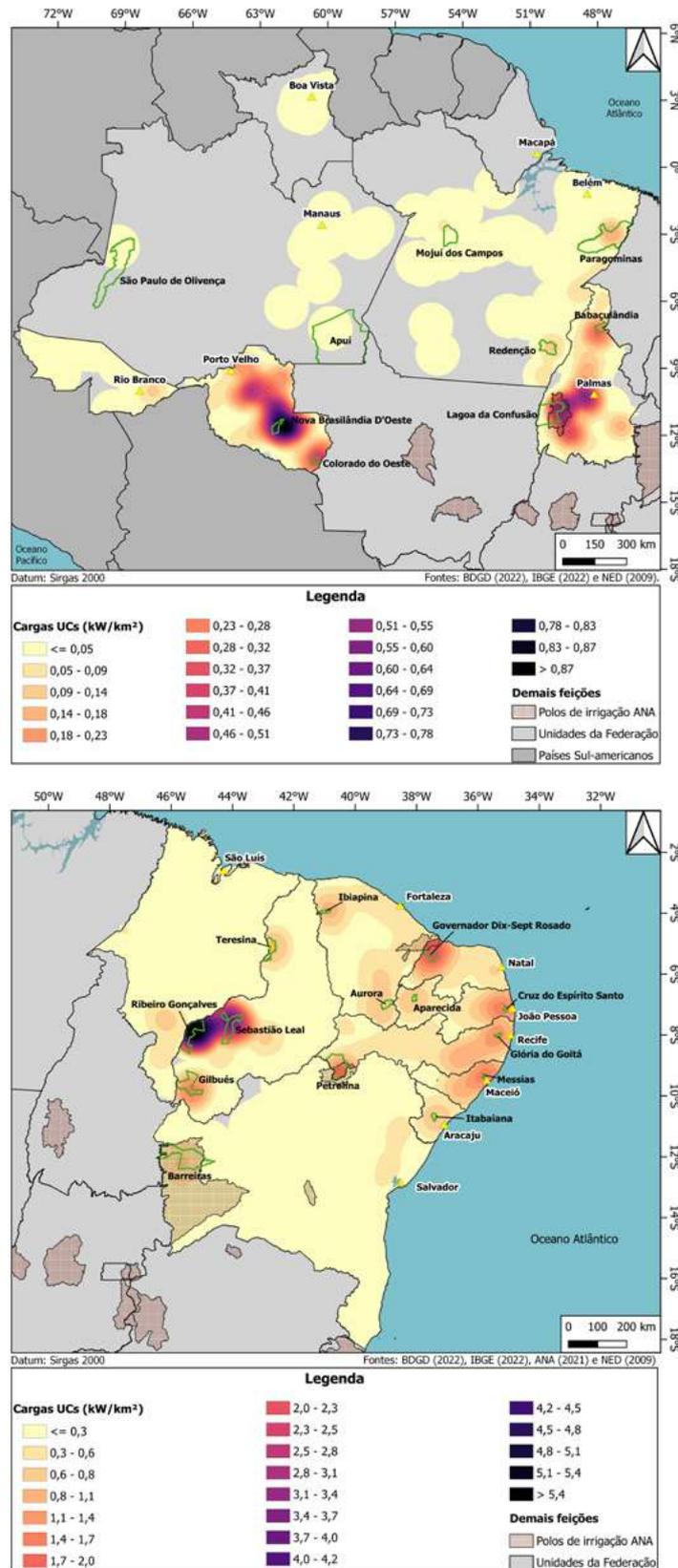


Figura 2 – Densidade da demanda eletroenergética da agricultura irrigada nas cinco regiões brasileiras em 2022.

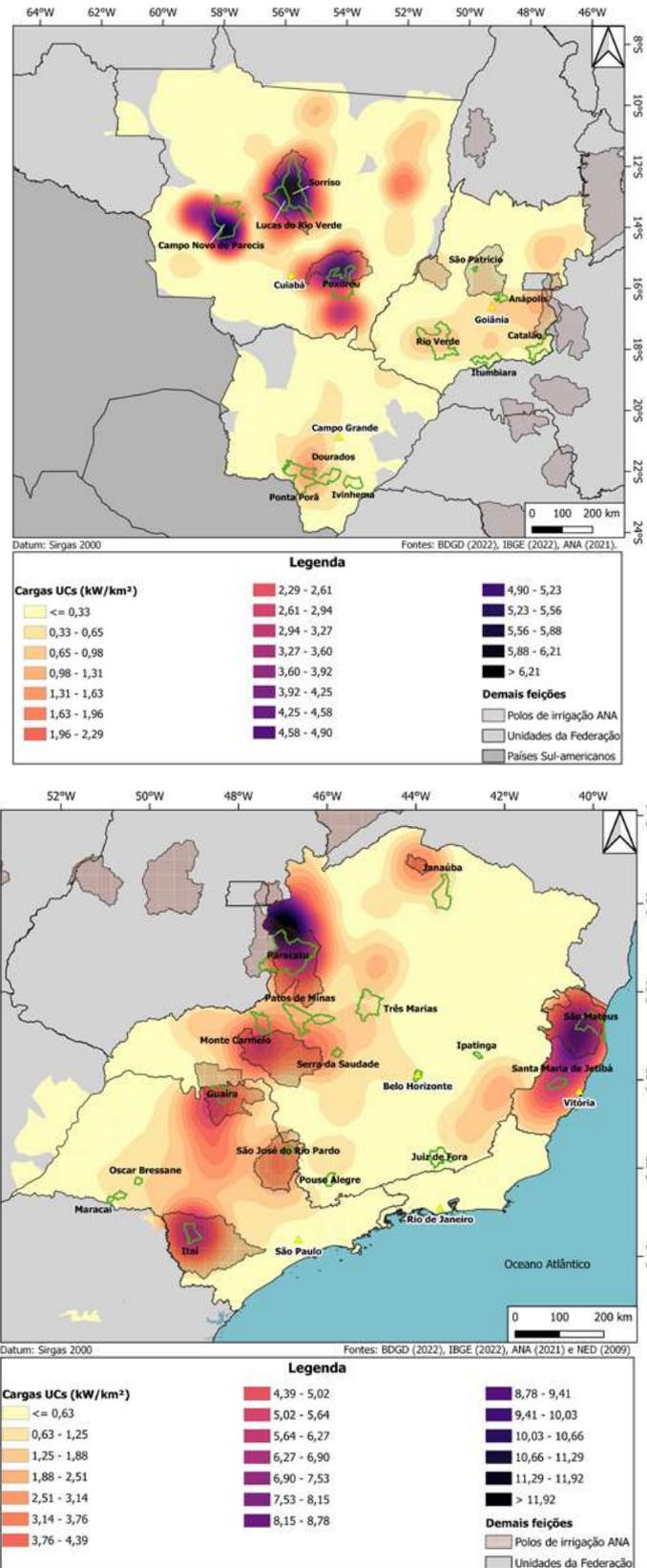


Figura 2 (cont.) – Densidade da demanda eletroenergética da agricultura irrigada nas cinco regiões brasileiras em 2022.

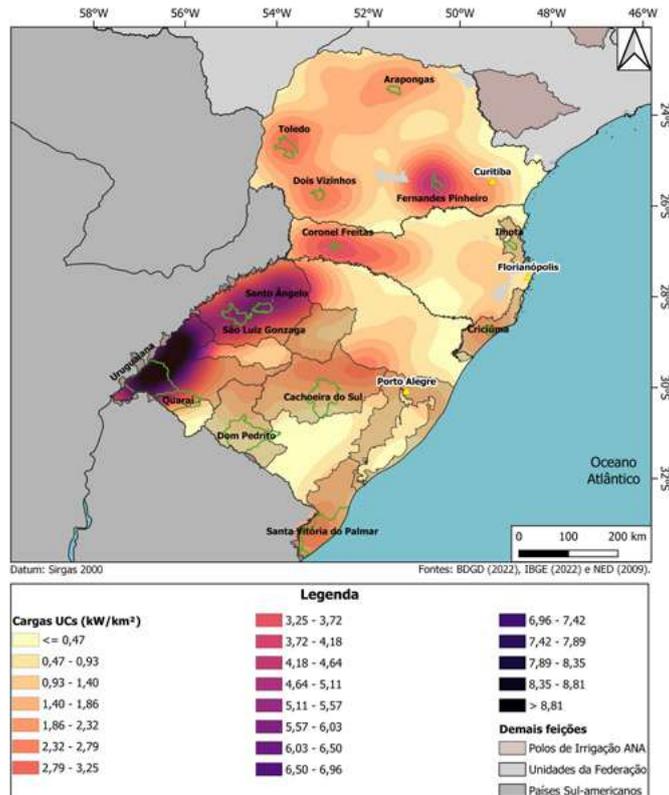


Figura 2 (cont.) – Densidade da demanda eletroenergética da agricultura irrigada nas cinco regiões brasileiras em 2022.

## 2.2 DEMANDA EQUIVALENTE ELETROENERGÉTICA PARA IRRIGAÇÃO EM 2022

O diagnóstico da demanda equivalente eletroenergética considerou o atendimento elétrico de toda a área irrigada identificada com base no Atlas da Irrigação (ANA, 2021). A metodologia desenvolvida associou as áreas agrícolas por município (conforme dados da ESALQ, 2020) a um coeficiente denominado potência específica (kW/ha). Esse coeficiente foi calculado com base em informações fornecidas por uma empresa, a qual gerencia pivôs de irrigação no Brasil e que disponibilizou uma lista contendo 2.466 registros de cerca de 6.700 sistemas de irrigação por pivô em 2024.

Os resultados para as cinco regiões brasileiras, apresentados espacialmente também em mapas de calor, conforme ilustra a Figura 3, evidenciam a formação de núcleos de alta demanda, especialmente nas regiões Sudeste e Sul. Na primeira, verifica-se que alguns polos de irrigação apresentam uma demanda expressiva, como é o caso das regiões norte, nordeste e Mogiana do estado de São Paulo. Em Minas Gerais, três áreas agrícolas destacam-se pela demanda, Triângulo Mineiro, Paracatu e região de Janaúba. No Espírito Santo, a região que apresenta a maior demanda é o setor norte do estado. Já no Sul do país, sobressai-se, especialmente, o estado do Rio Grande do Sul, nas regiões dos polos agrícolas. Em Santa Catarina, as áreas do sul, leste e parte do Vale (de Santa Catarina) também apresentam uma demanda significativa de energia. Da mesma forma, o setor norte do Paraná, na divisa com o estado de São Paulo, destaca-se, igualmente.

Na Região Centro-Oeste, são mostrados alguns núcleos importantes de demanda equivalente eletroenergética para irrigação no sul de Mato Grosso do Sul e no sul de Goiás, além



de áreas no centro-sul de Mato Grosso, com demanda menor. Observa-se que as maiores demandas equivalentes não estão localizadas nos polos agrícolas.

Na Região Nordeste, a área com a maior demanda equivalente de energia elétrica para a agricultura está localizada próxima a Maceió, capital de Alagoas. Outras regiões com demanda significativa, embora menor, incluem os Polos de Agricultura Irrigada, como o extremo oeste da Bahia e a área do reservatório de Sobradinho, na divisa com Pernambuco.

Para a Região Norte, o Polo de Agricultura Irrigada do Sudoeste do Tocantins destaca-se por apresentar a maior demanda equivalente de energia elétrica para a irrigação. Em algumas áreas mais remotas, como a região de Nova Brasilândia D'Oeste, Paragominas e Palmas, é possível identificar núcleos de demanda, embora menores do que no polo agrícola tocantinense.

De forma geral, as áreas pertencentes aos Polos de Agricultura Irrigada sobressaem-se, em todo o território brasileiro, justamente por se caracterizarem como regiões com alta demanda de energia elétrica para irrigação e fertirrigação.

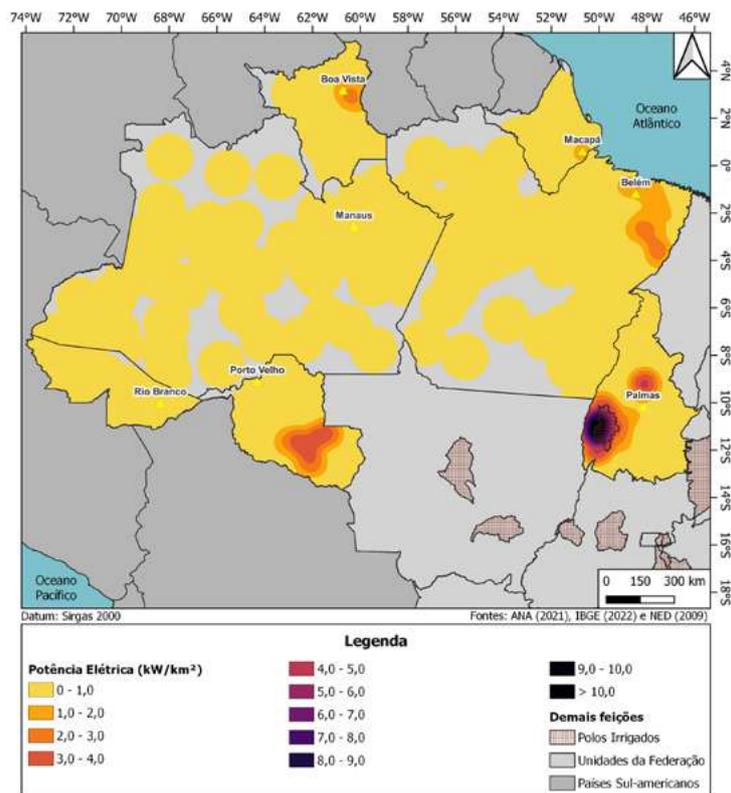


Figura 3 – Densidade da demanda equivalente eletroenergética para a agricultura irrigada nas cinco regiões brasileiras em 2022.

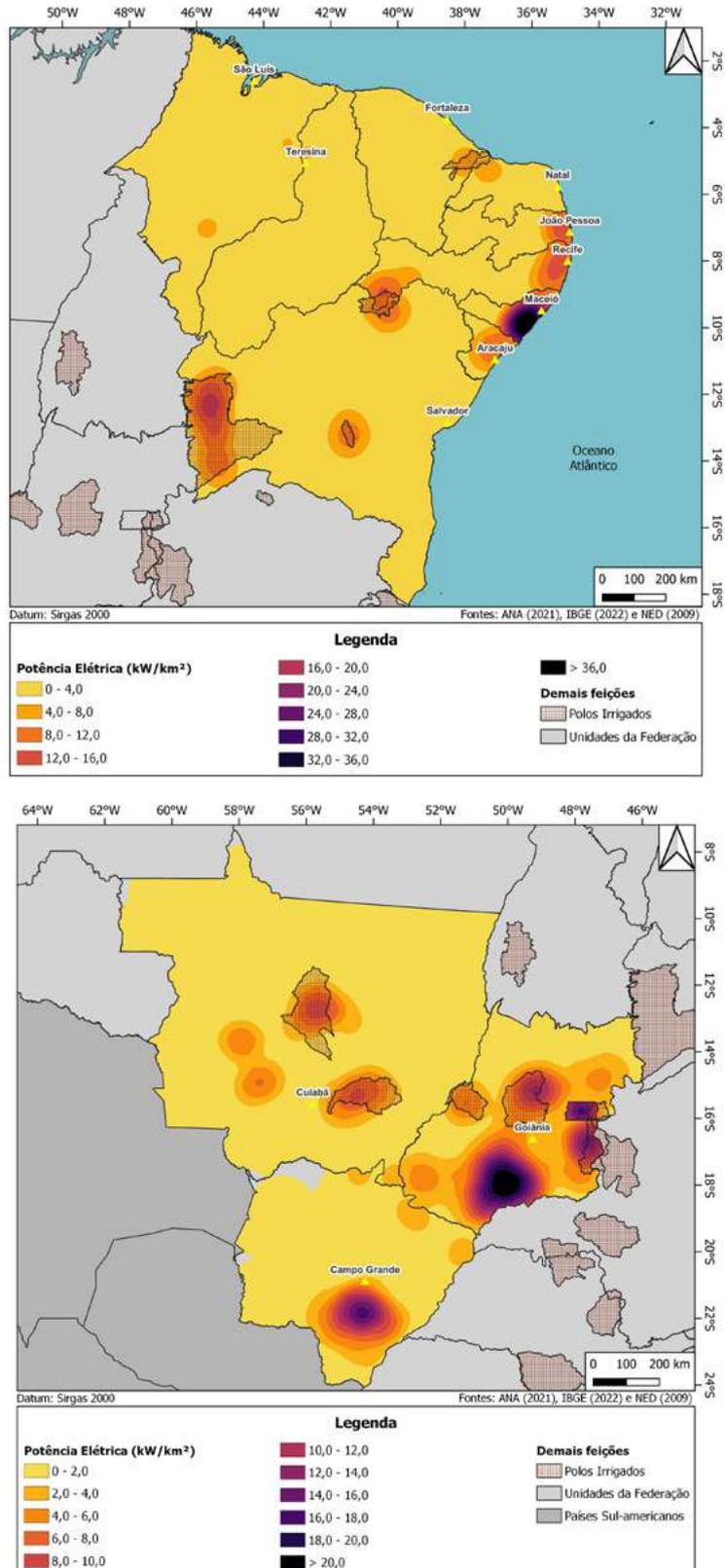


Figura 3 (cont.) – Densidade da demanda equivalente eletroenergética para a agricultura irrigada nas cinco regiões brasileiras em 2022.

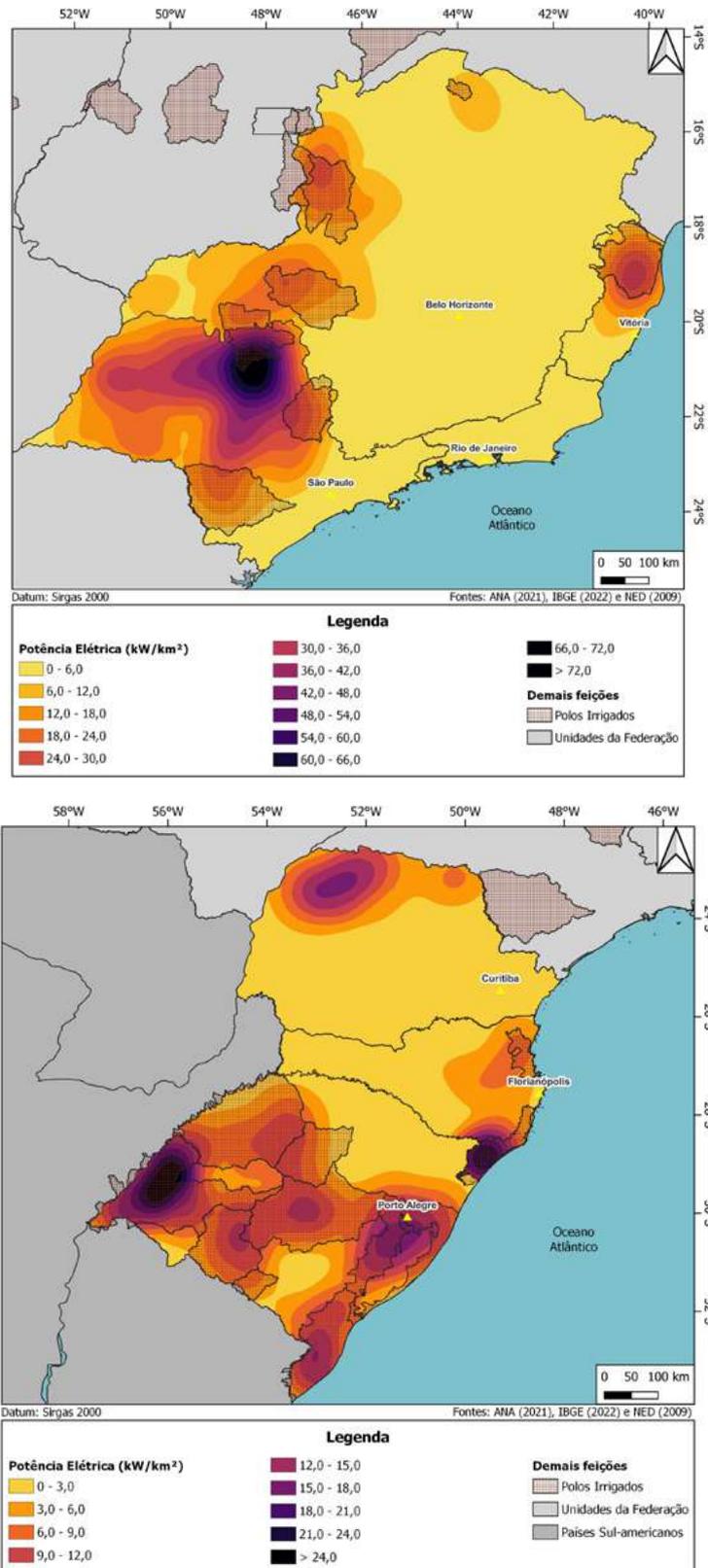


Figura 3 (cont.) – Densidade da demanda equivalente eletroenergética para a agricultura irrigada nas cinco regiões brasileiras em 2022.



É importante destacar que a maturidade alcançada, ao longo do desenvolvimento deste estudo, permitiu avaliar que a demanda equivalente eletroenergética estimada tem uma sobrestimação intrínseca, pois não se considerou a diversidade entre os plantios e a taxa efetiva de ocupação do território por irrigação. Portanto, esses resultados devem ser interpretados mais de forma qualitativa do que quantitativa.

## 2.3 REGIÕES CRÍTICAS DE ATENDIMENTO ELETROENERGÉTICO PARA IRRIGAÇÃO EM 2022

Com a elaboração dos mapas de calor da demanda eletroenergética (atendimento efetivo das áreas irrigadas com energia elétrica) e da demanda equivalente eletroenergética (a qual considera o uso de energia elétrica em toda área irrigada), foi levantado, por meio de álgebra de mapas, o mapa de calor do déficit de suprimento de energia elétrica para irrigação, possibilitando, desse modo, identificar as regiões mais críticas de atendimento eletroenergético em 2022 (Figura 1).

Os resultados apresentados espacialmente na Figura 4 ressaltam as regiões de maior déficit (delimitadas a 10% do déficit total de cada Estado). A Região Sudeste se sobressai como a mais deficitária, na qual o estado de São Paulo concentra quase 60% do total, sendo que os maiores déficits ocorrem na região entre os municípios de Guaíra e São José do Rio Pardo, onde atesta-se a predominância da irrigação culturas temporárias por pivôs centrais. Já nas regiões Centro-Oeste e Nordeste, destacam-se, respectivamente, os estados de Goiás e da Bahia, que respondem por cerca de 50% do total de cada uma. No primeiro, os maiores déficits estão na região entre Rio Verde e Itumbiara, em que há a predominância da irrigação de cana-de-açúcar e outras culturas temporárias por pivôs centrais. Já na Bahia os maiores déficits ocorrem exatamente nas regiões dos Polos de Agricultura Irrigada Oeste da Bahia, Mucugê/Ibicoara e Petrolina/Juazeiro. Na Figura 5, em quarto lugar, coloca-se a Região Sul, sendo que o estado do Rio Grande do Sul possui mais de 55% desse total, alocado em três regiões do estado: porção sudoeste, próximo ao município de Uruguaiana onde se localiza o polo Quaraí/Ibicuí/Icamaquã; Santa Vitória do Palmar, no seu extremo sul; e nas proximidades da capital Porto Alegre. Nas duas primeiras regiões, a irrigação é largamente utilizada para o cultivo do arroz por inundações. Por fim, na Região Norte, assume relevância o estado do Tocantins com o seu déficit alocado na região sudoeste, próximo ao município de Lagoa da Confusão, no polo Javaês /Formoso, cuja área tem predominância do cultivo de arroz inundado e culturas temporárias por pivôs centrais.

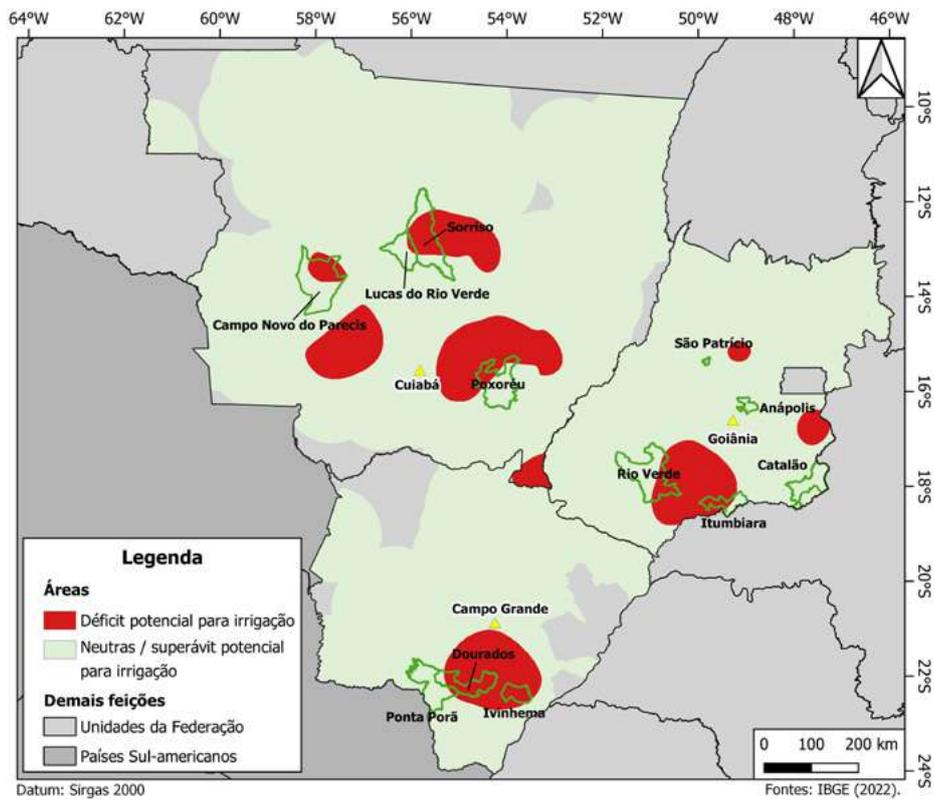
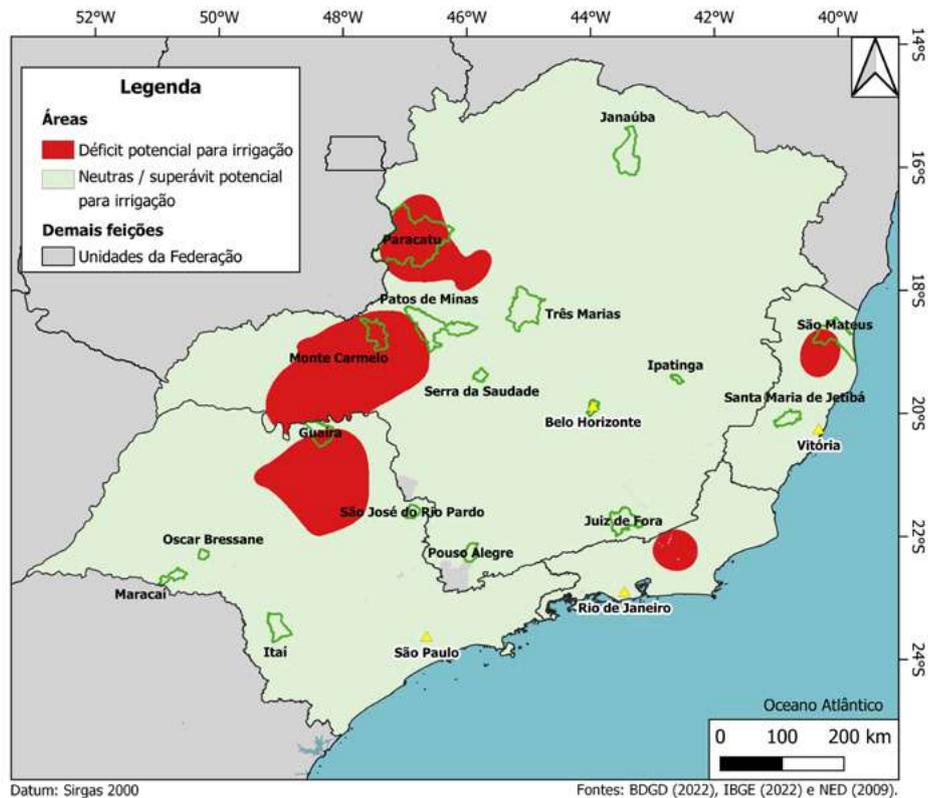


Figura 4 – Áreas com os maiores déficits potenciais de energia elétrica para irrigação nas regiões Sudeste, Centro-Oeste e Nordeste em 2022.

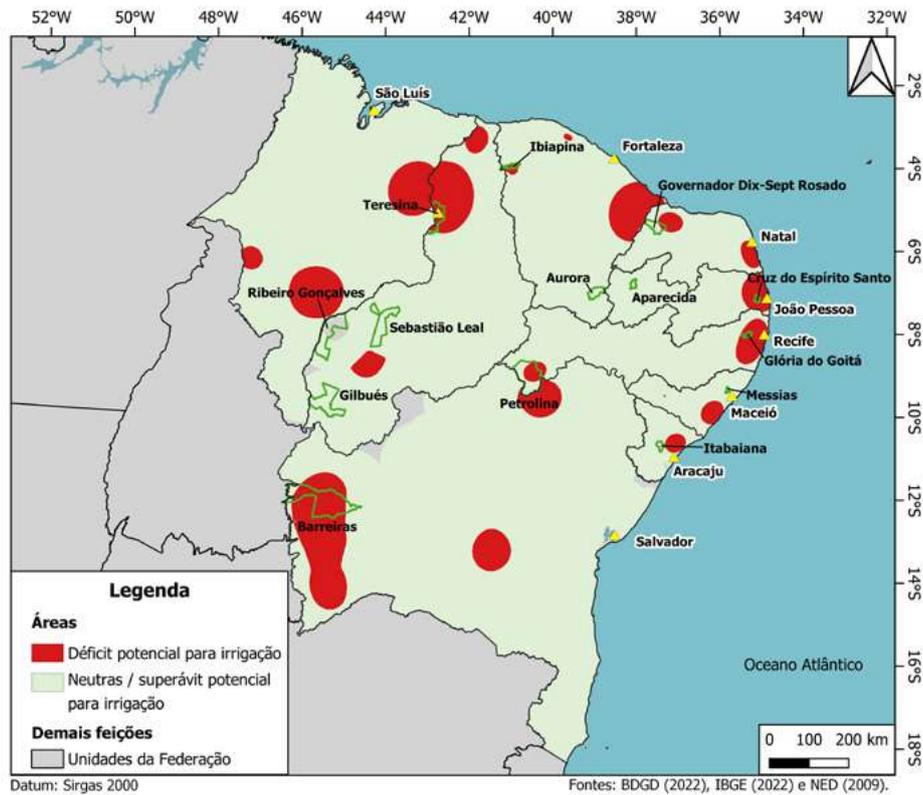


Figura 4 (cont.) – Áreas com os maiores déficits potenciais de energia elétrica para irrigação nas regiões Sudeste, Centro-Oeste e Nordeste em 2022.

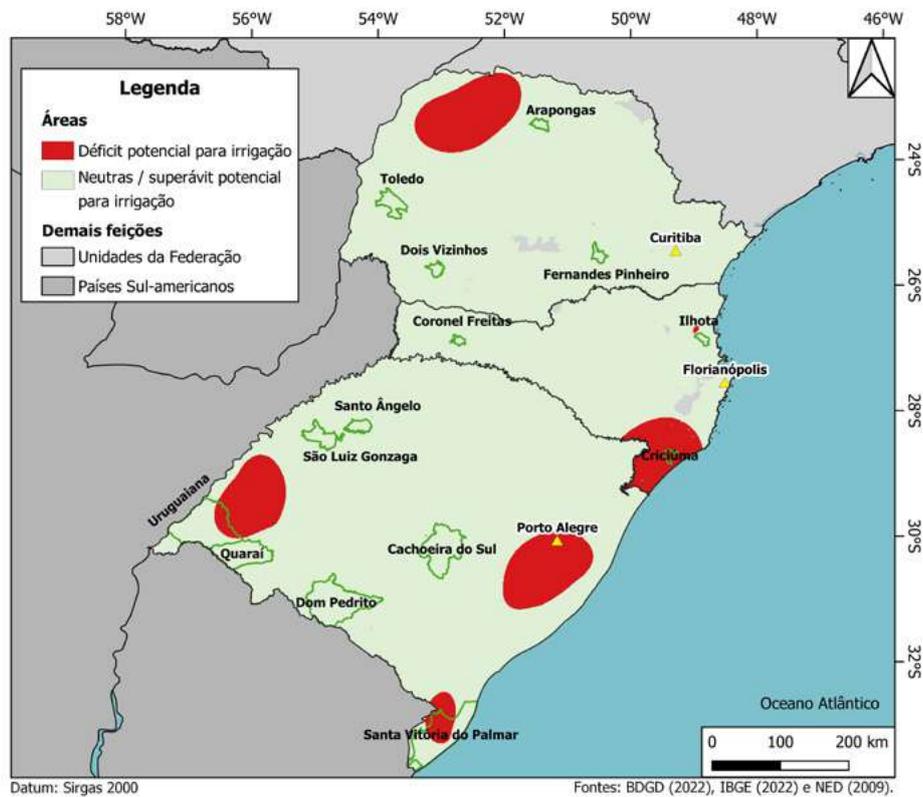


Figura 5 – Áreas com os maiores déficits potenciais de energia elétrica para irrigação nas regiões Sul e Norte em 2022.

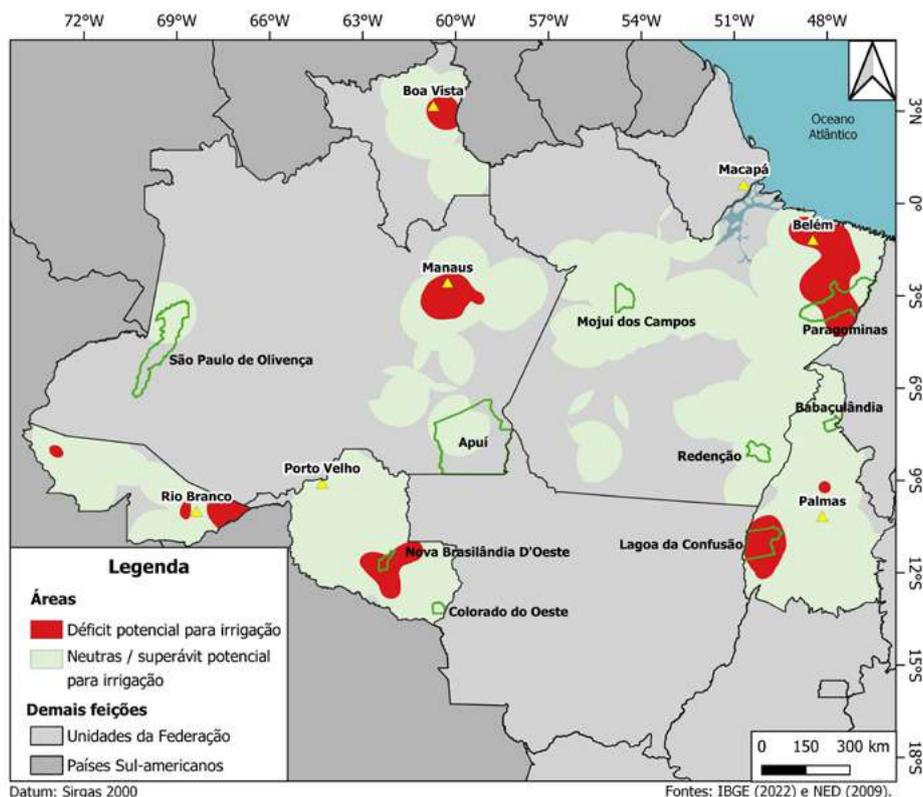


Figura 5 (cont.) – Áreas com os maiores déficits potenciais de energia elétrica para irrigação nas regiões Sul e Norte em 2022.

A metodologia desenvolvida para identificação e quantificação das regiões deficitárias mostrou-se consistente, mas, para se alcançar melhor estimativa da potência necessária, seriam importantes os estudos de campo, visando um levantamento mais detalhado. Contudo, a metodologia é bastante aderente em um ponto de vista qualitativo e orientativo para a expansão da eletrificação para irrigação. Destaca-se que, para a maioria dos estados, atender o déficit presente para atendimento elétrico já é um desafio significativo (conforme será discutido na seção 3.3).

## 2.4 QUALIDADE DOS SERVIÇOS DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA PARA IRRIGAÇÃO EM 2022

A qualidade dos serviços de distribuição de energia elétrica foi avaliada com base em dados da BDGD relacionados à infraestrutura elétrica no meio rural, levando-se em conta a relação entre as subestações, as demandas dos consumidores e outras características, como as áreas dos conjuntos elétricos, além dos indicadores de interrupção individual.

Assim, com o intuito de avaliar a disponibilidade de rede de distribuição de média tensão e aspectos de continuidade do serviço de fornecimento de energia elétrica aos sistemas de irrigação, foram desenvolvidos dois índices técnicos: (i) Índice de Adensamento Rural – IAR; e (ii) Energia Não Suprida – ENS (Figura 1).



## 2.4.1 Índice de Adensamento Rural (IAR)

O Índice de Adensamento Rural (IAR) avalia a disponibilidade de rede de média tensão das distribuidoras de energia nas áreas rurais. Na Figura 6, esse índice é apresentado espacialmente para as cinco regiões brasileiras.

De forma geral, o IAR é maior no entorno das capitais, o que é justificado pela evolução natural da rede de distribuição da área urbana. Há também, em localidades próximas às capitais, os chamados cinturões verdes, compostos de pequenas chácaras e sítios, que recorrem à irrigação para a produção de hortaliças e verduras.

De forma mais específica, observa-se que, na Região Sudeste, o estado de Minas Gerais sofre com a falta de infraestrutura, embora na área de concessão da Energisa verifica-se um adensamento bem significativo. Situação contrária é constatada no Espírito Santo, em que se observou que a média tensão tem uma concentração mais ao norte do estado. Já no Rio de Janeiro, há um adensamento mais próximo da capital, sentido região norte do estado. Em São Paulo, constata-se, nas áreas de irrigação, uma densidade maior de infraestrutura de rede, como, por exemplo, na região de São José do Rio Pardo. Ressalta-se que, em torno da capital São Paulo, sentido Vale do Paraíba e noroeste do estado (Campinas/Americana), o adensamento de rede não tem relação somente com irrigação, uma vez que são áreas tradicionais em práticas relacionadas às atividades agropecuárias, dos parques industriais e da ocupação dos centros urbanos.

Na Região Centro-Oeste, igualmente, atesta-se, no estado do Mato Grosso Sul, além da região no entorno de Campo Grande, adensamento da rede de média tensão na região de Dourados, muito pelo efeito urbano, pois se trata de um município de grande porte, mas também pela presença de irrigação, em especial a fertirrigação de cana-de-açúcar. Ainda em Mato Grosso, as áreas com maior densidade de rede de média tensão, além da capital Cuiabá, estão na região de Sorriso e Lucas do Rio Verde e próximo a Rondonópolis, cidades de médio e grande porte, respectivamente, que se destacam pelo uso da tecnologia de irrigação. Contexto semelhante é observado no estado de Goiás, em que a região próxima a Goiânia apresenta os maiores valores de IAR, indicando grande concentração de rede de média tensão. Verifica-se que esse efeito distribui-se em direção a Brasília e Catalão. Percebe-se, ainda, concentração de rede na região de Itumbiara, o que reflete o efeito do Triângulo Mineiro.

Na Região Nordeste, os maiores valores estão nas capitais e na Zona da Mata, reduzindo-se para o interior, o que aponta a carência de infraestrutura no interior dos estados nordestinos quanto à cobertura de rede elétrica de média tensão.

Para a Região Norte, o IAR também é maior no entorno das capitais e, no caso específico do estado do Tocantins, observam-se outras regiões em destaque além da capital Palmas, como é o caso da região do município de Gurupi, localizado mais ao sul, às margens da BR 153 (Rodovia Belém-Brasília). O município assume destaque na produção de soja e atividades de agropecuária (bacia leiteira). Cenário semelhante observa-se na região próxima à fronteira com o estado da Bahia, no município de Taguatinga, e ao norte, no município de Araguaína, localidade de grande expressividade na produção agrícola.



Por fim, na Região Sul, além do entorno das capitais, assumem destaque as regiões de Ilhota e Criciúma, ambas mais evidentes do que a região da capital Florianópolis. Por exemplo, o município de Criciúma tem forte história na mineração de carvão, o que impulsionou o desenvolvimento da infraestrutura da região.

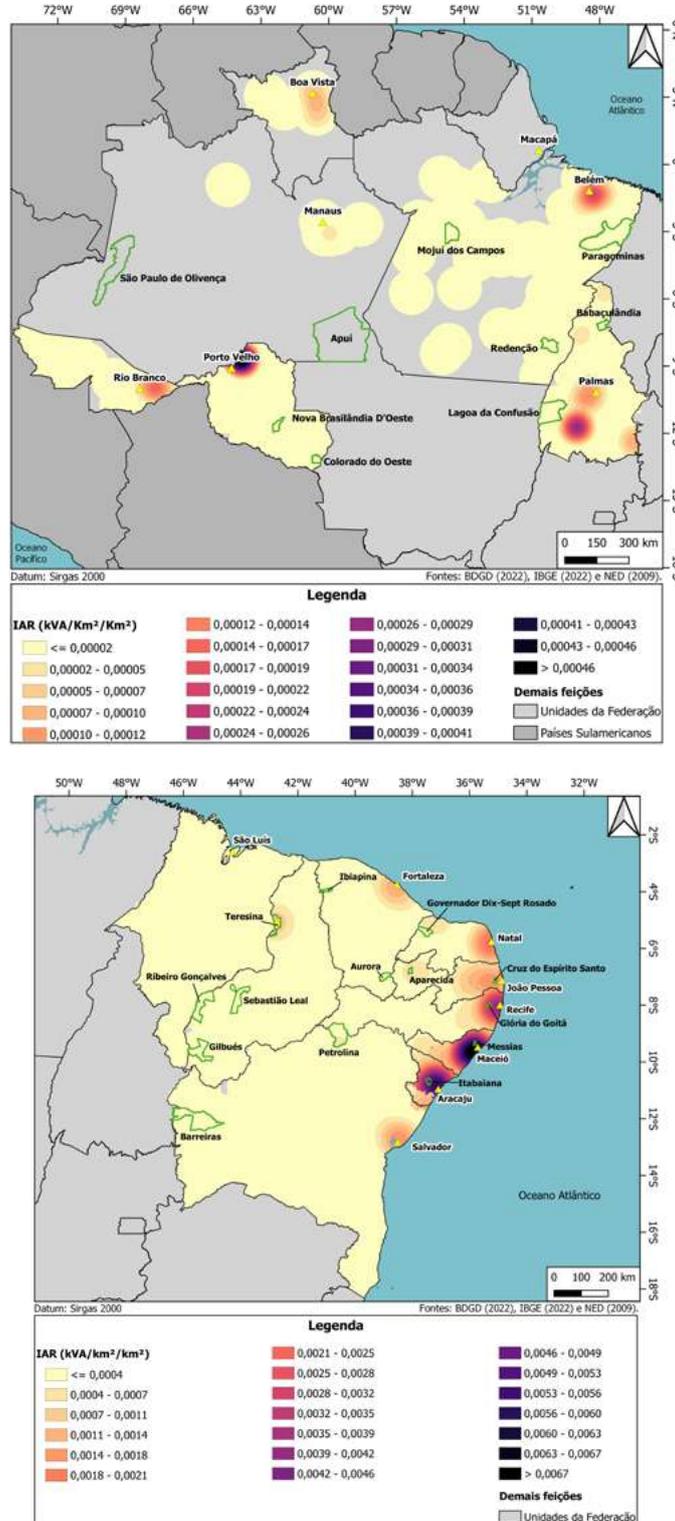


Figura 6 – Índice de Adensamento Rural (IAR), que avalia a disponibilidade de estrutura elétrica de média tensão.

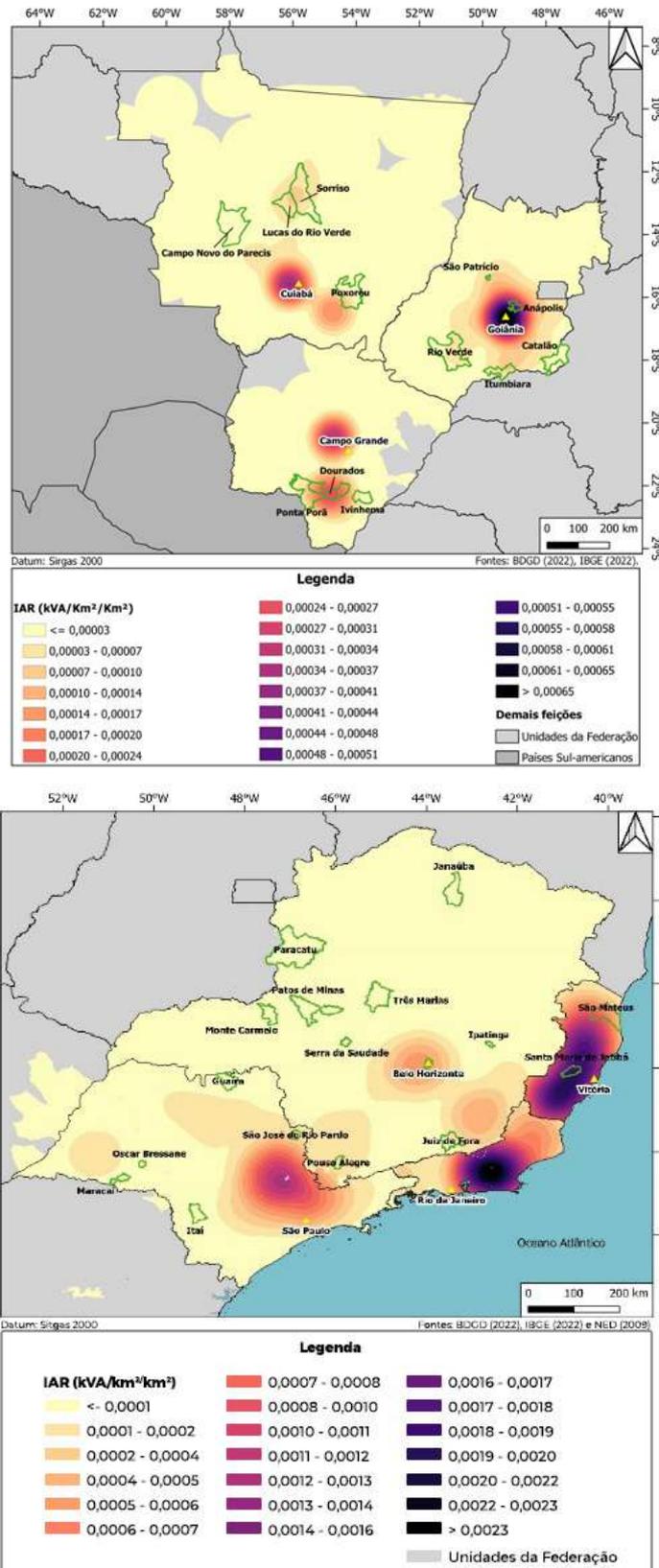


Figura 6 (cont.) – Índice de Adensamento Rural (IAR), que avalia a disponibilidade de estrutura elétrica de média tensão.

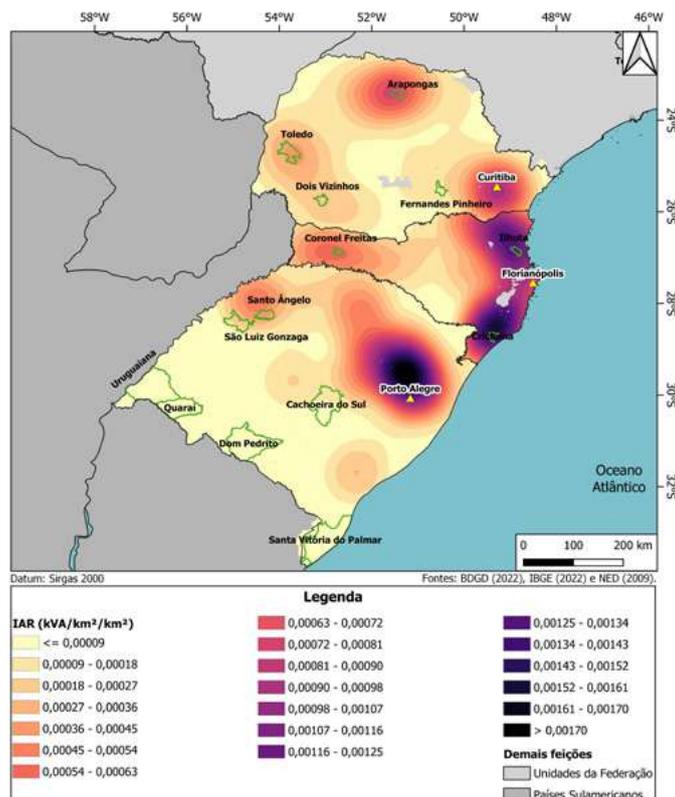


Figura 6 (cont.) – Índice de Adensamento Rural (IAR), que avalia a disponibilidade de estrutura elétrica de média tensão.

## 2.4.2 Energia Não Suprida (ENS)

Para a avaliação dos aspectos de continuidade do serviço de fornecimento de energia elétrica aos sistemas de irrigação foi desenvolvido o índice Energia Não Suprida (ENS), que é o produto da potência instalada e tempo de interrupção (DIC) nas unidades consumidoras (UC) (Figura 1).

A potência instalada é determinada por subestação, considerando a tensão de conexão das UC nas redes de distribuição. Para classificação, considerou-se rede de Média Tensão (MT) as tensões primárias de conexão maiores ou iguais a 2,3 kV até 69 kV; e redes de Baixa Tensão (BT), as tensões de conexão menores que 2,3 kV. O indicador Duração de Interrupção Individual (DIC) foi obtido do histórico na BDGD, conforme já mencionado. Vale ressaltar que, dependendo da qualidade da BDGD informada pelas empresas à ANEEL, esses dados podem não ser encontrados para todos os estados.

A ENS em média tensão (Figura 6) e baixa tensão (Figura 7) foi calculada e representada espacialmente para os estados brasileiros que possuíam dados disponíveis. Nos mapas, as regiões em vermelho indicam áreas com maiores valores de ENS, ou seja, locais com muitas perdas de energia por interrupção, indicando uma má qualidade da energia fornecida.

Verifica-se que, na baixa tensão não há grande coincidência das áreas de maior ENS com as regiões dos Polos de Agricultura Irrigada. De maneira contrária, na média tensão, são nas regiões dos polos, como Norte Capixaba, Sudoeste do Tocantins, Oeste da Bahia, Centro



Sul do Mato Grosso do Sul e Sul do Mato Grosso, onde há ocorrência dos maiores valores de energia não suprida, indicando falha no suprimento da energia. O não suprimento de energia significa falta de volume de água na irrigação e, portanto, afeta diretamente a produção agrícola.

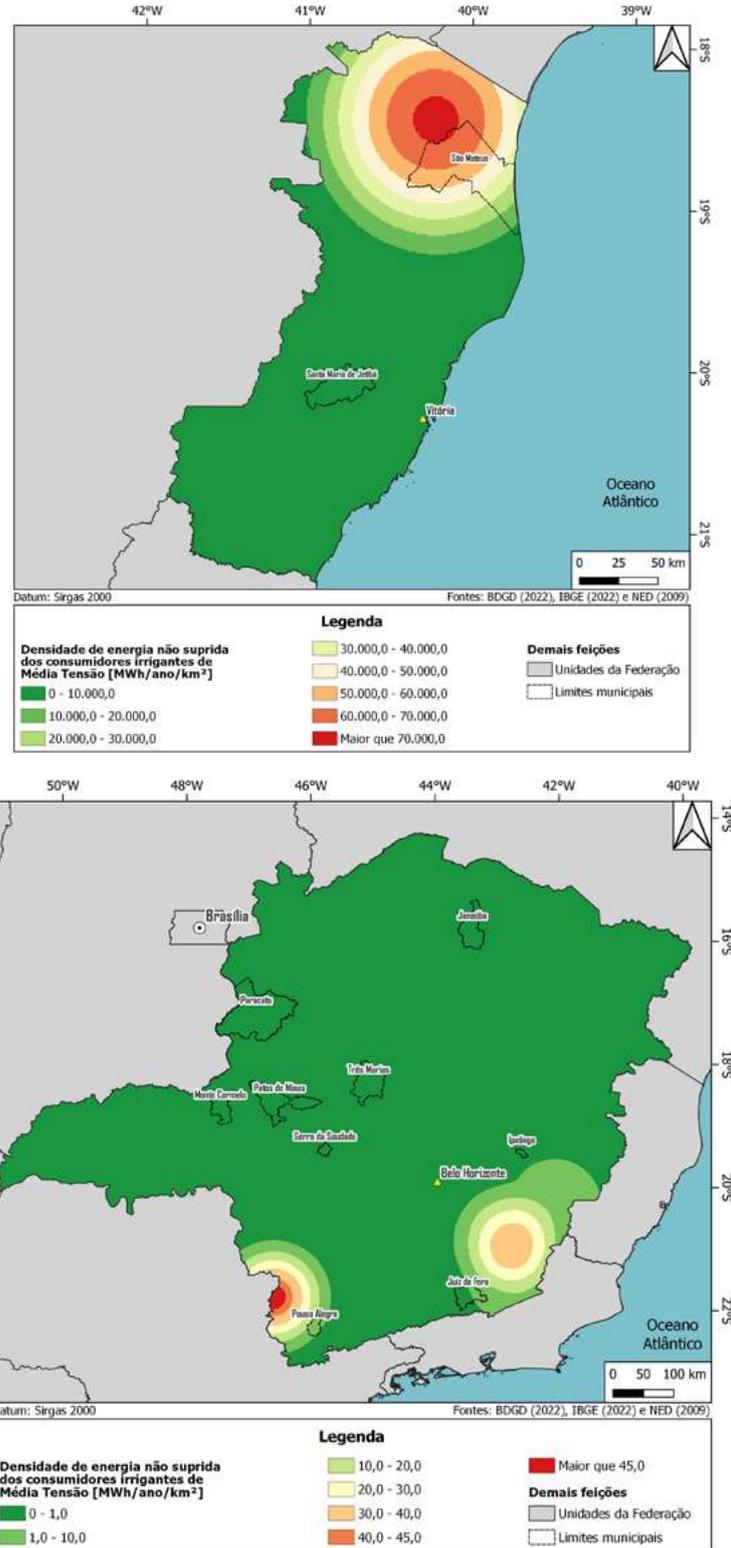


Figura 7 – ENS em média tensão nos estados brasileiros com dados disponíveis na BDGD.

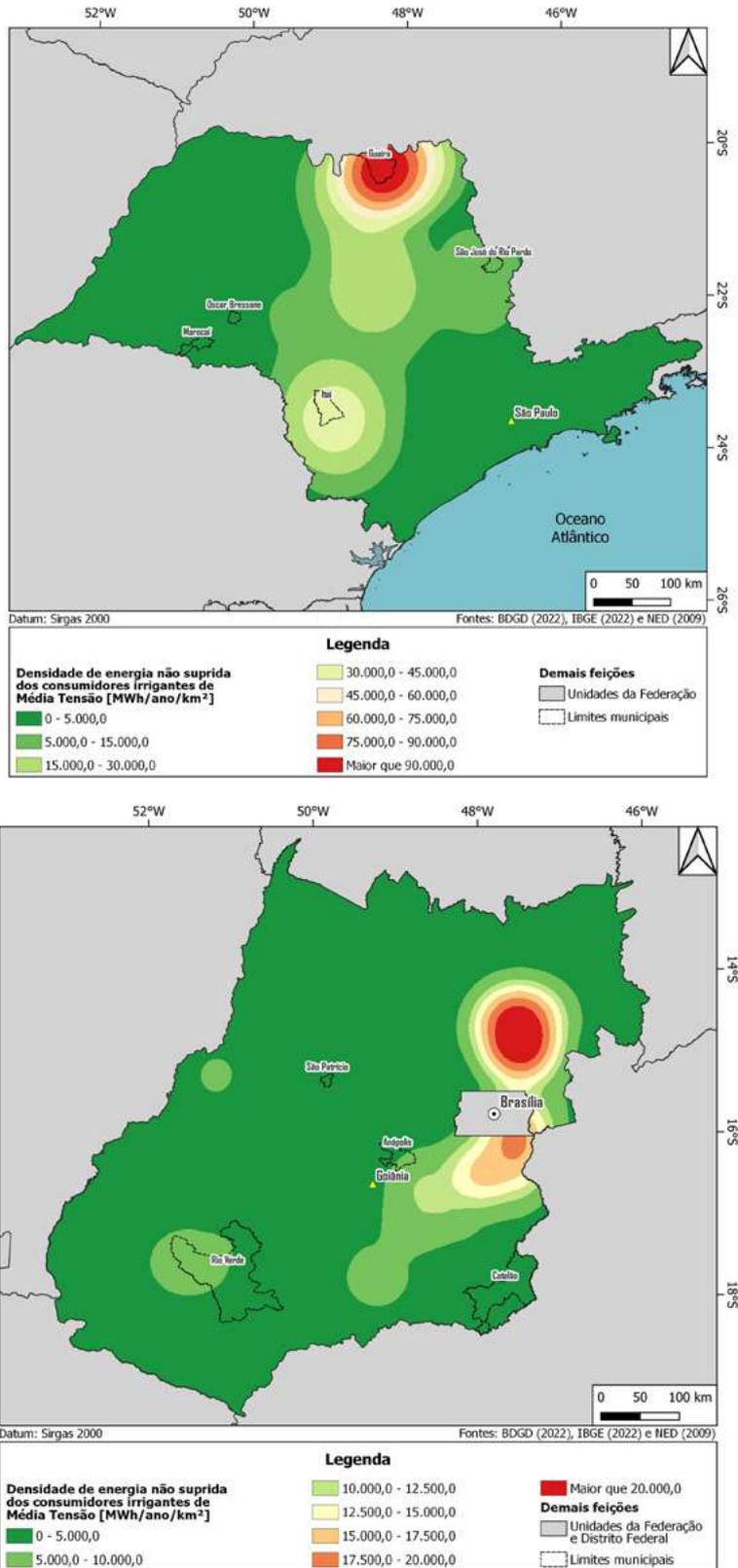


Figura 7 (cont.) – ENS em média tensão nos estados brasileiros com dados disponíveis na BDGD.

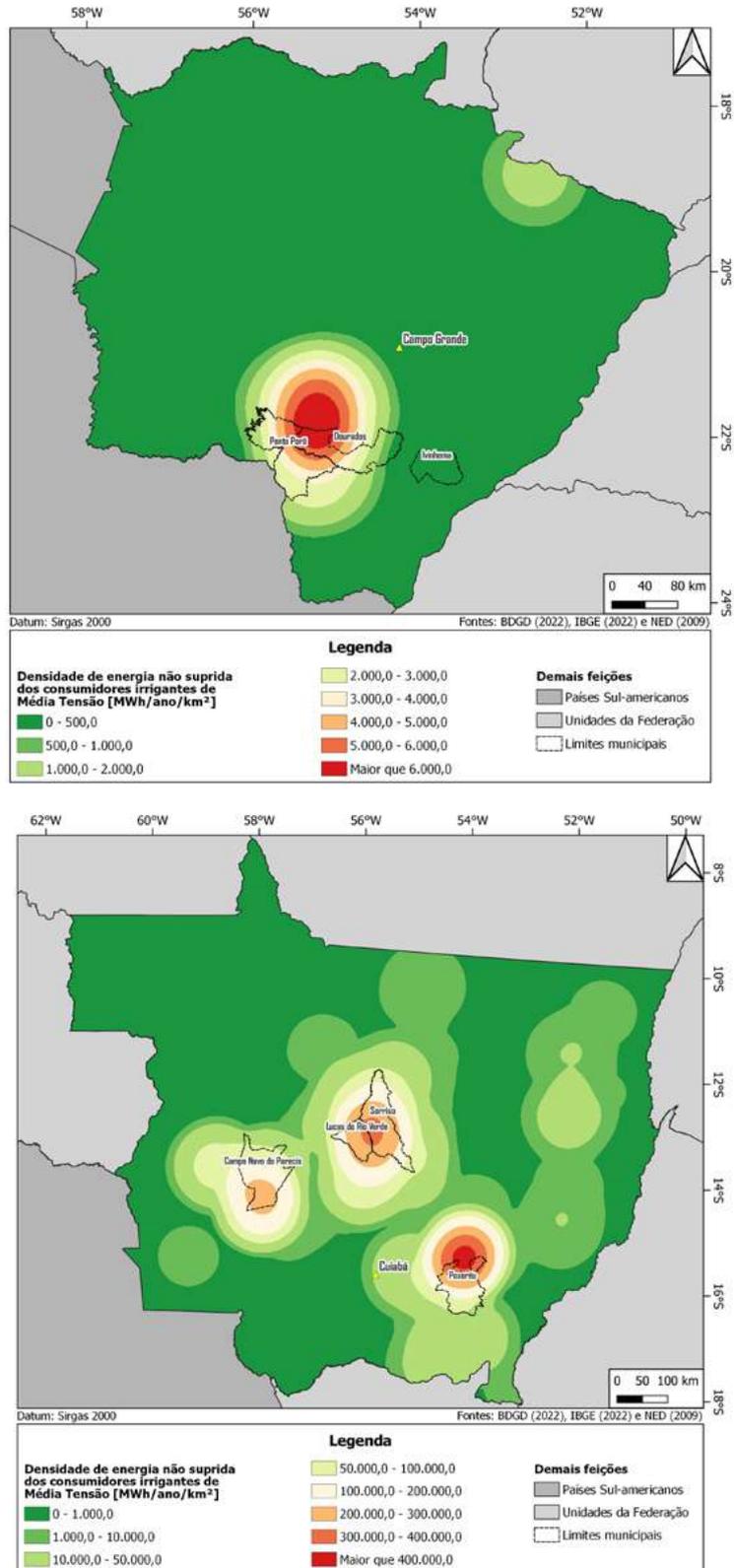


Figura 7 (cont.) – ENS em média tensão nos estados brasileiros com dados disponíveis na BDGD.

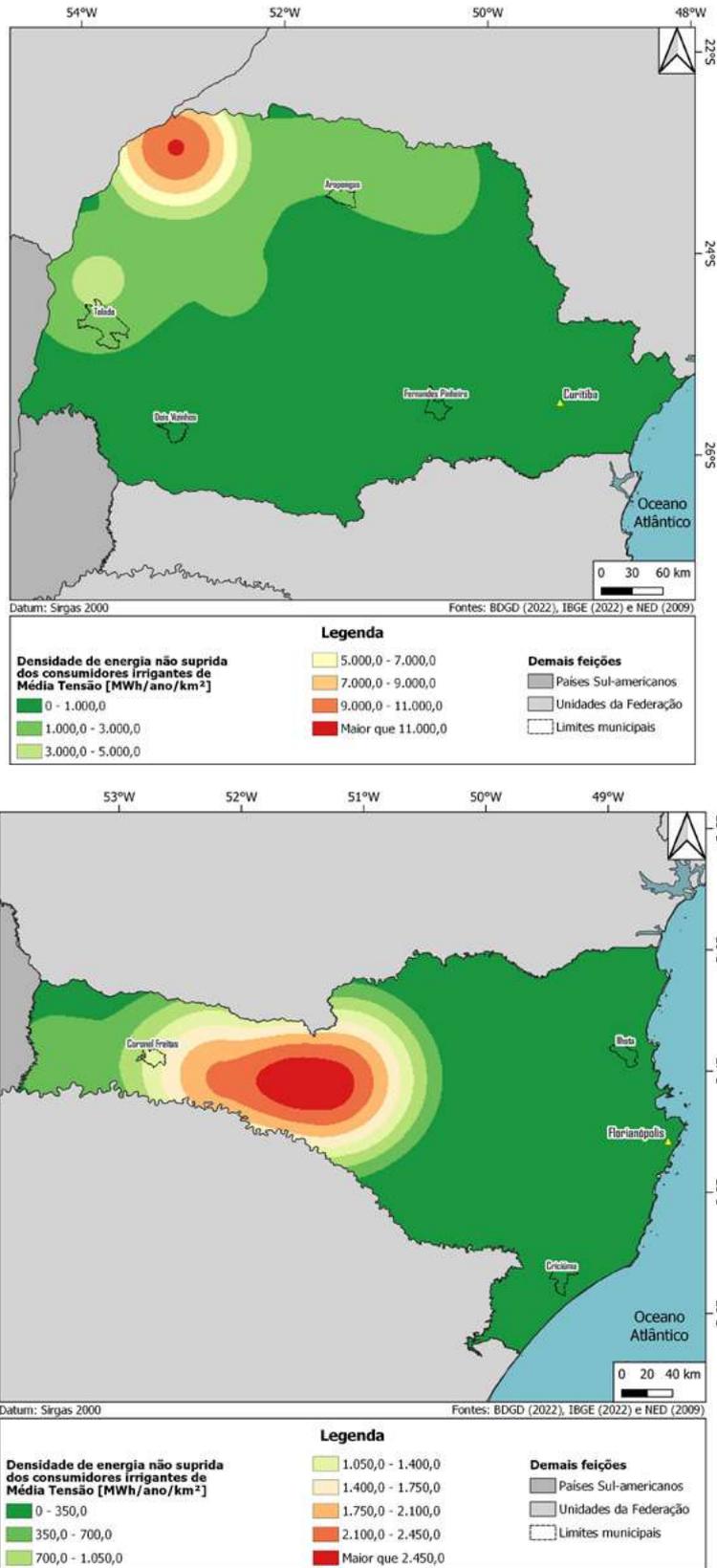


Figura 7 (cont.) – ENS em média tensão nos estados brasileiros com dados disponíveis na BDGD.

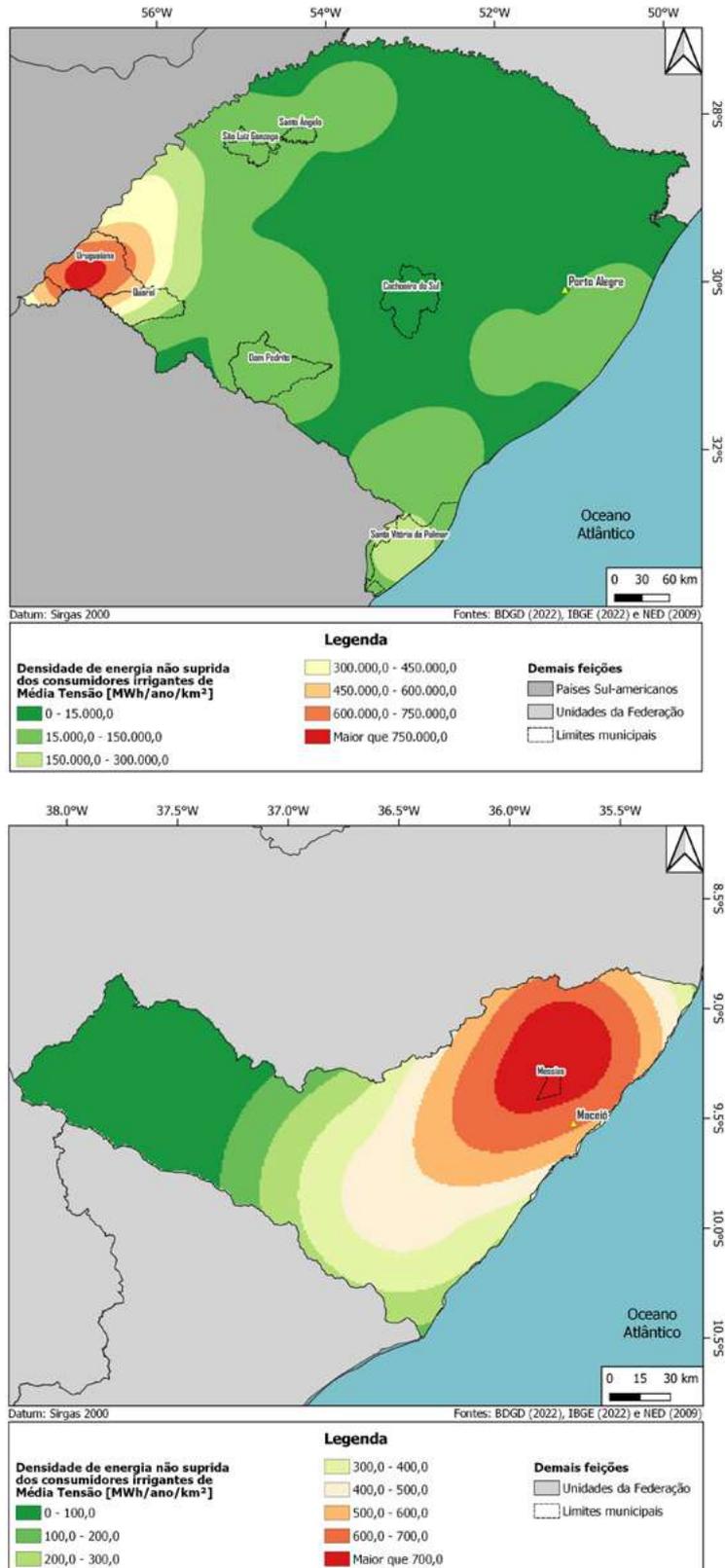


Figura 7 (cont.) – ENS em média tensão nos estados brasileiros com dados disponíveis na BDGD.

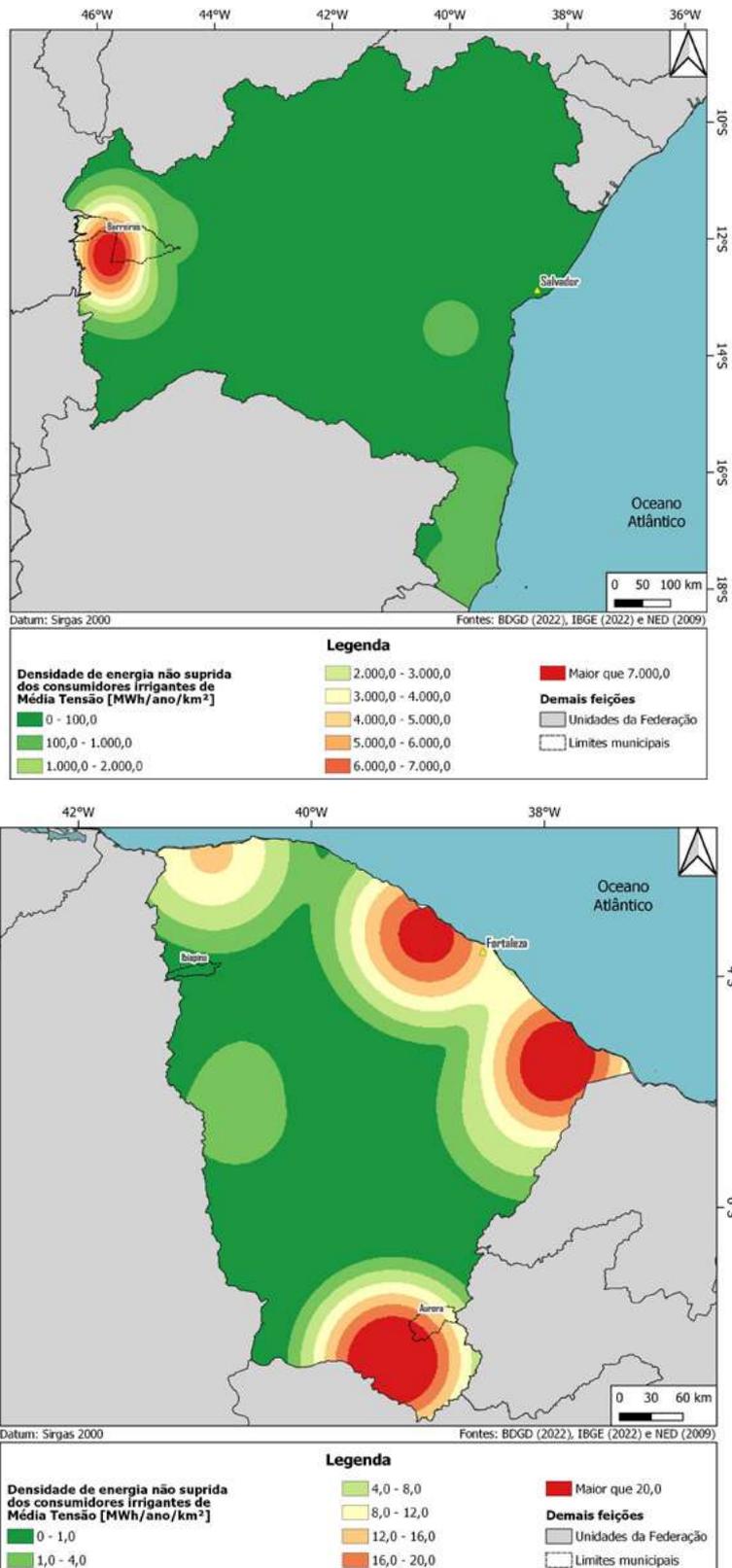


Figura 7 (cont.) – ENS em média tensão nos estados brasileiros com dados disponíveis na BDGD.

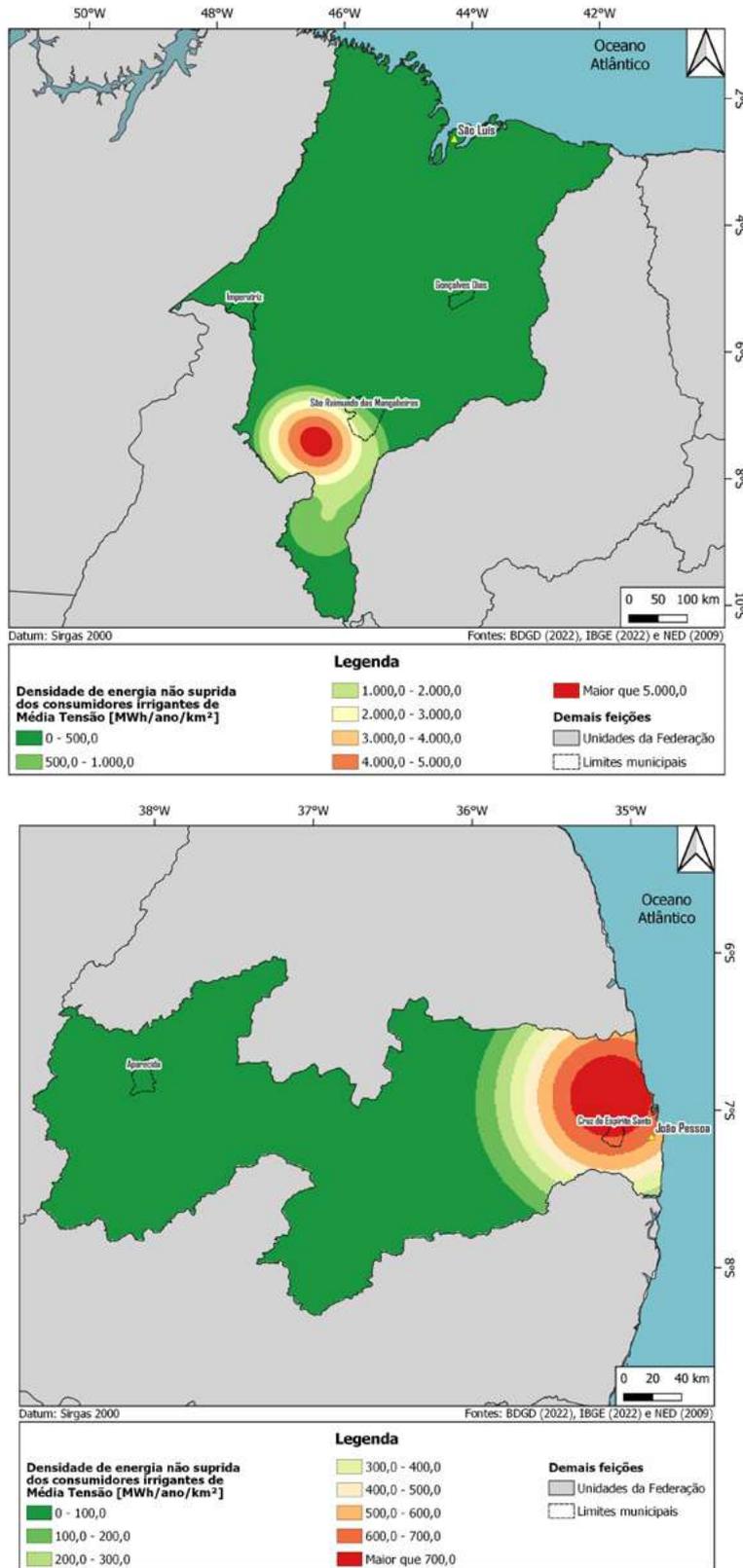


Figura 7 (cont.) – ENS em média tensão nos estados brasileiros com dados disponíveis na BDGD.

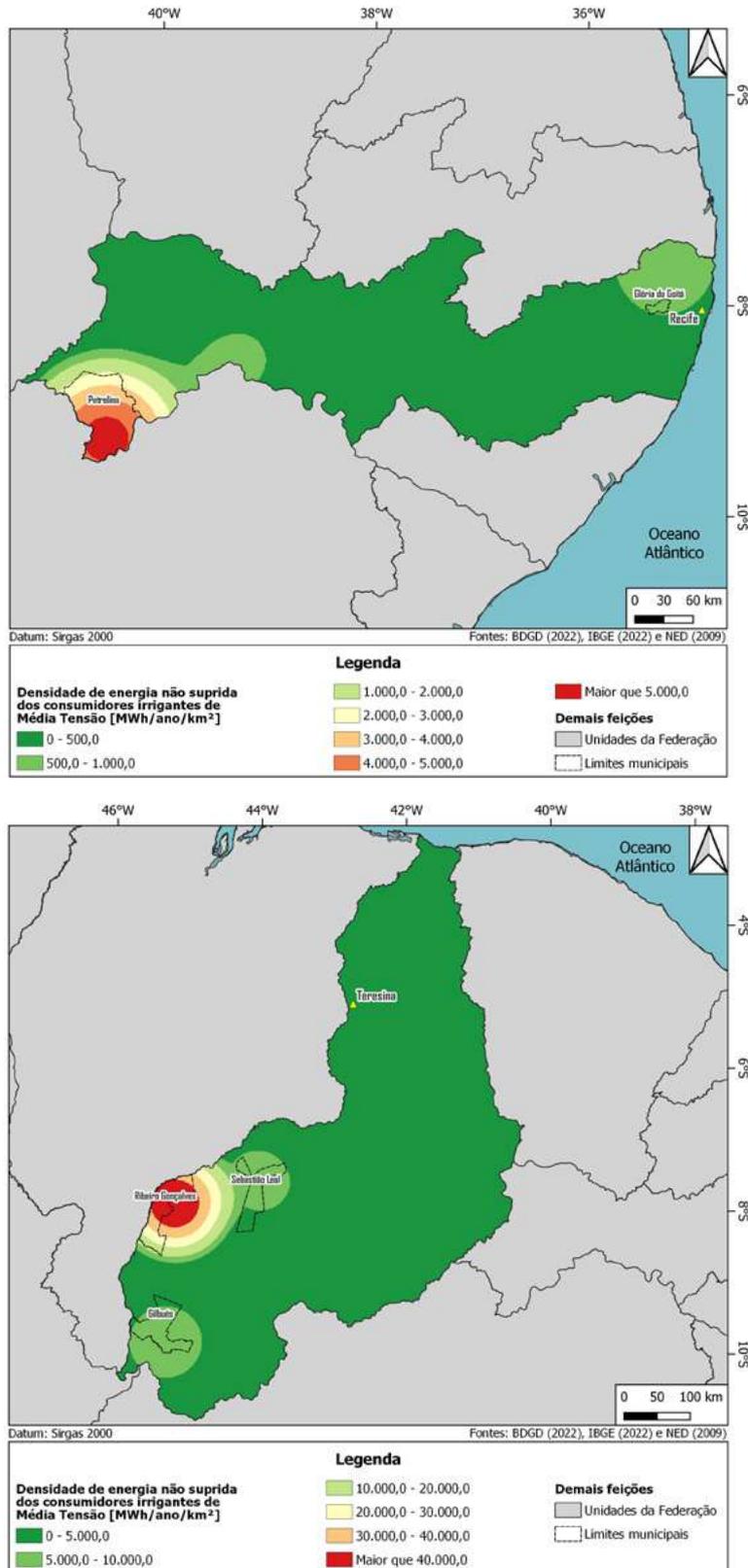


Figura 7 (cont.) – ENS em média tensão nos estados brasileiros com dados disponíveis na BDGD.

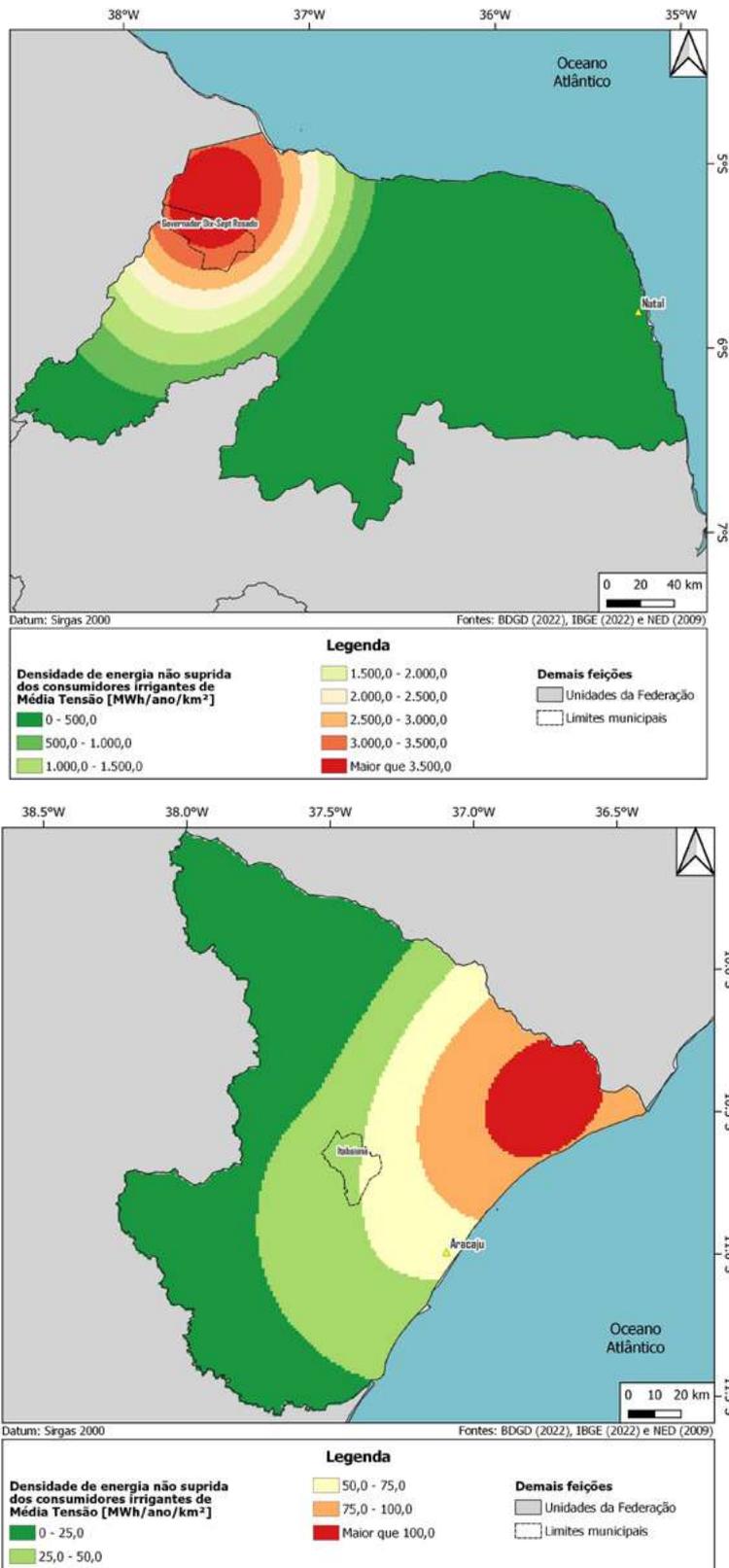


Figura 7 (cont.) – ENS em média tensão nos estados brasileiros com dados disponíveis na BDGD.

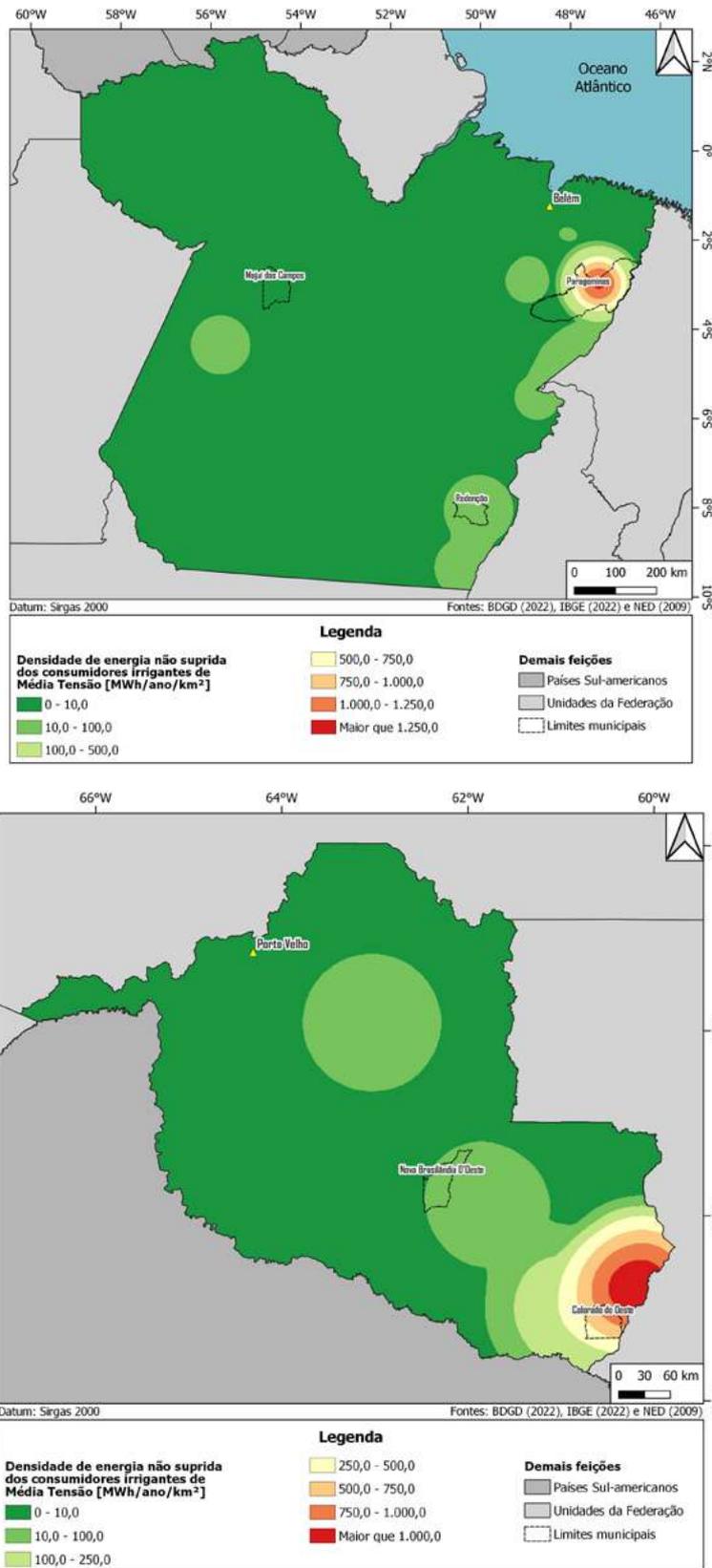


Figura 7 (cont.) – ENS em média tensão nos estados brasileiros com dados disponíveis na BDGD.

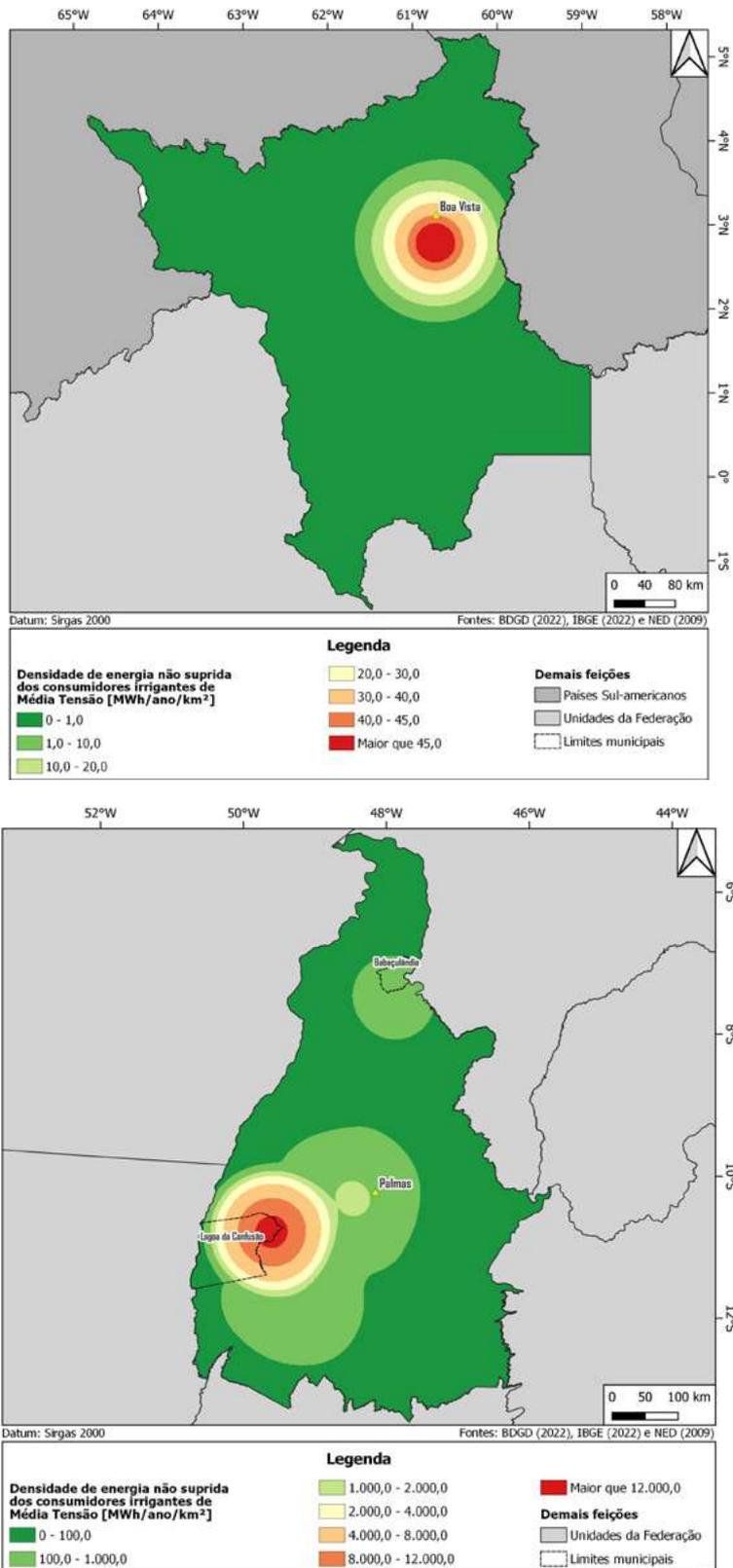


Figura 7 (cont.) – ENS em média tensão nos estados brasileiros com dados disponíveis na BDGD.

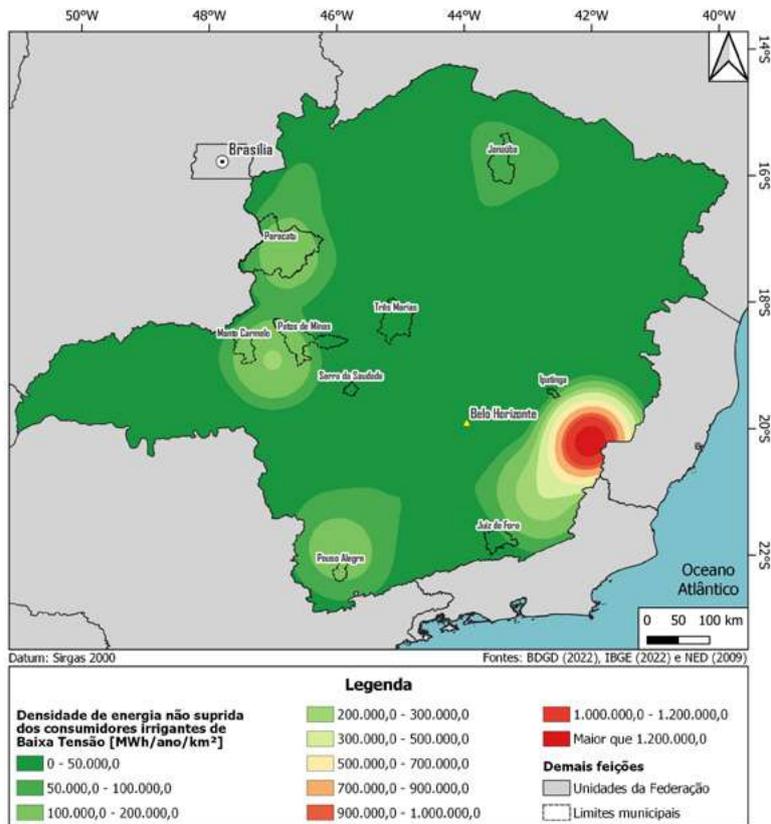
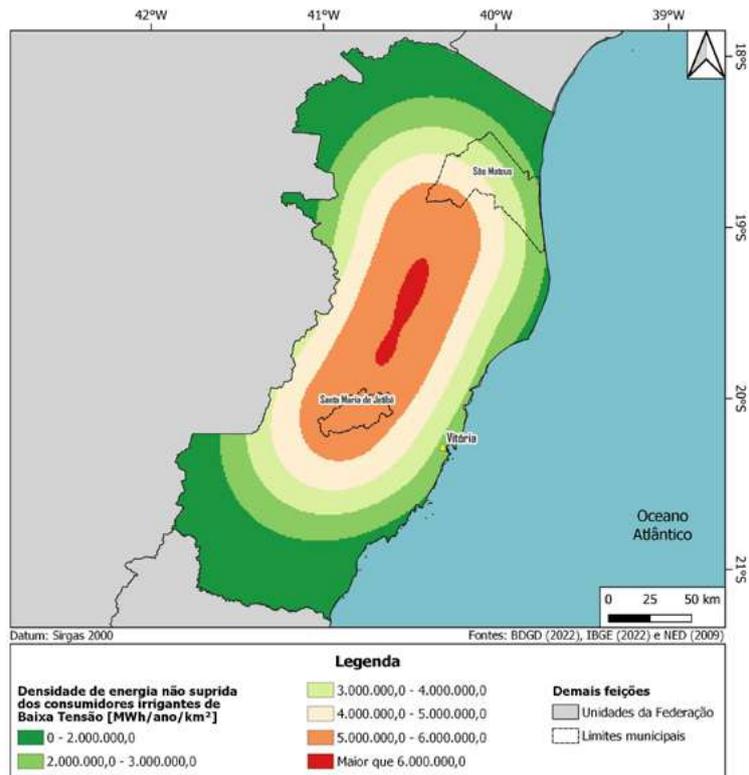


Figura 8 – ENS em baixa tensão nos estados brasileiros com dados disponíveis na BDGD.

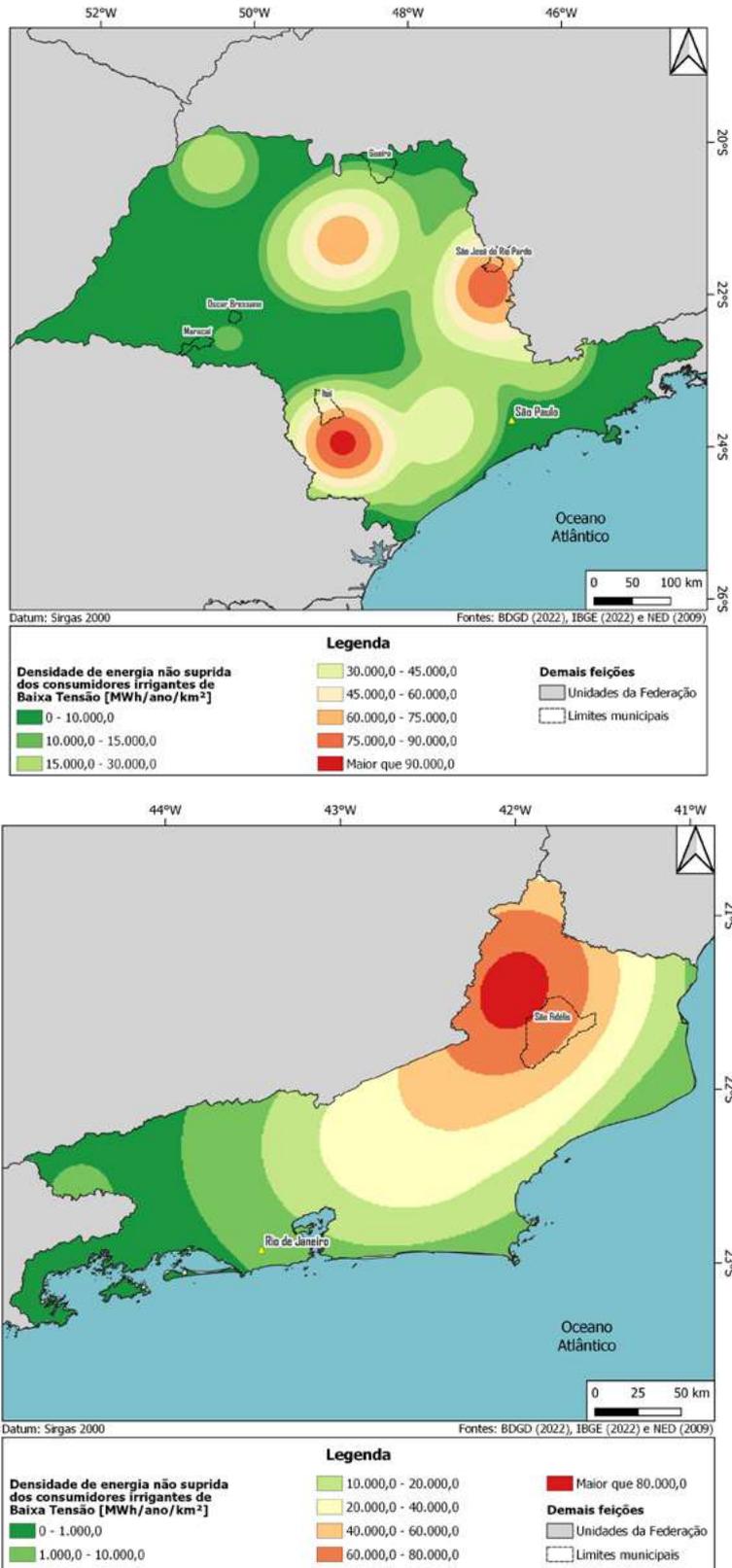


Figura 8 (cont.) – ENS em baixa tensão nos estados brasileiros com dados disponíveis na BDGD.

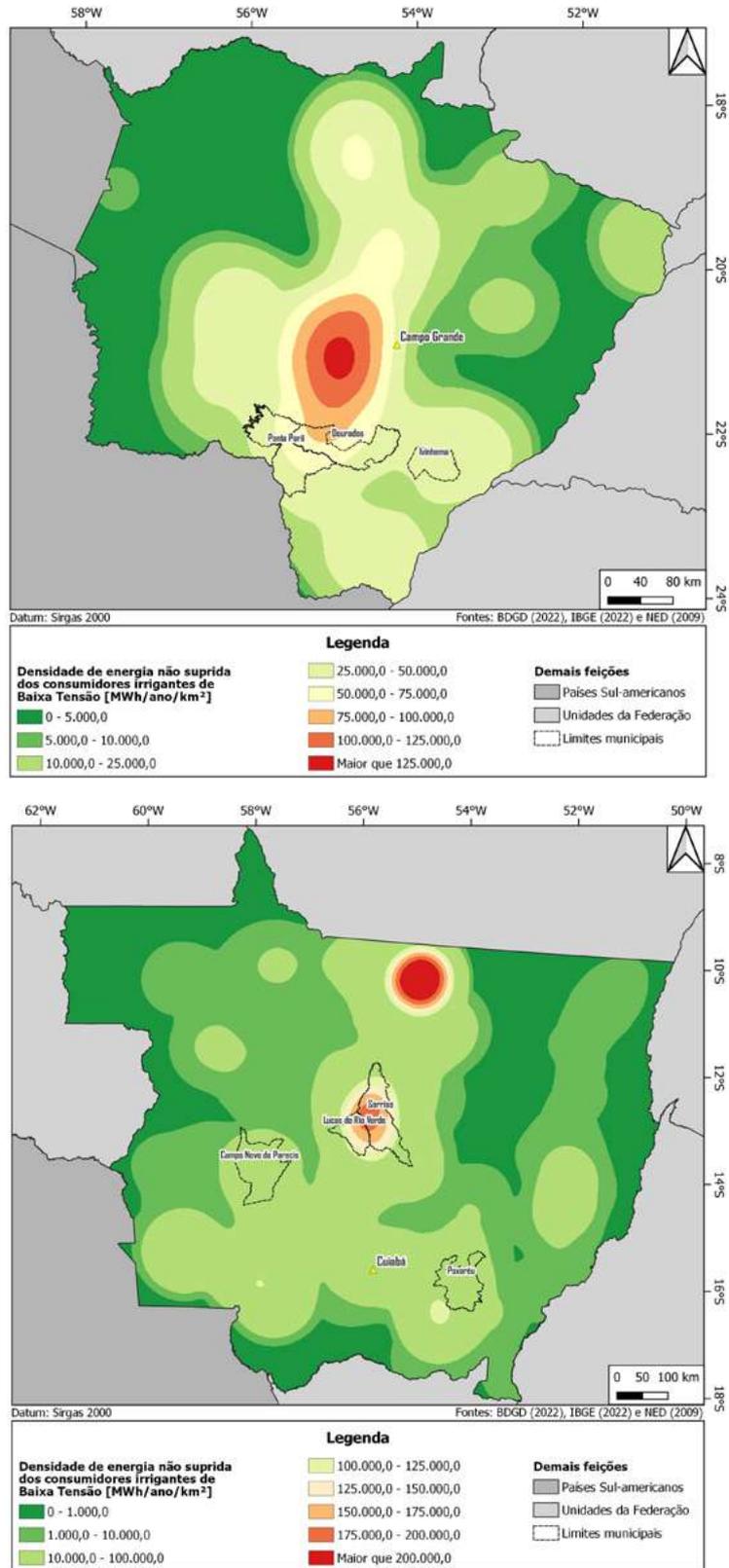


Figura 8 (cont.) – ENS em baixa tensão nos estados brasileiros com dados disponíveis na BDGD.

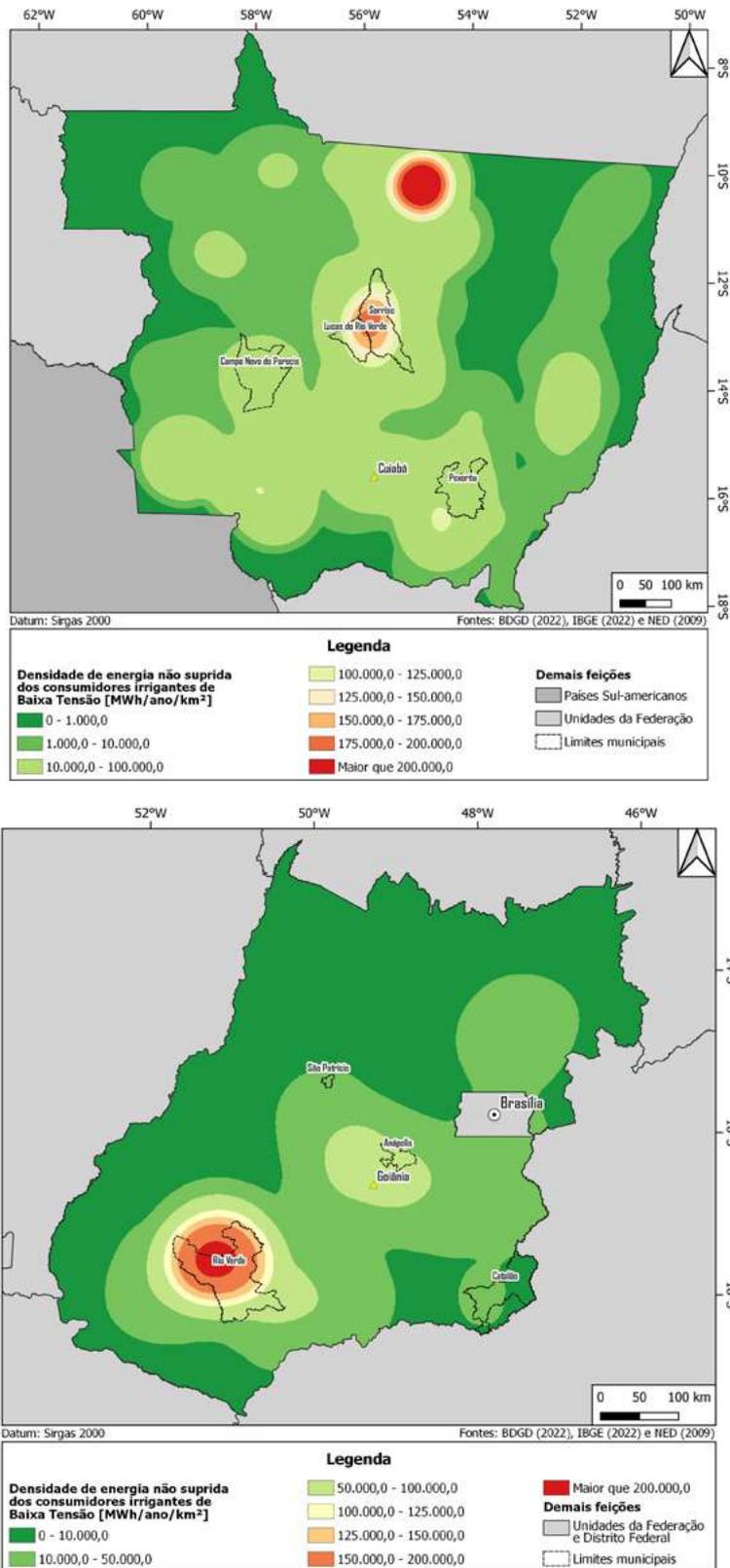


Figura 8 (cont.) – ENS em baixa tensão nos estados brasileiros com dados disponíveis na BDGD.

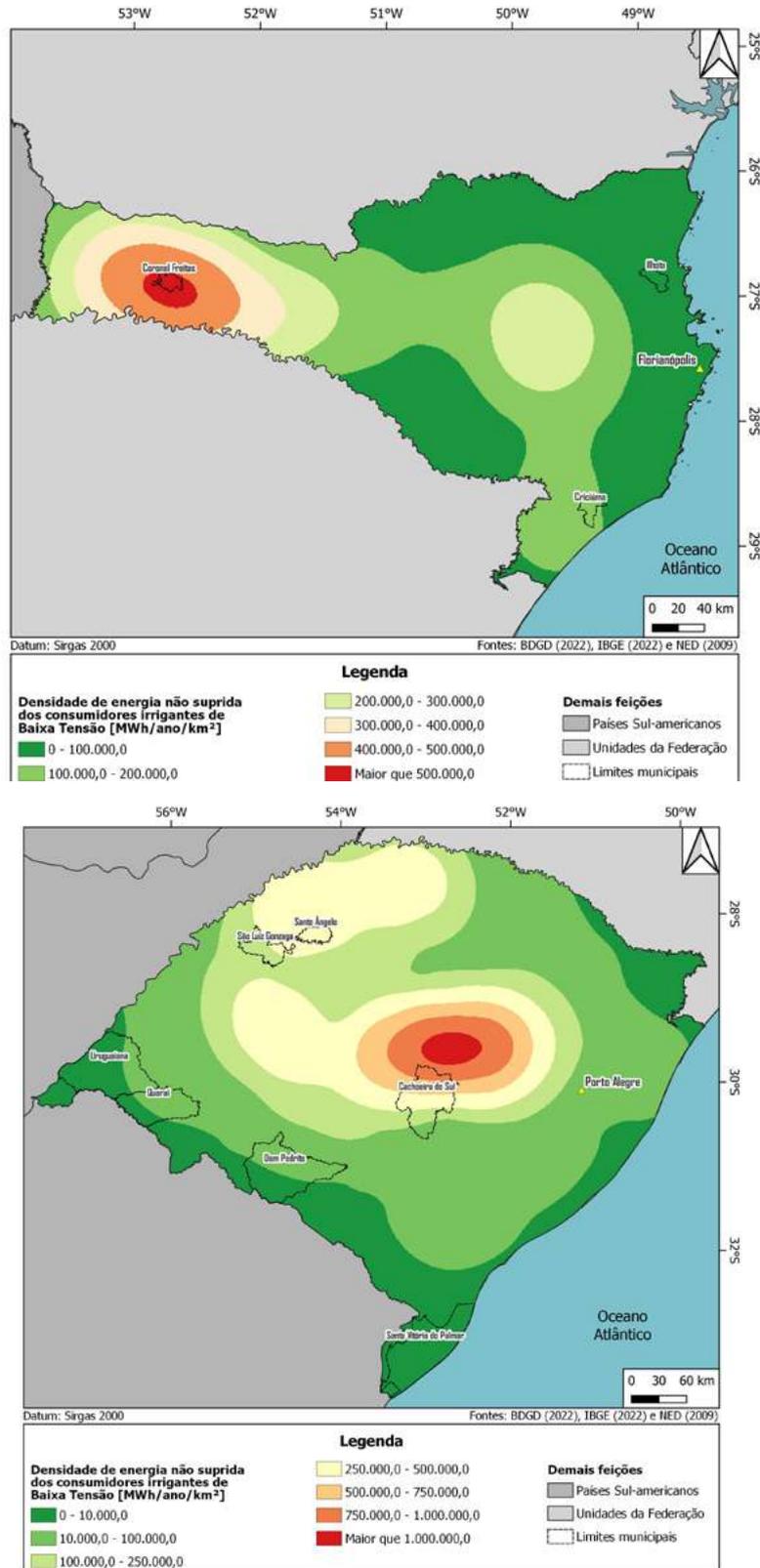


Figura 8 (cont.) – ENS em baixa tensão nos estados brasileiros com dados disponíveis na BDGD.

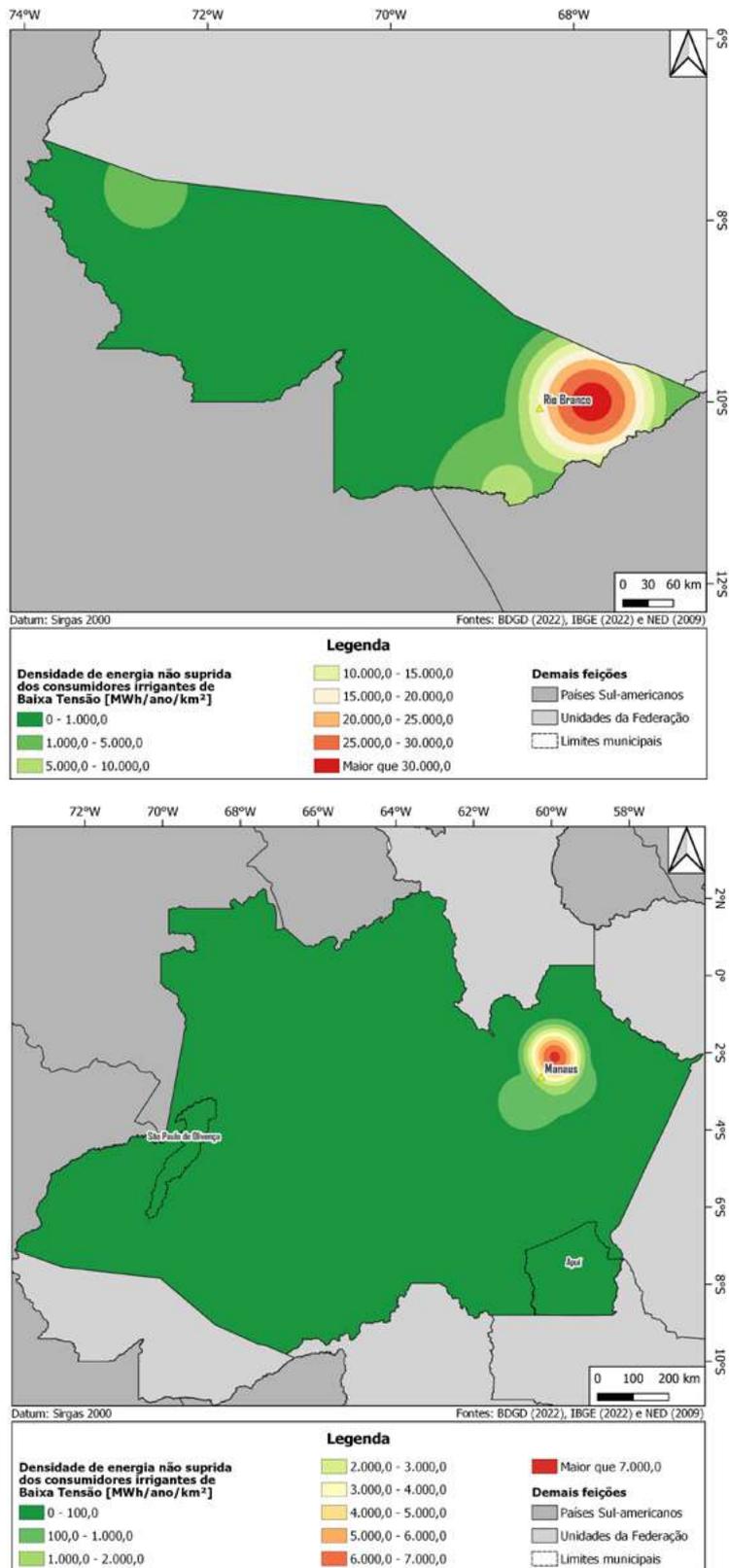


Figura 8 (cont.) – ENS em baixa tensão nos estados brasileiros com dados disponíveis na BDGD.

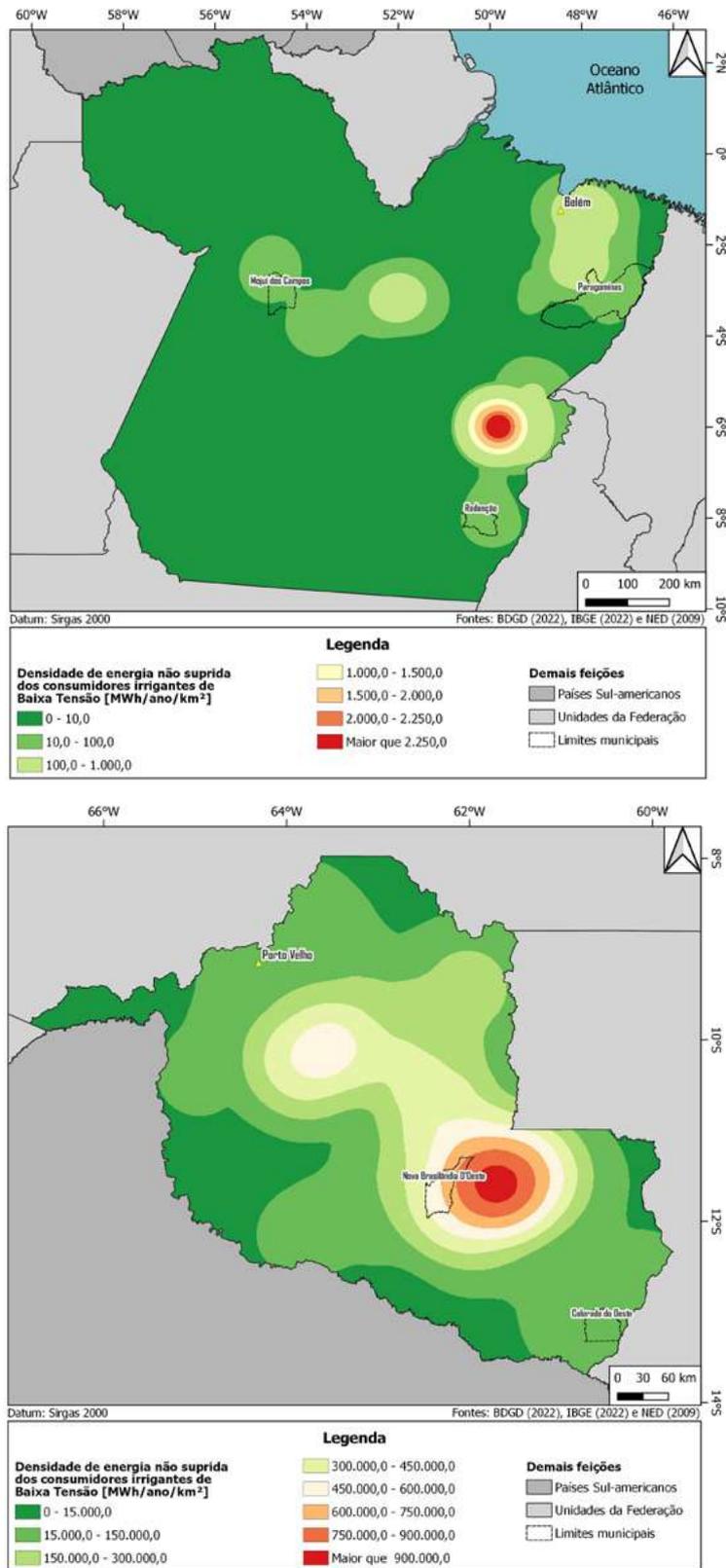


Figura 8 (cont.) – ENS em baixa tensão nos estados brasileiros com dados disponíveis na BDGD.

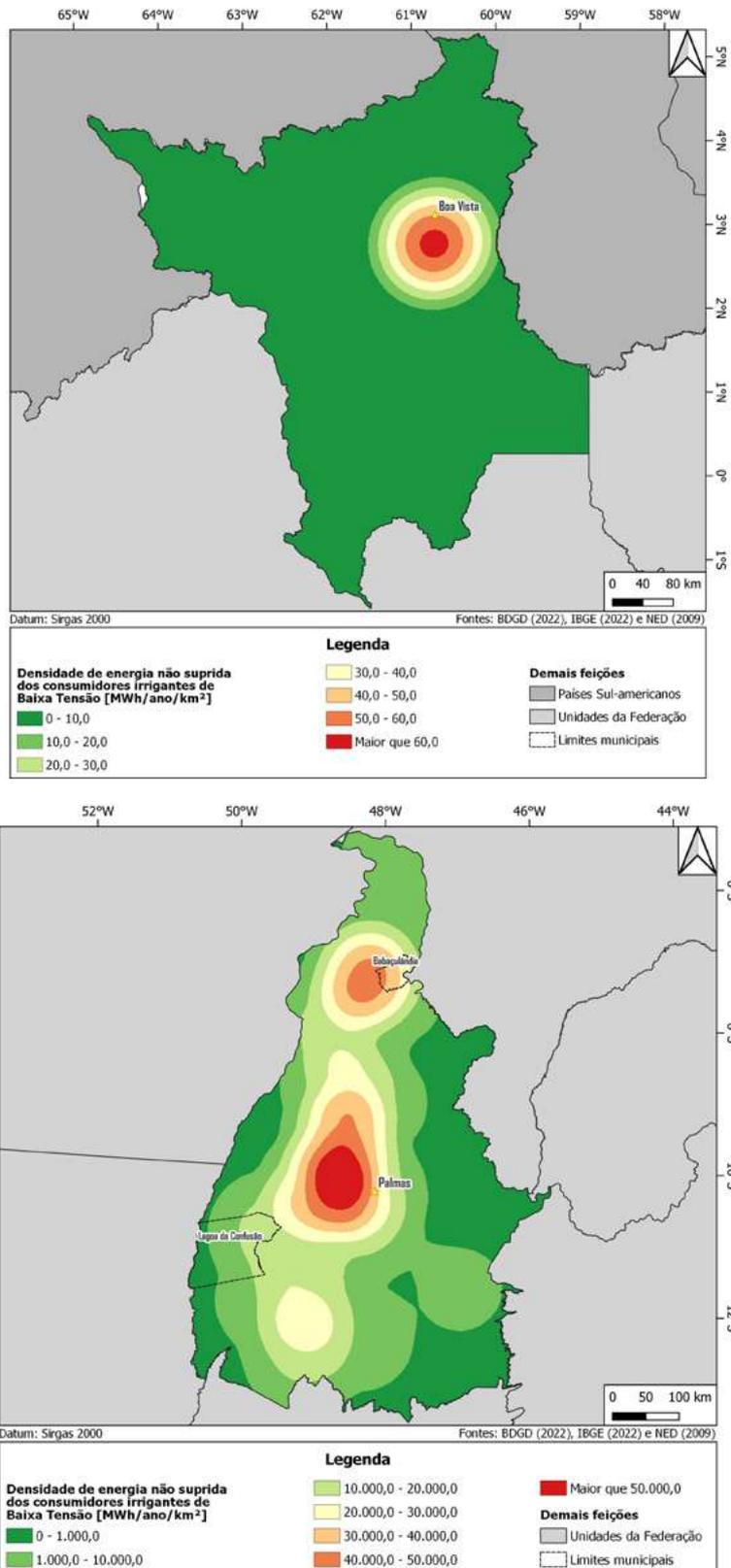


Figura 8 (cont.) – ENS em baixa tensão nos estados brasileiros com dados disponíveis na BDGD.

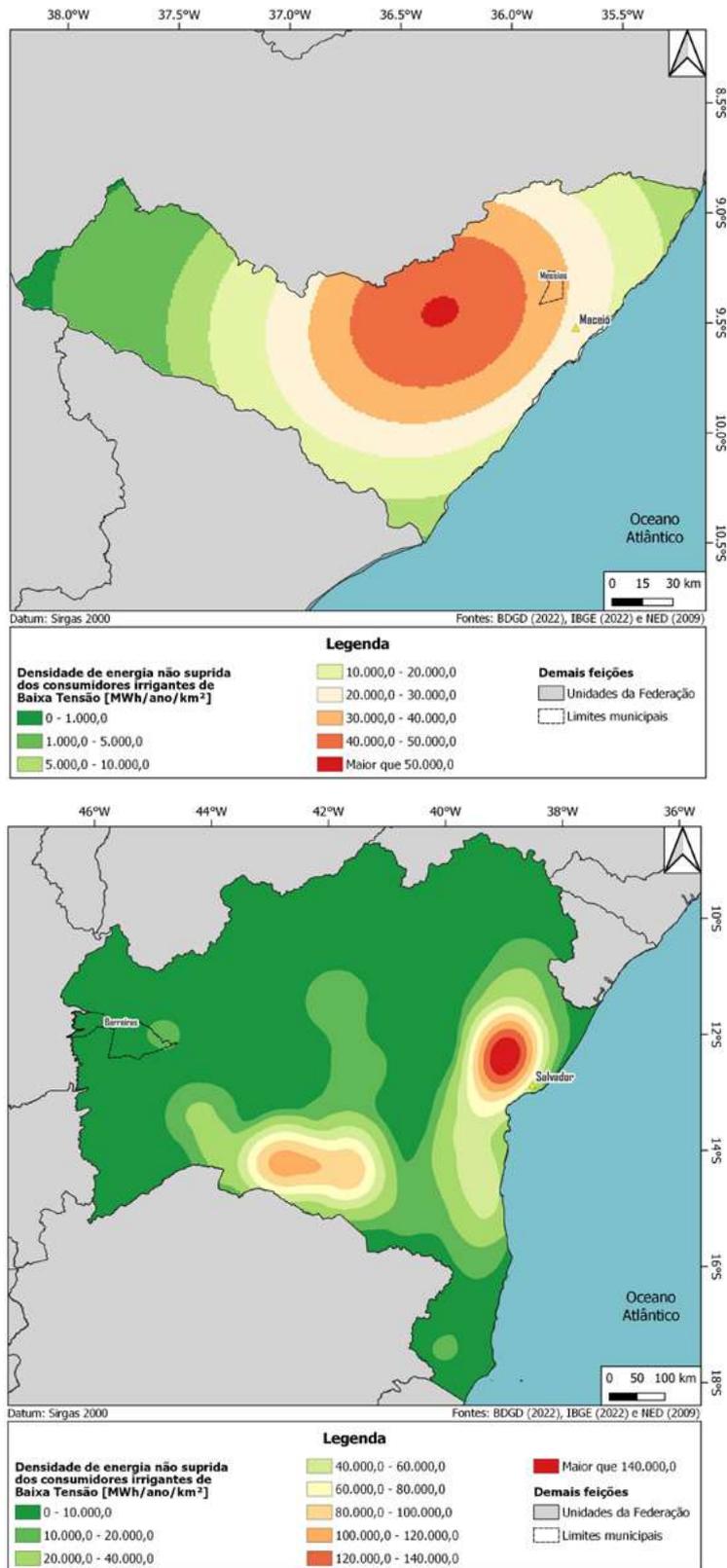


Figura 8 (cont.) – ENS em baixa tensão nos estados brasileiros com dados disponíveis na BDGD.

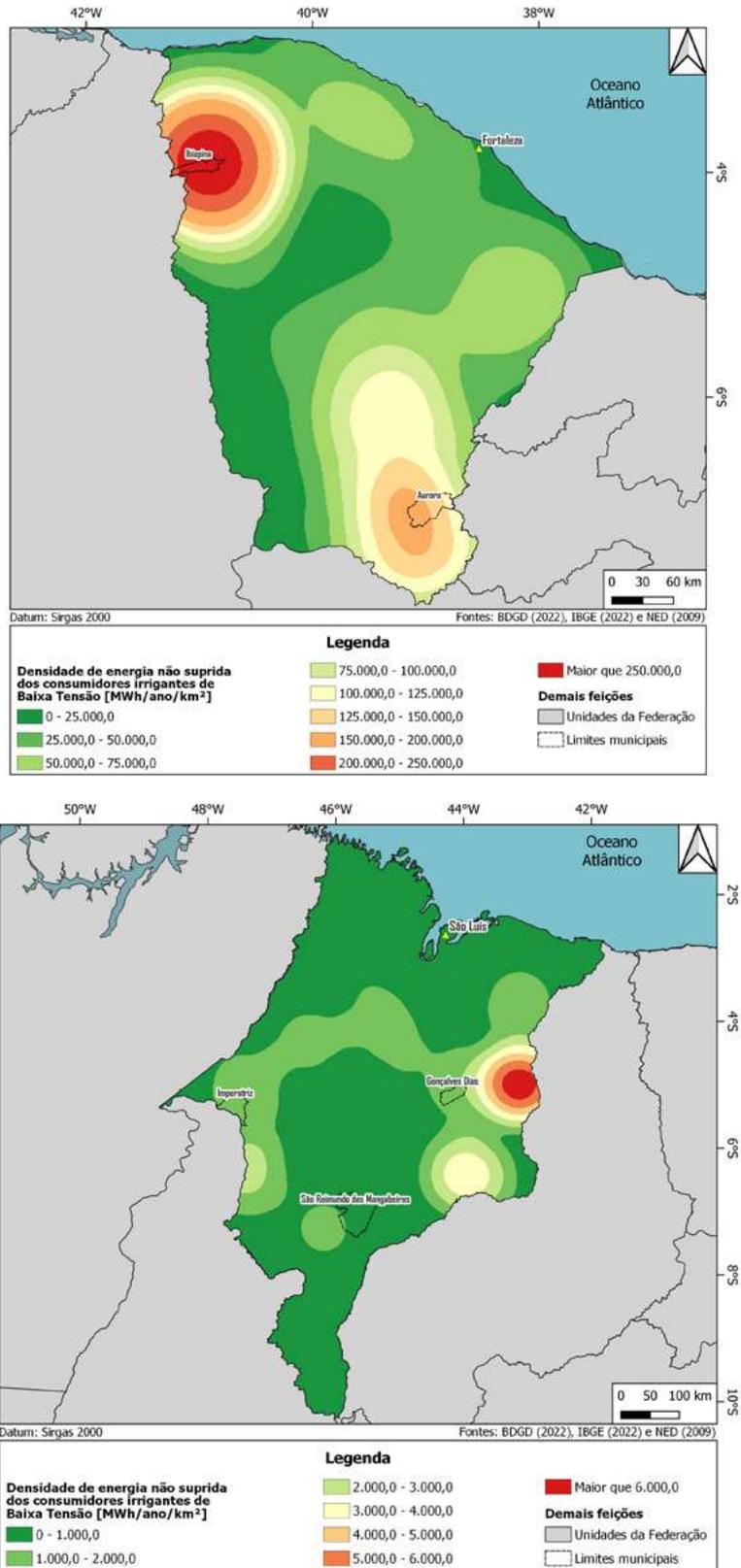


Figura 8 (cont.) – ENS em baixa tensão nos estados brasileiros com dados disponíveis na BDGD.

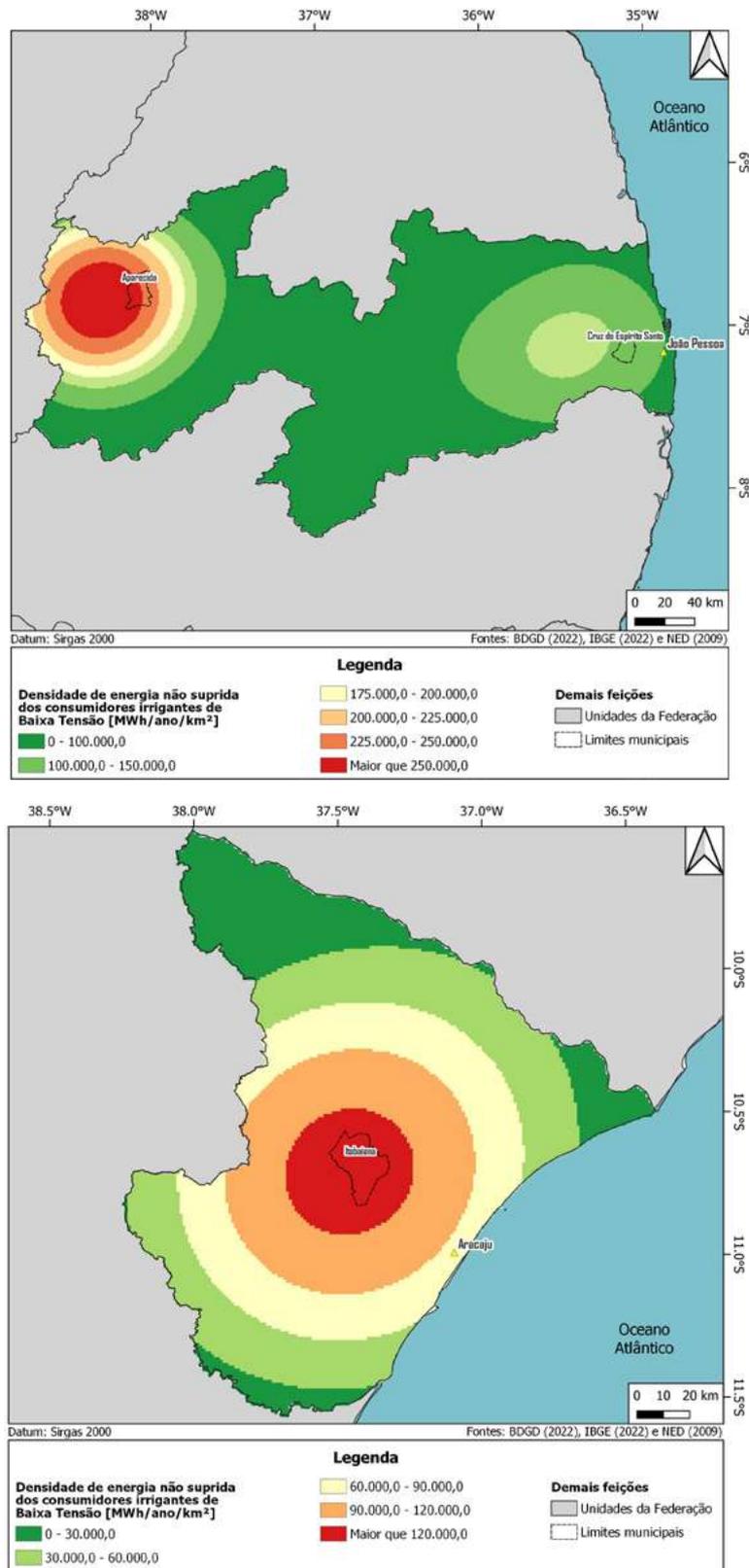


Figura 8 (cont.) – ENS em baixa tensão nos estados brasileiros com dados disponíveis na BDGD.

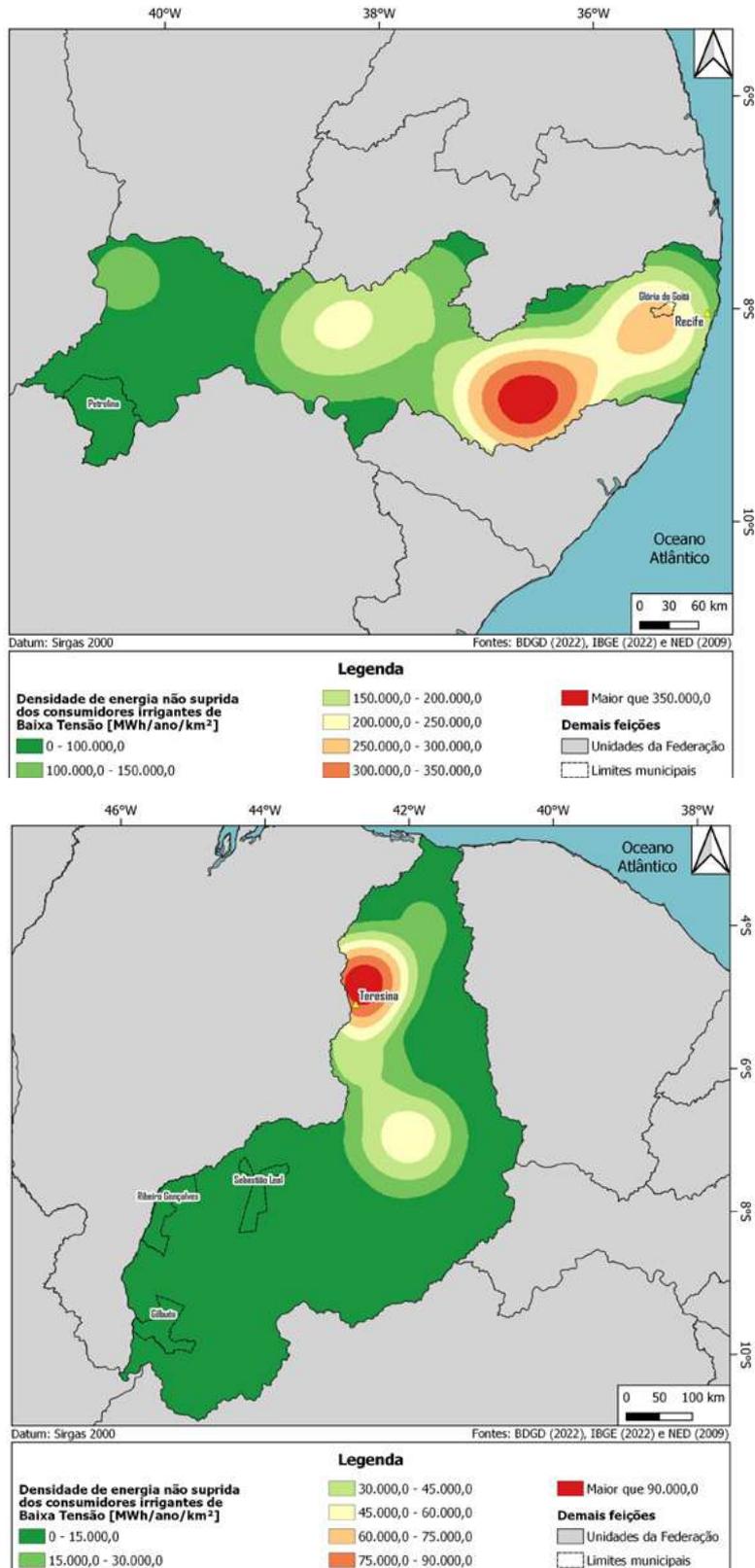


Figura 8 (cont.) – ENS em baixa tensão nos estados brasileiros com dados disponíveis na BDGD.

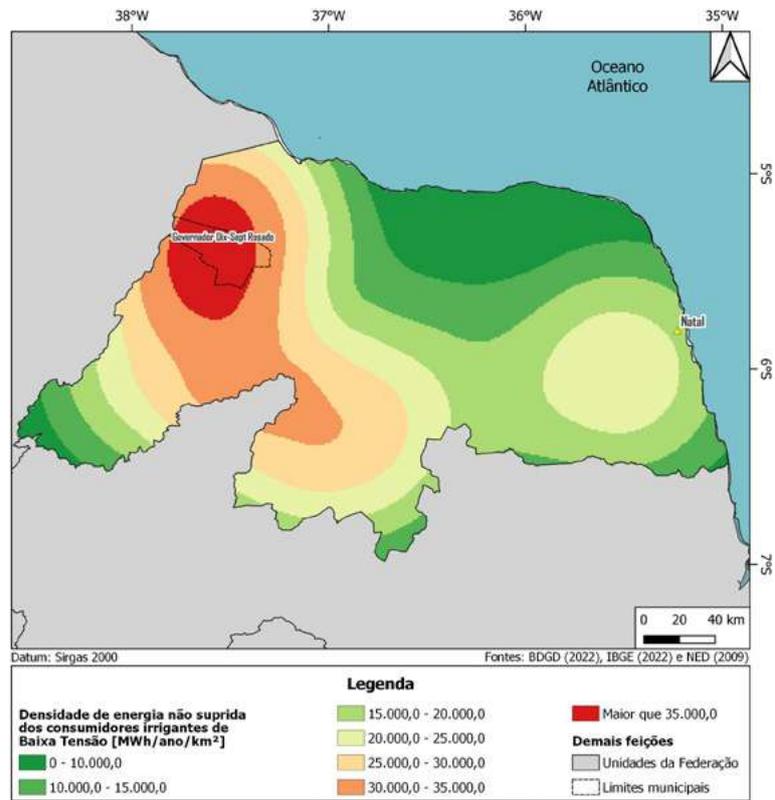


Figura 8 (cont.) – ENS em baixa tensão nos estados brasileiros com dados disponíveis na BDGD.



## 3. PROJEÇÃO DA DEMANDA ELETROENERGÉTICA PARA IRRIGAÇÃO EM 2040

### 3.1 DEMANDA EQUIVALENTE ELETROENERGÉTICA PARA IRRIGAÇÃO EM 2040

Os mapas de calor da demanda equivalente eletroenergética para irrigação em 2040 nas cinco regiões brasileiras (Figura 8) indicam que, de maneira geral, a demanda elétrica futura se torna mais intensa, mas, especialmente, mantém-se em regiões e polos já identificados para a demanda equivalente eletroenergética em 2022 (Figura 3).

A comparação das demandas equivalentes eletroenergéticas de 2022 e 2040 para a Região Sudeste indica um aumento da demanda em algumas áreas, como nas regiões central e oeste de Minas Gerais, além de Unai e Janaúba. Verifica-se, também, intensificação da demanda em Ribeirão Preto, São José do Rio Preto, Araraquara e Bauru.

Na Região Centro-Oeste, observa-se intensificação da demanda na área do Polo de Irrigação Sustentável do Médio Norte do Mato Grosso. Na Região Nordeste, merece destaque o Polo de Agricultura Irrigada do Oeste da Bahia. Já na Região Sul, a intensificação da demanda de energia elétrica ocorre nas áreas do Polo de Irrigação Noroeste Gaúcho e na região de fronteira do Paraná com São Paulo e Mato Grosso do Sul, possivelmente influenciada pelo Polo de Agricultura Irrigada Centro Sul de Mato Grosso. No Norte do país, atesta-se intensificação da demanda equivalente eletroenergética no Polo de Agricultura Irrigada do Sudoeste do Tocantins.

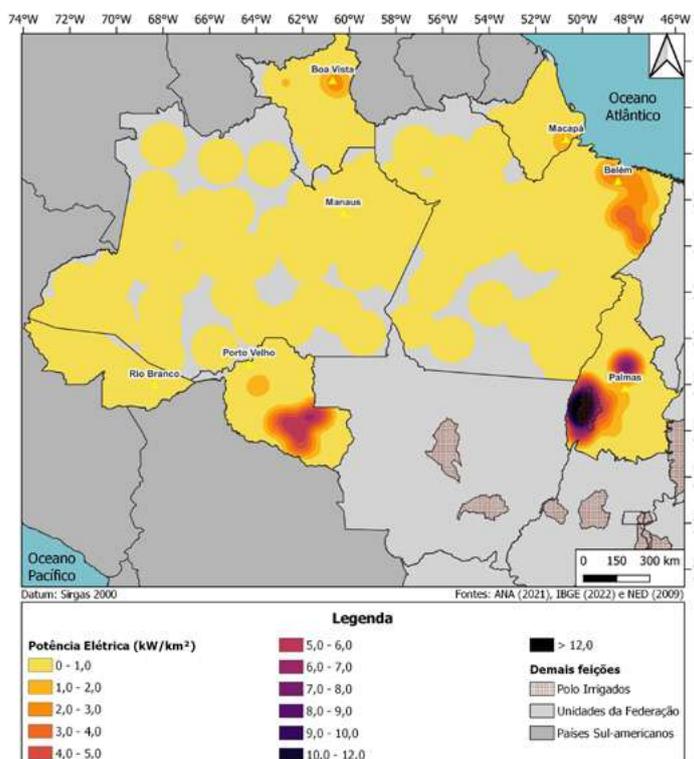


Figura 9 – Estimativa da densidade de potência elétrica equivalente demandada para a agricultura irrigada nas regiões brasileiras em 2040.

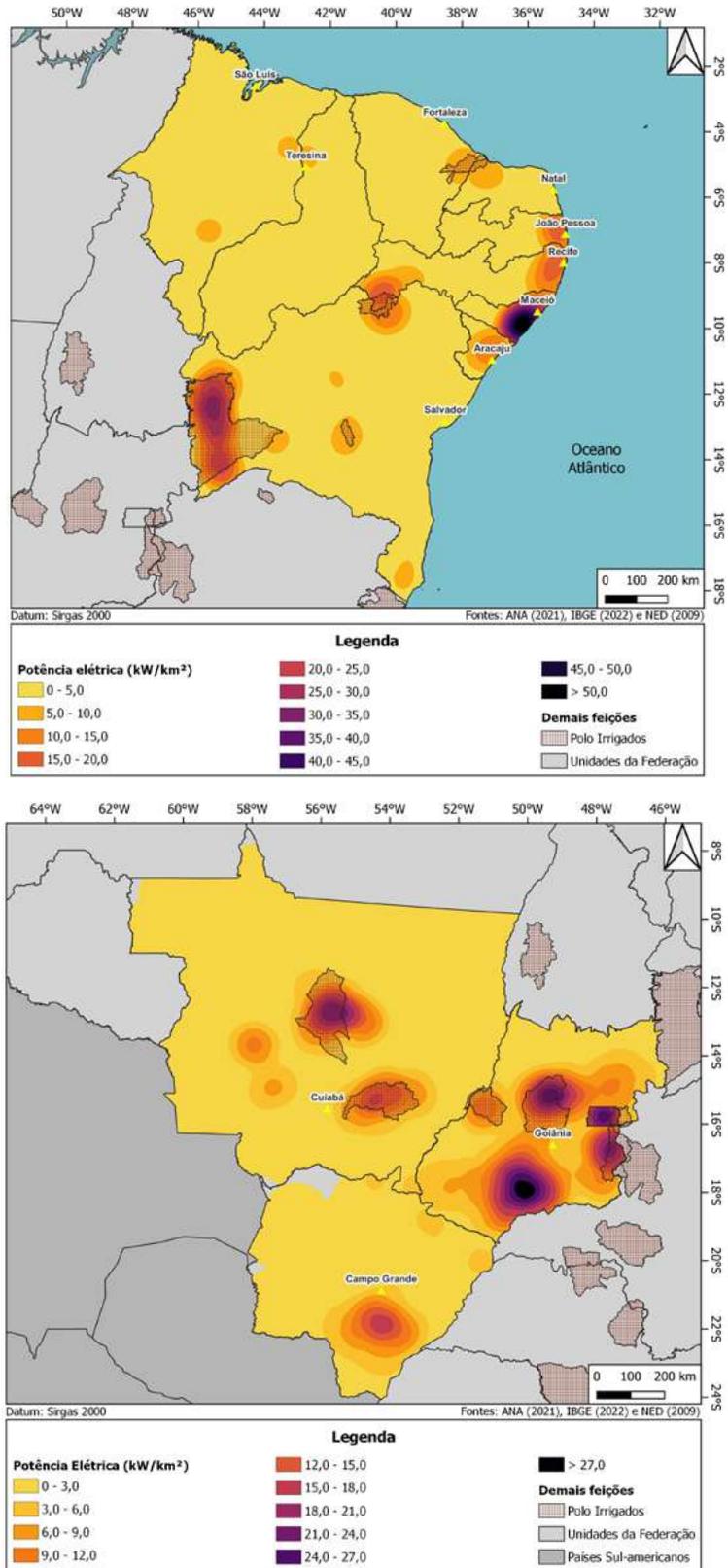


Figura 9 (cont.) – Estimativa da densidade de potência elétrica equivalente demandada para a agricultura irrigada nas regiões brasileiras em 2040.

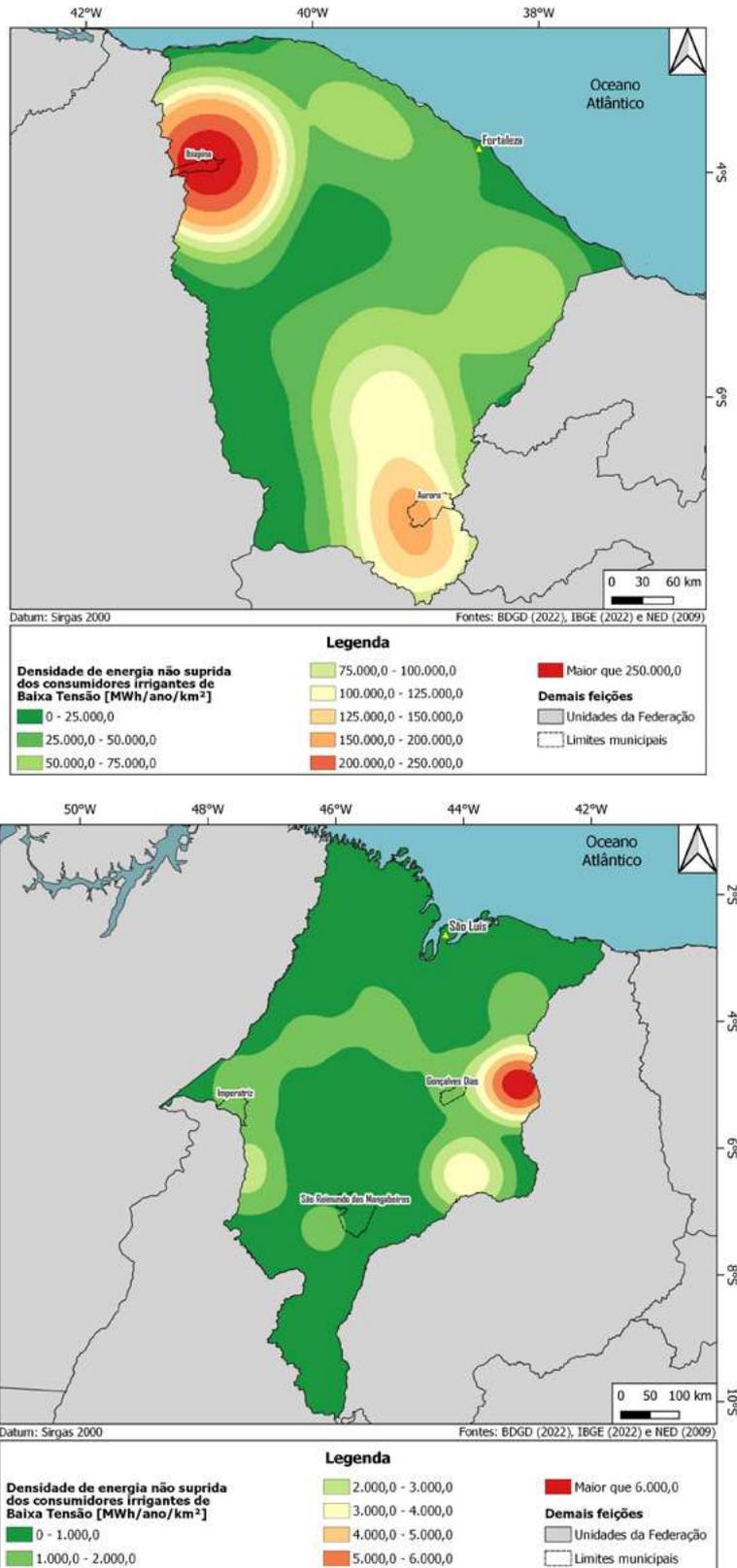


Figura 9 (cont.) – Estimativa da densidade de potência elétrica equivalente demandada para a agricultura irrigada nas regiões brasileiras em 2040.

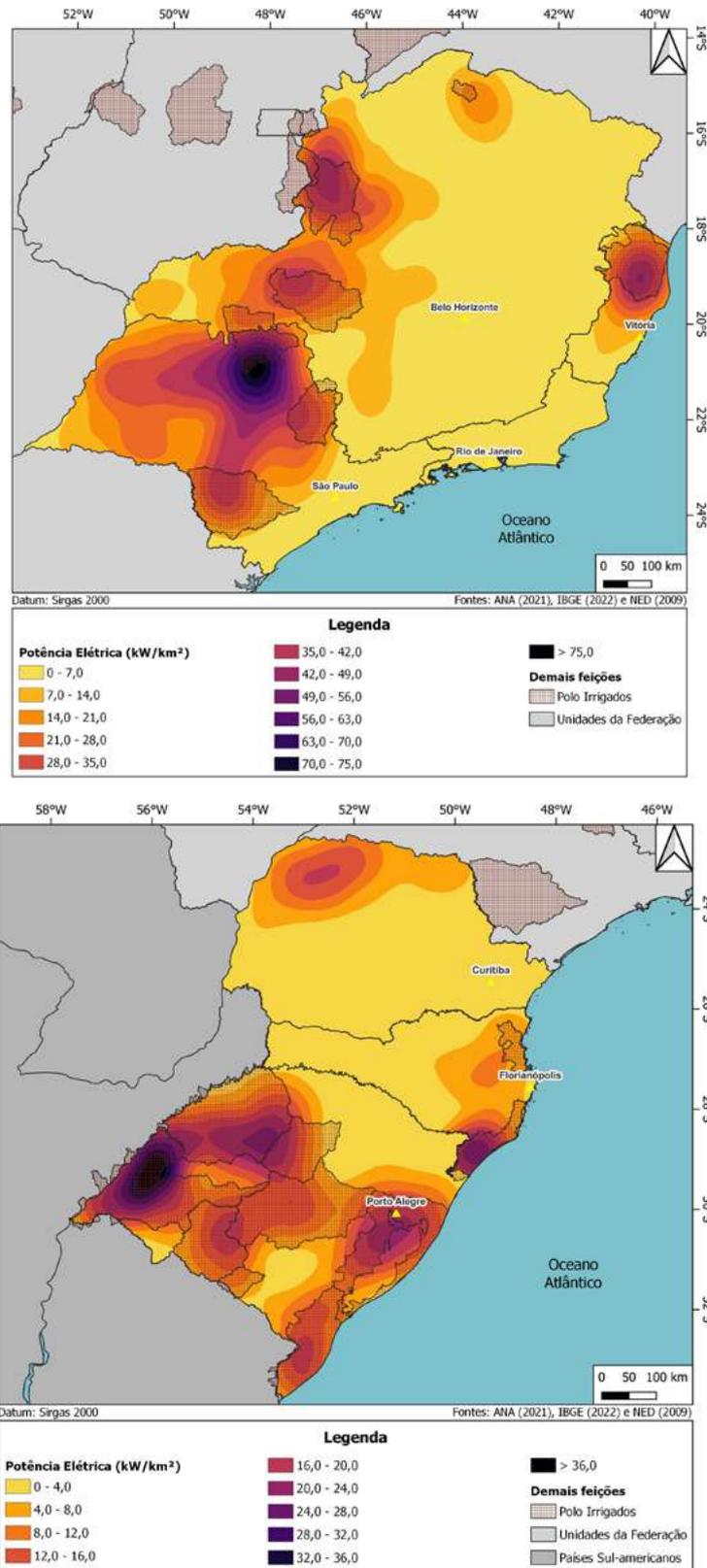


Figura 9 (cont.) – Estimativa da densidade de potência elétrica equivalente demandada para a agricultura irrigada nas regiões brasileiras em 2040.



### 3.2 REGIÕES CRÍTICAS DE ATENDIMENTO ELETROENERGÉTICO PARA IRRIGAÇÃO EM 2040

Na Figura 10, são apresentadas as regiões de maior déficit futuro de energia elétrica para irrigação (delimitadas a 10% do déficit total de cada estado). Assim como ocorrido em 2022, para 2040 a Região Sudeste possui o maior déficit, de cerca de 2,6 GW, especialmente concentrado nas áreas dos polos de irrigação Noroeste de Minas Gerais, Alto Araguari-Paranaíba e Guaira/Miguelópolis, onde há predominância da irrigação de culturas anuais em pivôs centrais. O Centro-Oeste, tradicionalmente associado à produção agrícola em larga escala, possui o segundo maior déficit futuro de energia elétrica, de aproximadamente 1,4 GW, concentrado, sobretudo, nas regiões dos polos Médio Norte de Mato Grosso, Sul de Mato Grosso e Centro Sul de Mato Grosso do Sul. As regiões Nordeste e Sul, apesar de apresentarem déficits futuros de energia elétrica menores (de cerca de 1 GW), não estão isentas de gargalos, especialmente em áreas de crescimento da irrigação, como os polos do Oeste da Bahia, Noroeste Gaúcho e região de Quaraí/Ibicuí/Icamaquã. Por fim, na Região Norte, destaca-se o estado de Tocantins, com grande parte do déficit futuro alocado no polo do Sudoeste de Tocantins.

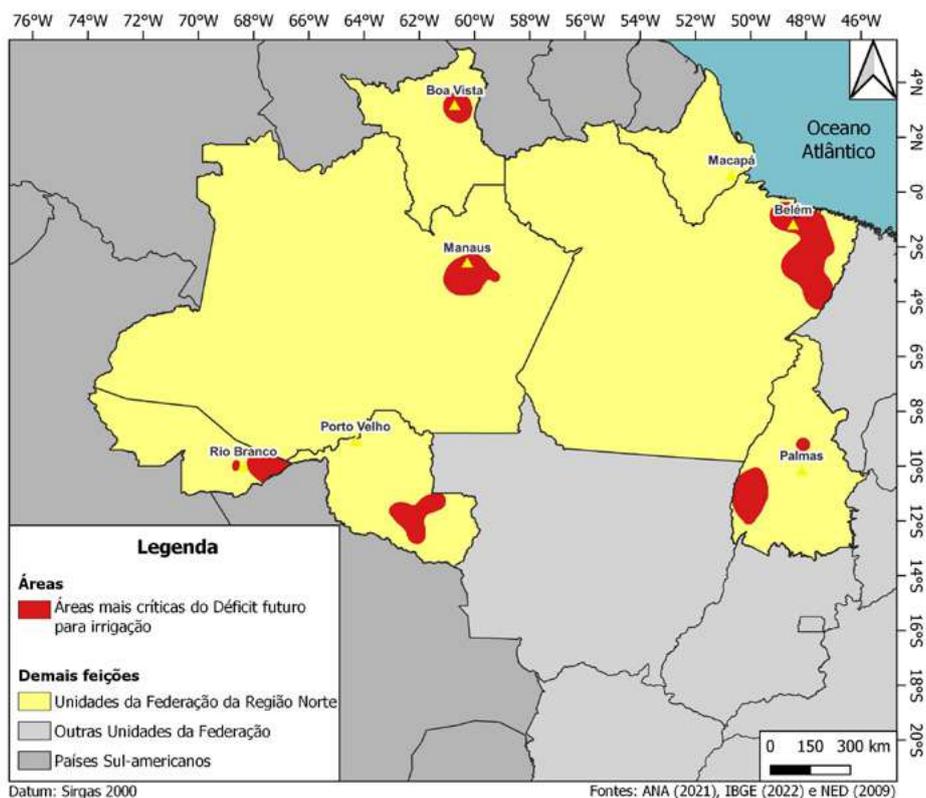


Figura 10 – Áreas com os maiores déficits potenciais futuros de energia elétrica para irrigação nas cinco regiões brasileiras.

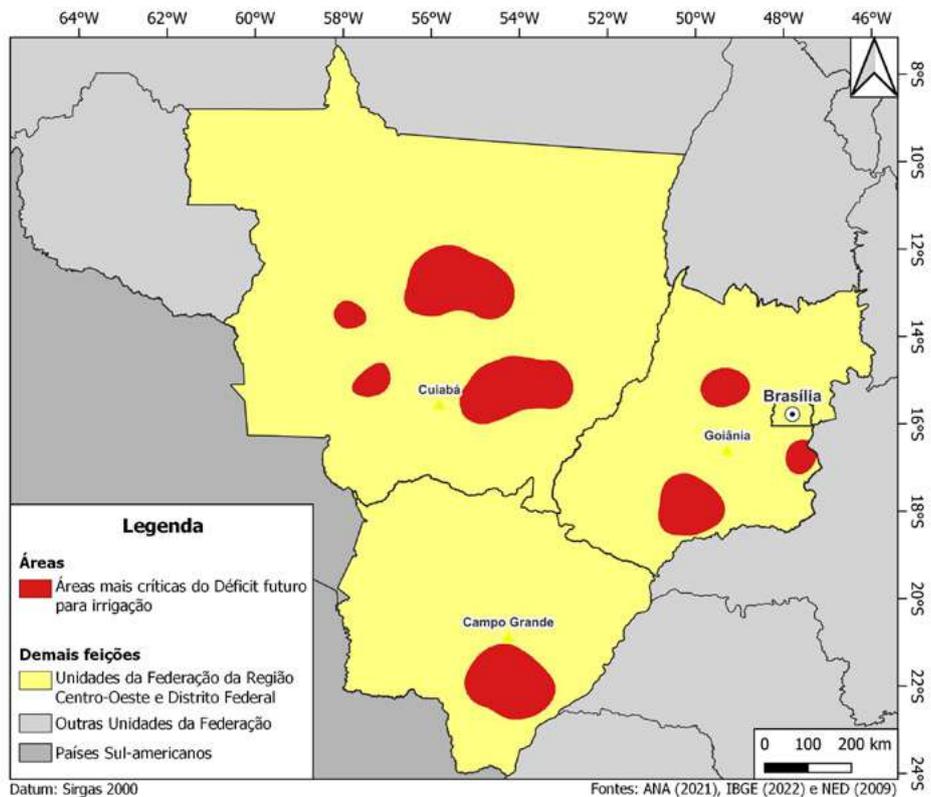
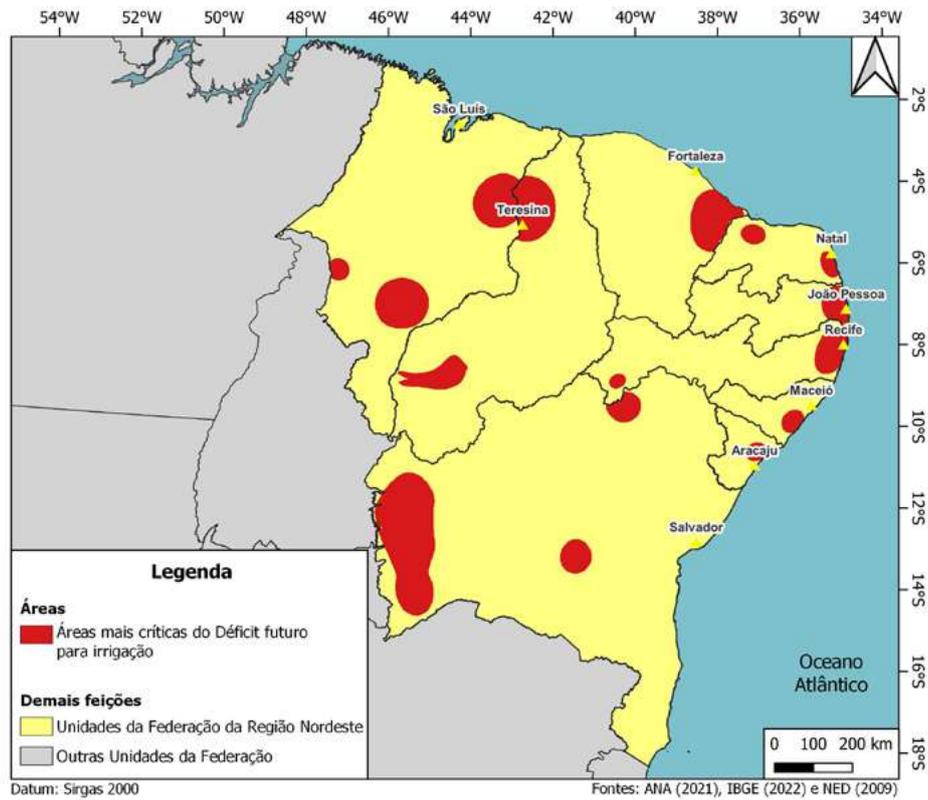


Figura 10 (cont.) – Áreas com os maiores déficits potenciais futuros de energia elétrica para irrigação nas cinco regiões brasileiras.

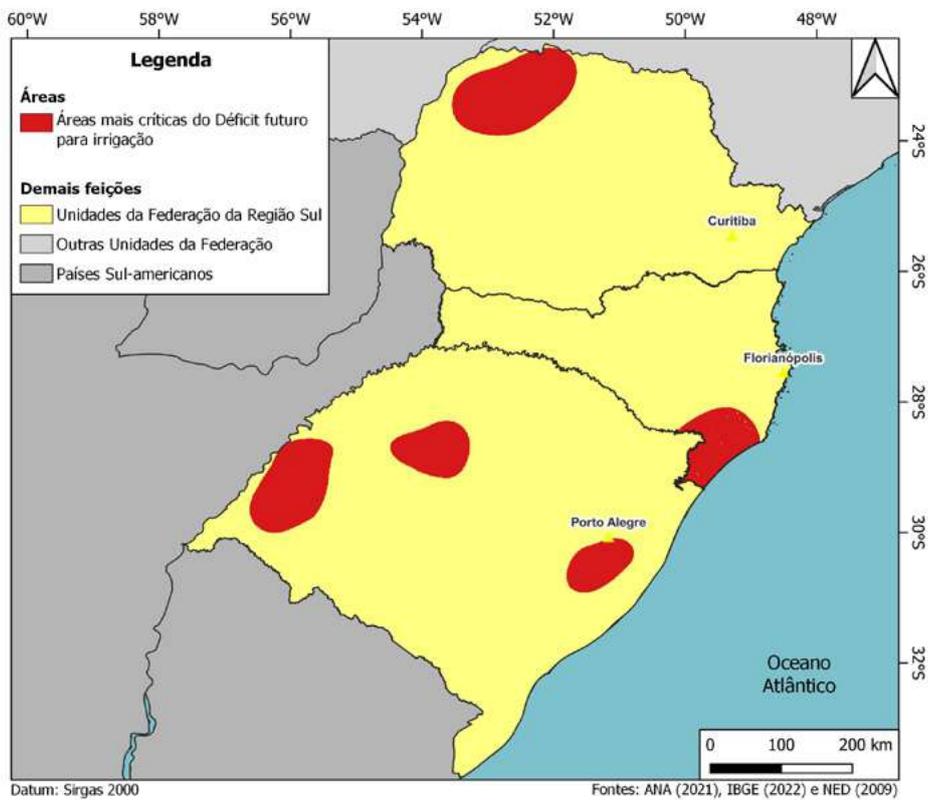
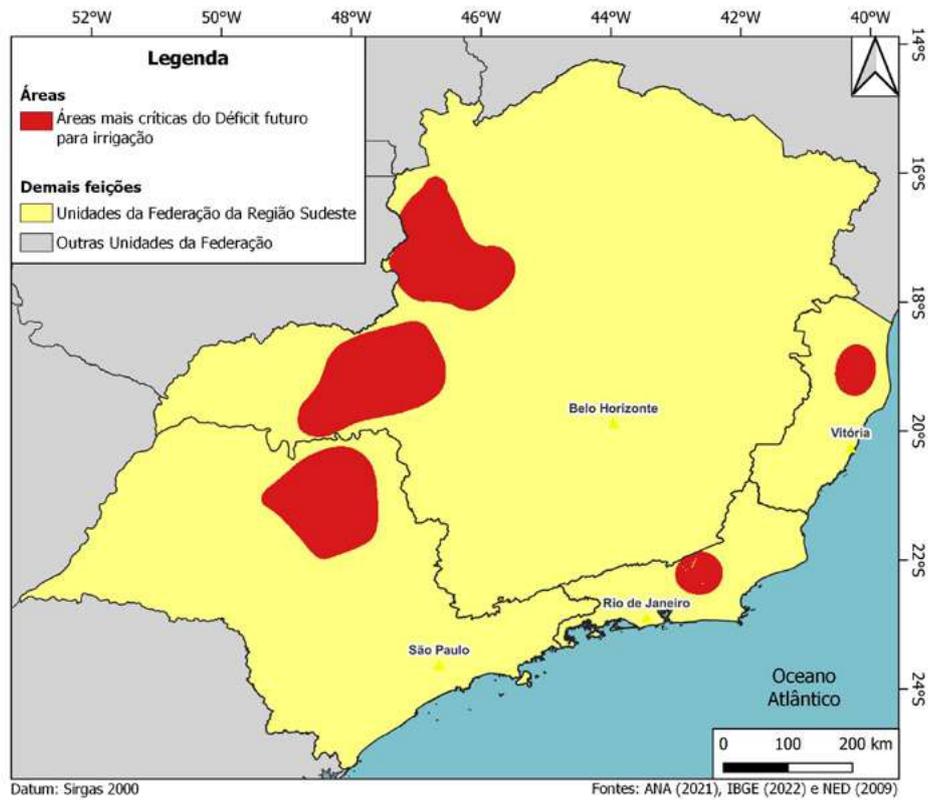


Figura 10 (cont.) – Áreas com os maiores déficits potenciais futuros de energia elétrica para irrigação nas cinco regiões brasileiras.



### 3.3 ANÁLISE DA VIABILIDADE DA ELETRIFICAÇÃO PARA ATENDIMENTO DA DEMANDA FUTURA DA IRRIGAÇÃO

Conforme apresentado na Tabela 1, foi avaliada a viabilidade da eletrificação da irrigação no Brasil até 2040, levando-se em conta as demandas equivalentes eletroenergéticas estimadas e as limitações estruturais regionais. Um crescimento anual da rede elétrica entre 5% e 7% é considerado factível e deve ser priorizado.

Os estados da Região Sudeste apresentam elevado potencial de expansão da irrigação, mas exigem taxas de crescimento da rede elétrica superiores a 13% ao ano (como São Paulo e Minas Gerais), consideradas tecnicamente desafiadoras ou fora da capacidade operacional das distribuidoras no horizonte analisado. O Espírito Santo destaca-se por já possuir boa cobertura em baixa tensão, com necessidade de expansão mais moderada (8,57% ao ano). Recomenda-se concentrar esforços em áreas com maior viabilidade técnica e retorno socioeconômico.

Na Região Sul, os estados do Paraná e Rio Grande do Sul apresentam cenários positivos, com demandas equivalentes eletroenergéticas compatíveis com a capacidade de expansão da rede (crescimentos entre 5% e 7% ao ano). Santa Catarina requer expansão mais acelerada (9,26%), mas ainda dentro de um intervalo realista, com planejamento e investimento adequados. A infraestrutura consolidada e a experiência regional em irrigação favorecem a expansão da eletrificação.

No Centro-Oeste, o estado de Mato Grosso apresenta uma das maiores coberturas atuais e pode expandir com taxa viável (4,59% ao ano). Já Goiás e Mato Grosso do Sul demandam taxas superiores a 14% ao ano, acima da média histórica de expansão da rede de distribuição, exigindo, desse modo, soluções diferenciadas e esforços coordenados.

Na Região Nordeste, a maioria dos estados requer taxas de crescimento elevadas (acima de 10% ao ano), o que representa um desafio significativo frente à capacidade operacional e ao contexto socioeconômico regional. Os estados do Ceará e o Rio Grande do Norte apresentam taxas (cerca de 7%) mais alinhadas aos cenários factíveis. Estratégias de priorização territorial e inovação tecnológica são recomendadas.

A Região Norte apresenta os maiores desafios estruturais, com cobertura limitada, dispersão das áreas irrigadas e necessidade de crescimento acima de 20% ao ano em estados como Pará, Tocantins e Amazonas — valores superiores aos padrões de expansão já observados no setor elétrico. Rondônia e Acre têm demandas mais compatíveis (até 7% ao ano). A adoção de soluções descentralizadas, como geração distribuída com renováveis, é especialmente relevante nesse contexto.



Tabela 1 – Dados para análise da viabilidade da eletrificação da demanda futura de energia da irrigação.

Regiões	Estados	Demanda eletroenergética 2022 (MW)	Demanda equivalente eletroenergética 2022 (MW)	Demanda equivalente eletroenergética 2040 (MW)	Percentual necessário de crescimento anual de rede em 15 anos (%)
<b>Sudeste</b>	<b>MG</b>	596	2.365	3.967	<b>13,45</b>
	<b>SP</b>	336	4.635	5.339	<b>20,23</b>
	<b>ES</b>	201	523	*689	<b>8,57</b>
	<b>RJ</b>	6	79	109	<b>20,97</b>
<b>Sul</b>	<b>PR</b>	272	490	569	<b>4,93</b>
	<b>SC</b>	108	337	416	<b>9,26</b>
	<b>RS</b>	508	2.035	3.023	<b>12,62</b>
<b>Centro-Oeste</b>	<b>GO</b>	93	1.354	2.092	<b>23,06</b>
	<b>MT</b>	562	633	1.246	<b>4,59</b>
	<b>MS</b>	69	524	579	<b>14,94</b>
<b>Nordeste</b>	<b>PE</b>	47	309	*326	<b>13,81</b>
	<b>BA</b>	42	1.116	*1.357	<b>26,07</b>
	<b>AL</b>	18	356	*390	<b>22,88</b>
	<b>CE</b>	45	144	*190	<b>10,09</b>
	<b>MA</b>	26	150	219	<b>15,28</b>
	<b>PD</b>	27	106	*115	<b>10,20</b>
	<b>PI</b>	125	100	*135	<b>0,52</b>
	<b>RN</b>	31	92	*98	<b>8,03</b>
	<b>SE</b>	8	108	*110	<b>19,14</b>
<b>Norte</b>	<b>RO</b>	40	148	*148	<b>9,17</b>
	<b>TO</b>	28	290	473	<b>20,58</b>
	<b>AC</b>	1	3	4	<b>7,00</b>
	<b>AM</b>	0,3	15	24	<b>29,21</b>
	<b>AP</b>	0	11	18	<b>-</b>
	<b>PA</b>	7	129	204	<b>24,88</b>
	<b>RR</b>	0,4	47	53	<b>36,19</b>

\* Demanda equivalente eletroenergética calculada, considerando-se o potencial técnico (área adicional irrigável) estimado pela ESALQ.



## 4. DIAGNÓSTICO E PROJEÇÃO DA DEMANDA ELETROENERGÉTICA NOS POLOS DE AGRICULTURA IRRIGADA

Na Tabela 2, são apresentadas as demandas eletroenergéticas atuais e futuras para 16 Polos de Agricultura Irrigada. Observa-se que, em 2022 a demanda eletroenergética total dos polos foi de 989 MW, ou seja, os polos eram atendidos com, aproximadamente, 1 GW de energia elétrica. No entanto, se toda a irrigação praticada nos polos utilizasse, exclusivamente, energia elétrica, a demanda seria de 3,5 GW. Conclui-se, portanto, que, atualmente, há um déficit de energia elétrica de 2,5 GW para as áreas irrigadas nos perímetros dos Polos de Agricultura Irrigada. Para 2040, a demanda equivalente eletroenergética total dos polos será de 5 GW, o que evidencia a importância do desenvolvimento de políticas públicas, tanto no setor da irrigação quanto na área de planejamento e expansão elétrica, visto a necessidade de atendimento dos irrigantes.

Em 2022, os Polos de Agricultura Irrigada no Brasil apresentaram variações expressivas entre a demanda eletroenergética efetivamente atendida e a demanda equivalente caso toda a irrigação fosse suprida por energia elétrica. Os maiores déficits foram observados nos polos do Oeste da Bahia (481 MW), Centro-Sul do Mato Grosso do Sul (329 MW), Norte Capixaba (297 MW), Sudoeste Paulista (233 MW) e Bacia do Rio Santa Maria (188 MW), evidenciando, assim, significativo subatendimento elétrico e o alto potencial de crescimento da demanda. Já polos como o do Médio Norte do Mato Grosso, Araguaia-Xingu e Oeste Potiguar apresentaram déficits mais baixos. Para 2040, projeta-se um aumento expressivo na demanda eletroenergética em praticamente todos os polos, com destaque para o Noroeste de Minas Gerais (1.083 MW), Oeste da Bahia (664 MW), Sudoeste do Tocantins (436 MW) e Sudoeste Paulista (436 MW), o que reforça a necessidade de planejamento energético robusto e integrado aos planos setoriais, com foco em infraestrutura elétrica, expansão da rede e políticas de incentivo à transição energética no campo.

Algumas regiões demonstram forte tendência de concentração espacial da demanda futura, como o município de Cristalina (GO), as áreas centrais de Sorriso (MT), Lagoa da Confusão (TO), São Gabriel (RS), Unai (MG), além do eixo Itaí-Paranapanema (SP). Em contraste, polos com crescimento mais moderado apresentam estabilidade nas regiões de maior densidade. Essa diferenciação espacial e de intensidade da demanda reforça a importância do planejamento energético regionalizado, considerando-se os diferentes estágios de desenvolvimento e expansão da agricultura irrigada.



Tabela 2 – Demanda eletroenergética em 2022, Demanda equivalente eletroenergética em 2022 e Demanda equivalente eletroenergética 2040 para 16 polos de Agricultura Irrigada.

Polos de Agricultura Irrigada	Demanda eletroenergética 2022 (MW)	Demanda equivalente eletroenergética 2022 (MW)	Demanda equivalente eletroenergética 2040 (MW)
Polo Irrigação Sustentável do Vale do Rio Araguaia - GO	3,21	35,90	60,35
Polo de Irrigação da Região do Vale do Paranã - GO	14,63	86,98	172,34
Polo de Irrigação do Planalto Central de Goiás - GO	14,52	151,81	238,94
Polo de Agricultura Irrigada Araguaia-Xingu - MT	56,80	59,67	124,00
Polo de Irrigação Sustentável do Médio Norte de Mato Grosso - MT	182,68	195,50	353,09
Polo de Irrigação Sustentável do Sul do Mato Grosso - MT	117,74	149,43	278,94
Polo de Irrigação Noroeste Gaúcho - RS	44,87	124,72	233,86
Polo de Agricultura Irrigada da Bacia Hidrográfica do Rio Santa Maria - RS	21,25	208,54	267,56
Polo de Agricultura Centro Sul do MS - MS	33,55	362,60	362,60
Polo de Agricultura Irrigada do Sudoeste do Tocantins - TO	8,76	190,34	287,03
Polo de Agricultura Irrigada do Sudoeste Paulista - SP	69,03	301,73	436,21
Polo de Irrigação Sustentável do Noroeste de Minas Gerais - MG	250,72	694,63	1.082,80
Polo de Agricultura Irrigada Norte Capixaba - ES	142,24	438,84	438,84
Polo de Irrigação Sustentável do Oeste Potiguar - RN	12,69	28,96	28,96
Polo de Agricultura Irrigada do Oeste da Bahia - BA	12,36	493,37	664,47
Polo de Agricultura Irrigada de Ibiapaba - CE	3,81	11,77	11,77
<b>Total</b>	<b>989</b>	<b>3.535</b>	<b>5.042</b>



Na Figura 11, Figura 12, Figura 13 e Figura 14, é apresentada, especialmente, a densidade da demanda eletroenergética 2022, da demanda equivalente eletroenergética 2022 e da demanda equivalente eletroenergética 2040 para o polos avaliados, sendo as cores mais escuras representativas das maiores densidades.

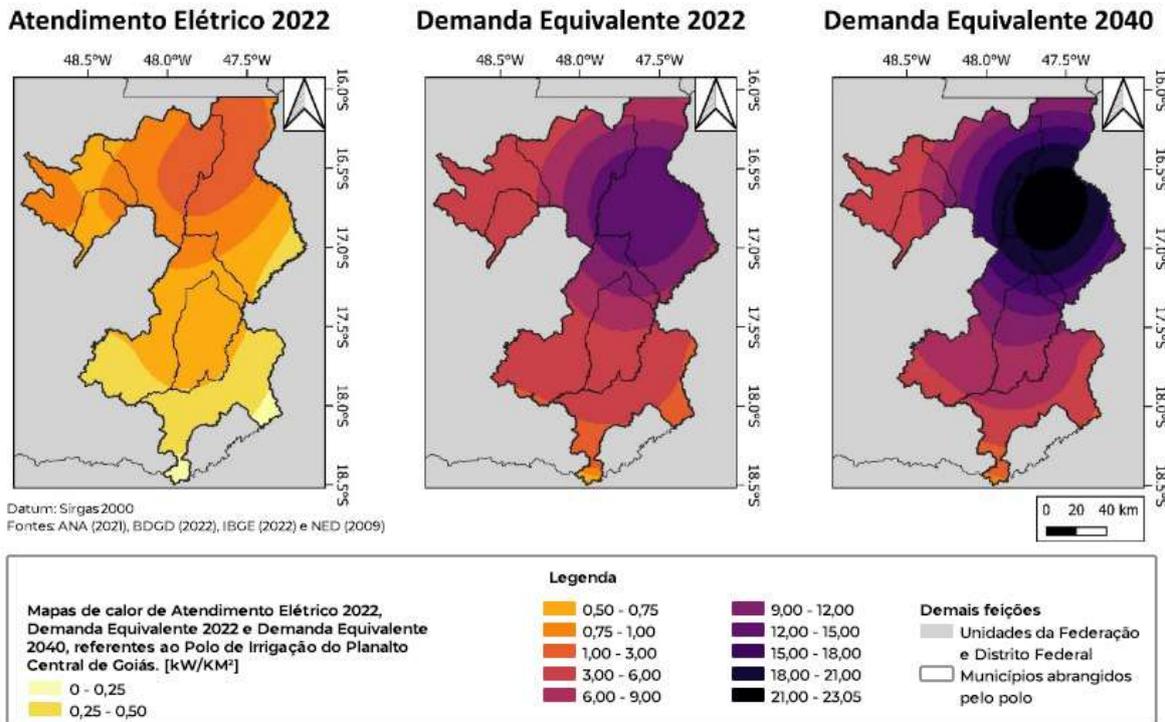
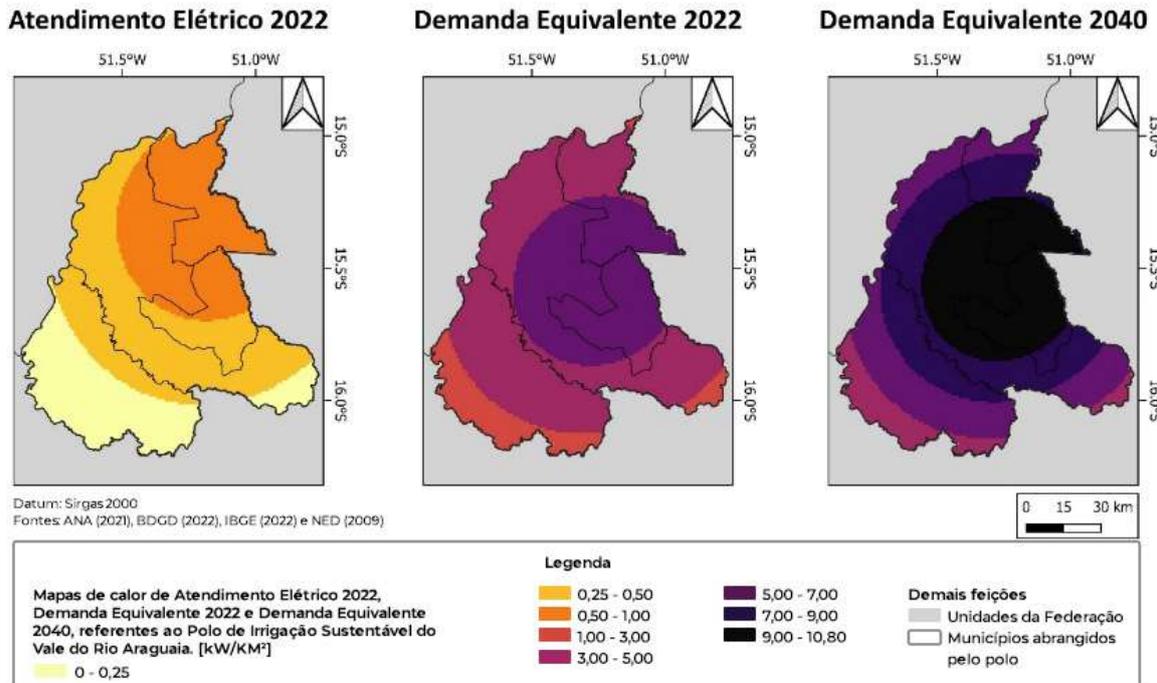
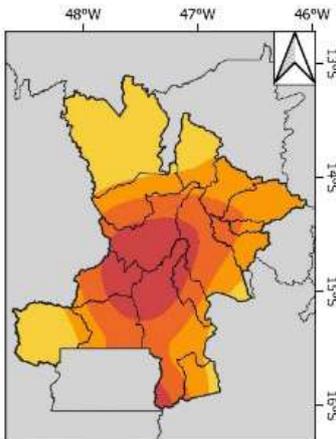


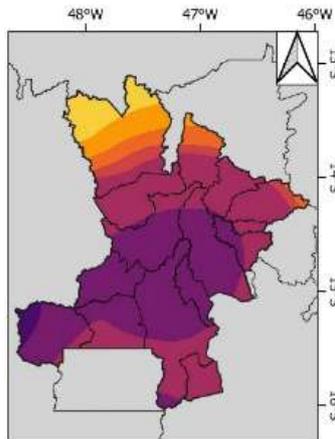
Figura 11 – Densidade da demanda eletroenergética 2022, da demanda equivalente eletroenergética 2022 e da demanda equivalente eletroenergética 2040 para o Polos do Vale do Rio Araguaia, Planalto Central de Goiás, Vale do Paranã e Araguaia-Xingu.



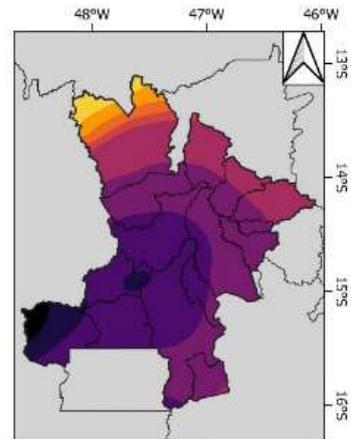
### Atendimento Elétrico 2022



### Demanda Equivalente 2022



### Demanda Equivalente 2040



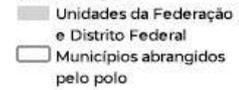
Datum: Sirgas 2000  
Fontes: ANA (2021), BDGD (2022), IBGE (2022) e NED (2009)

Mapas de calor de Atendimento Elétrico 2022, Demanda Equivalente 2022 e Demanda Equivalente 2040, referentes ao Polo de Irrigação da Região do Vale do Paraná. [kW/KM<sup>2</sup>]

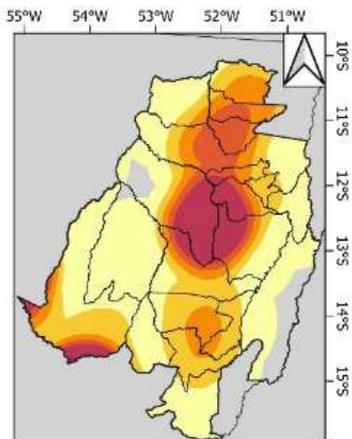
#### Legenda



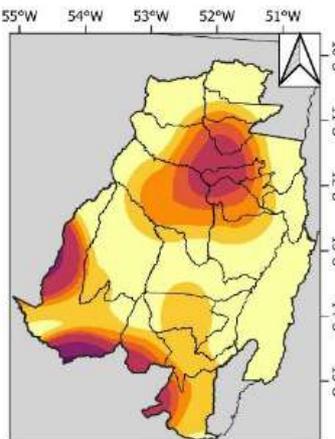
#### Demais feições



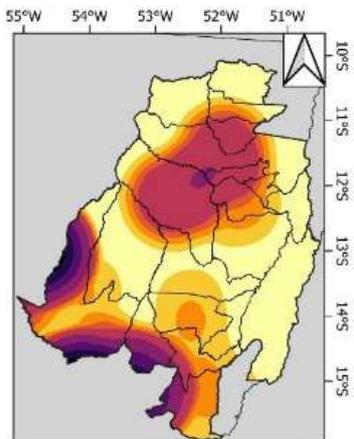
### Atendimento Elétrico 2022



### Demanda Equivalente 2022



### Demanda Equivalente 2040



Datum: Sirgas 2000  
Fontes: ANA (2021), BDGD (2022), IBGE (2022) e NED (2009)

Mapas de calor de Atendimento Elétrico 2022, Demanda Equivalente 2022 e Demanda Equivalente 2040, referentes ao Polo de Agricultura Irrigada Araguaia-Xingu. [kW/KM<sup>2</sup>]

#### Legenda



#### Demais feições

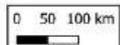
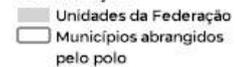
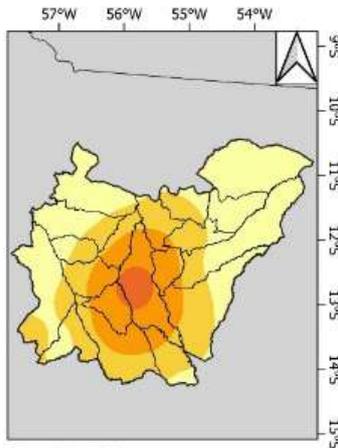


Figura 11 (cont.) – Densidade da demanda eletroenergética 2022, da demanda equivalente eletroenergética 2022 e da demanda equivalente eletroenergética 2040 para o Polos do Vale do Rio Araguaia, Planalto Central de Goiás, Vale do Paraná e Araguaia-Xingu.

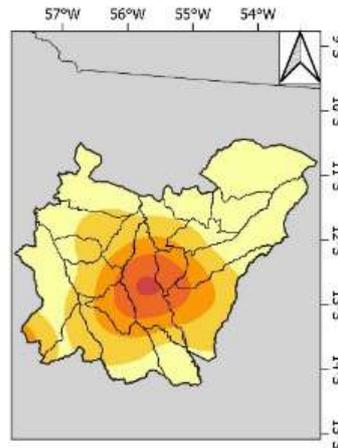


### Atendimento Elétrico 2022

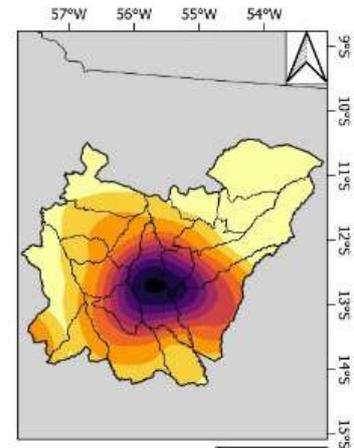


Datum: Sirgas2000  
Fontes: ANA (2021), BDGD (2022), IBGE (2022) e NED (2009)

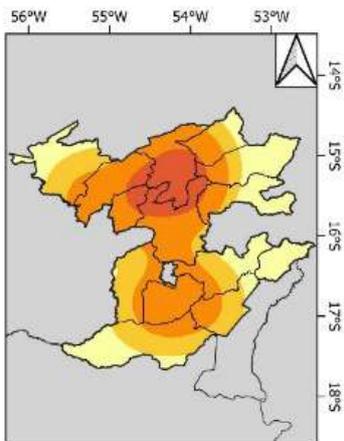
### Demanda Equivalente 2022



### Demanda Equivalente 2040

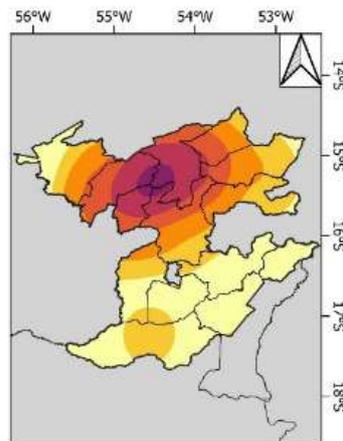


### Atendimento Elétrico 2022



Datum: Sirgas 2000  
Fontes: ANA (2021), BDGD (2022), IBGE (2022) e NED (2009)

### Demanda Equivalente 2022



### Demanda Equivalente 2040

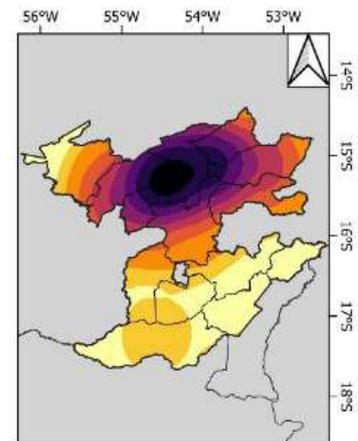
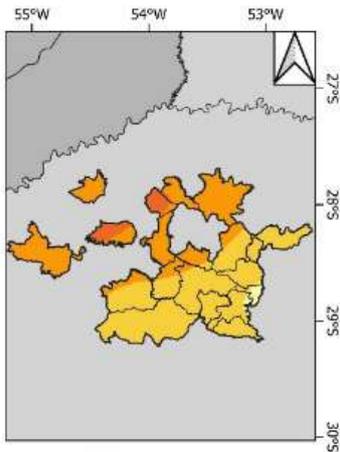


Figura 12 – Densidade da demanda eletroenergética 2022, da demanda equivalente eletroenergética 2022 e da demanda equivalente eletroenergética 2040 para o Polos do Médio Norte do Mato Grosso, Sul do Mato Grosso, Noroeste Gaúcho e Bacia do Rio Santa Maria.

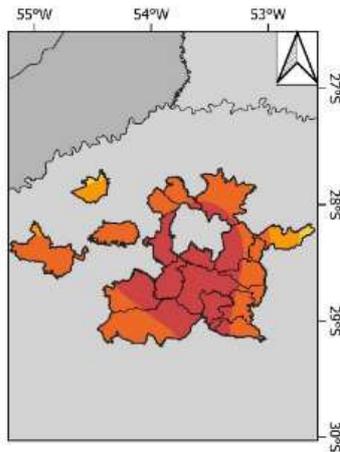


### Atendimento Elétrico 2022

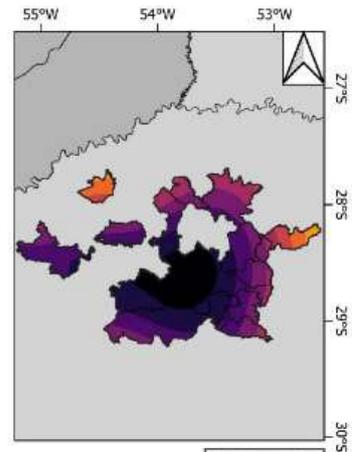


Datum: Sirgas 2000  
Fontes: ANA (2021), BDGD (2022), IBGE (2022) e NED (2009)

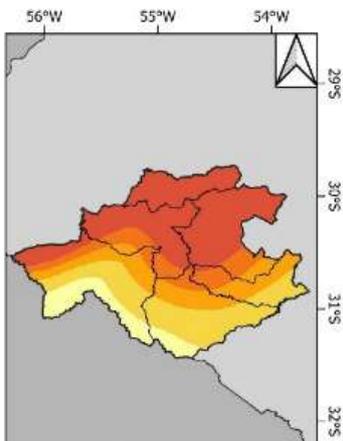
### Demanda Equivalente 2022



### Demanda Equivalente 2040

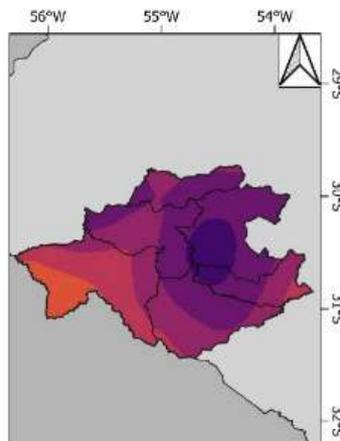


### Atendimento Elétrico 2022



Datum: Sirgas 2000  
Fontes: ANA (2021), BDGD (2022), IBGE (2022) e NED (2009)

### Demanda Equivalente 2022



### Demanda Equivalente 2040

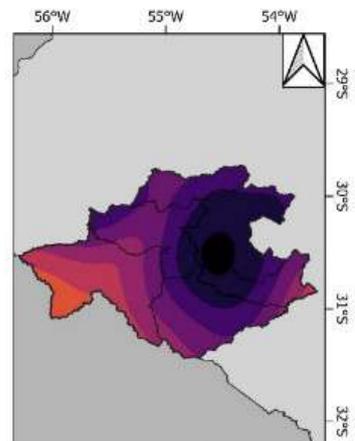
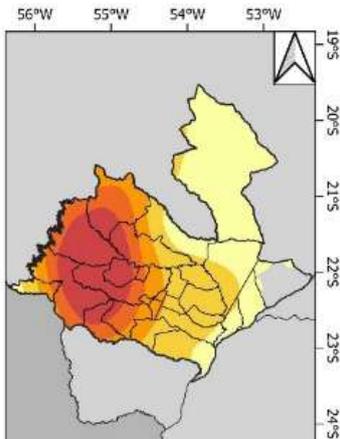


Figura 12 – Densidade da demanda eletroenergética 2022, da demanda equivalente eletroenergética 2022 e da demanda equivalente eletroenergética 2040 para o Polos do Médio Norte do Mato Grosso, Sul do Mato Grosso, Noroeste Gaúcho e Bacia do Rio Santa Maria.

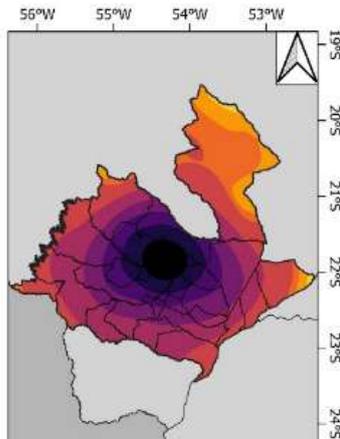


### Atendimento Elétrico 2022

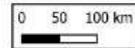
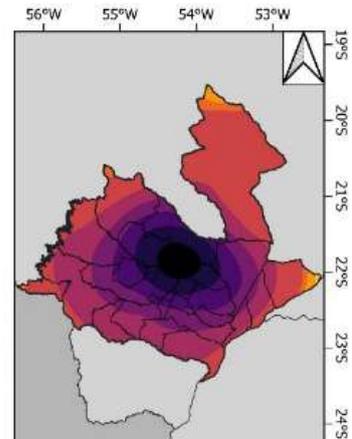


Datum: Sirgas 2000  
Fontes: ANA (2021), BDGD (2022), IBGE (2022) e NED (2009)

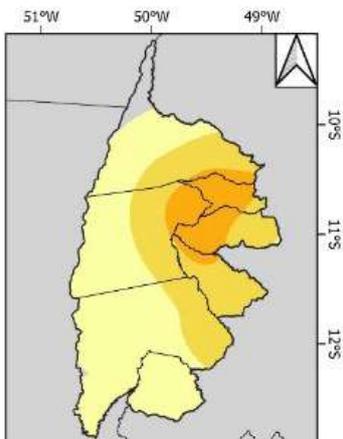
### Demanda Equivalente 2022



### Demanda Equivalente 2040

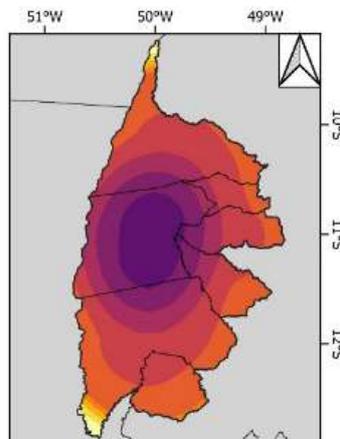


### Atendimento Elétrico 2022



Datum: Sirgas 2000  
Fontes: ANA (2021), BDGD (2022), IBGE (2022) e NED (2009)

### Demanda Equivalente 2022



### Demanda Equivalente 2040

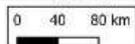
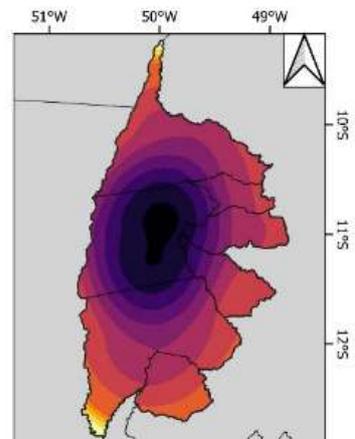


Figura 13 – Densidade da demanda eletroenergética 2022, da demanda equivalente eletroenergética 2022 e da demanda equivalente eletroenergética 2040 para os Polos Centro Sul do Mato Grosso do Sul, Sudoeste do Tocantins, Sudoeste Paulista e Sudoeste de Minas Gerais.

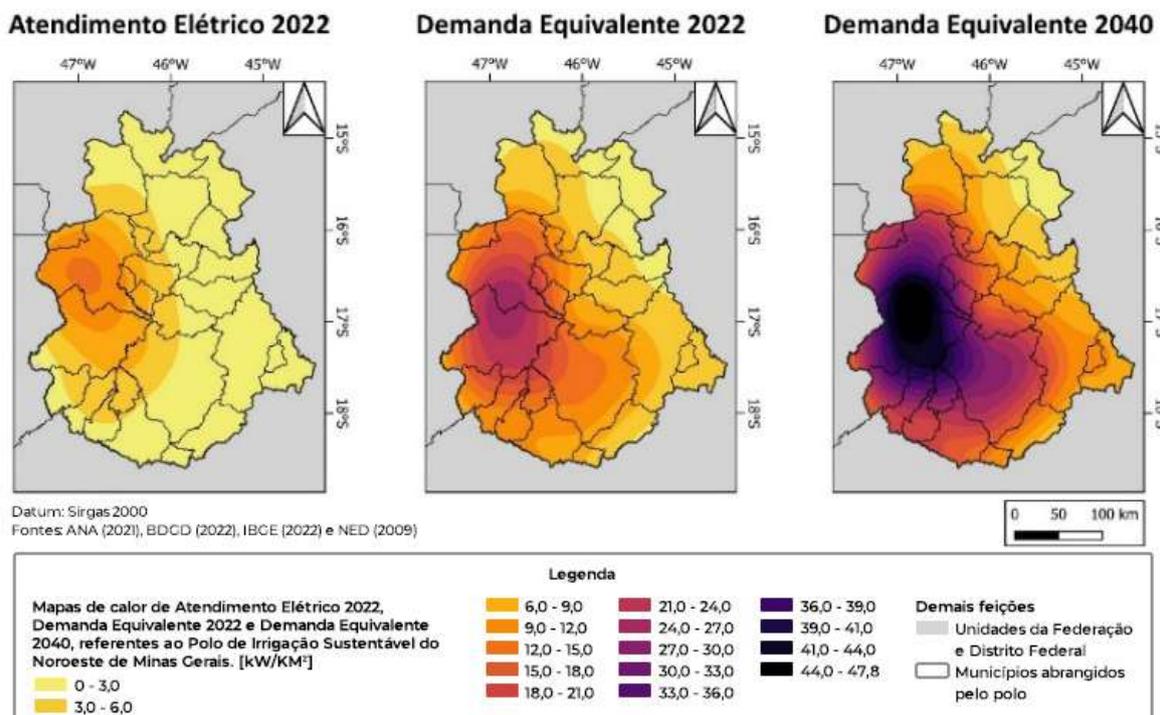
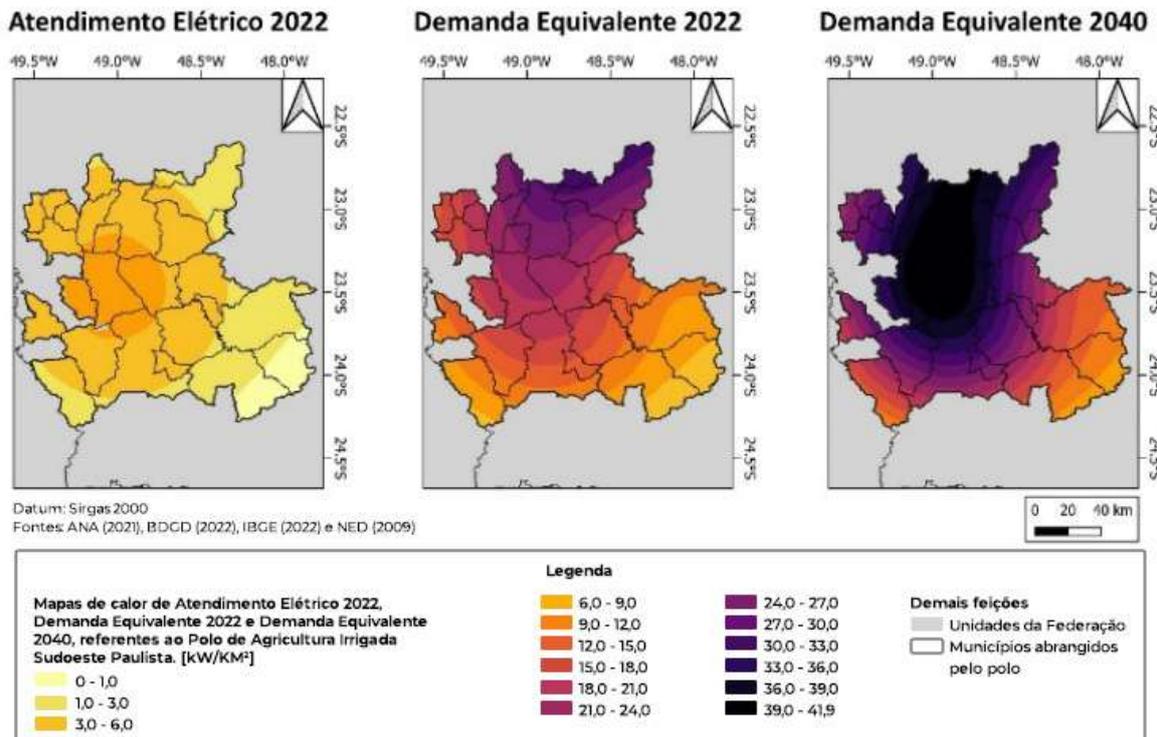
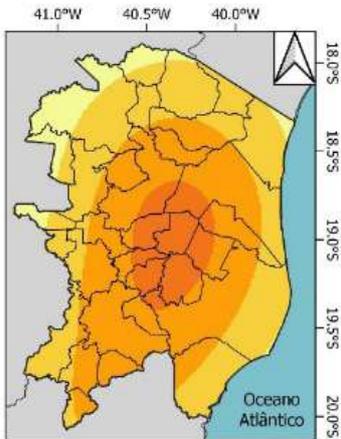


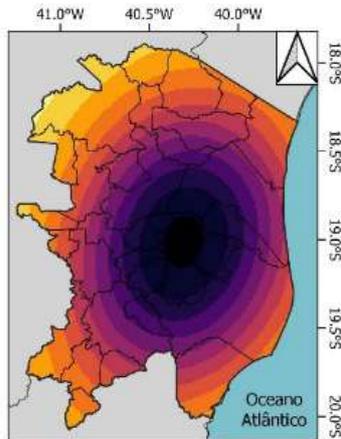
Figura 13 (cont.) – Densidade da demanda eletroenergética 2022, da demanda equivalente eletroenergética 2022 e da demanda equivalente eletroenergética 2040 para os Polos Centro Sul do Mato Grosso do Sul, Sudoeste do Tocantins, Sudoeste Paulista e Sudoeste de Minas Gerais.



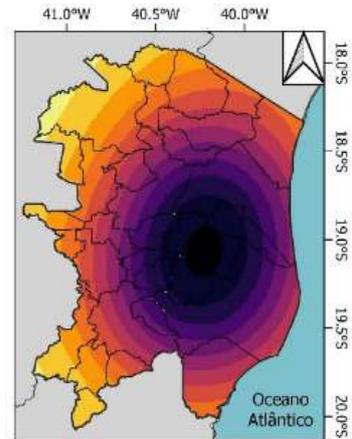
### Atendimento Elétrico 2022



### Demanda Equivalente 2022



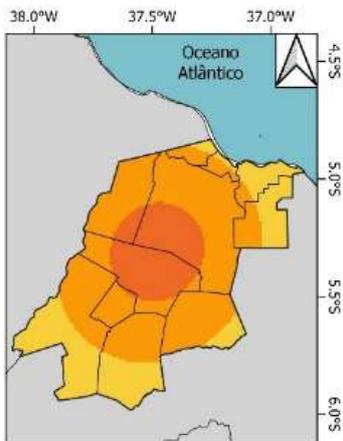
### Demanda Equivalente 2040



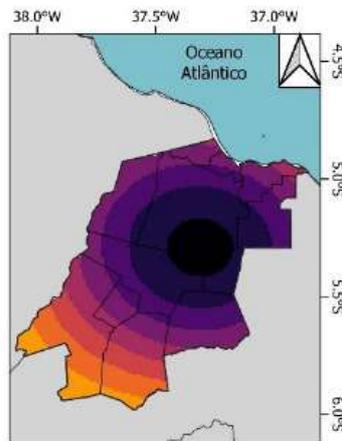
Datum: Sirgas 2000  
Fontes ANA (2021), BDGD (2022), IBCE (2022) e NED (2009)



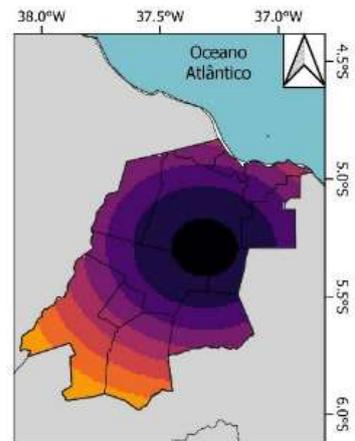
### Atendimento Elétrico 2022



### Demanda Equivalente 2022



### Demanda Equivalente 2040



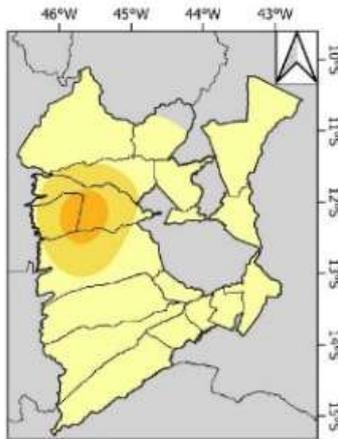
Datum: Sirgas 2000  
Fontes ANA (2021), BDGD (2022), IBCE (2022) e NED (2009)



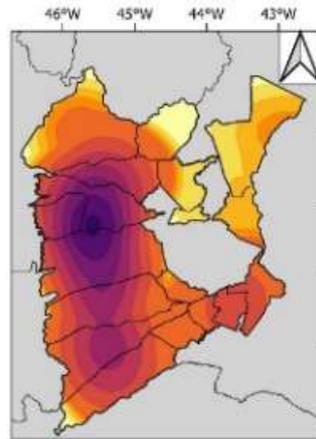
Figura 14 – Densidade da demanda eletroenergética 2022, da demanda equivalente eletroenergética 2022 e da demanda equivalente eletroenergética 2040 para o Polos Norte Capixaba, Oeste Potiguar, Oeste da Bahia e Ibiapaba.



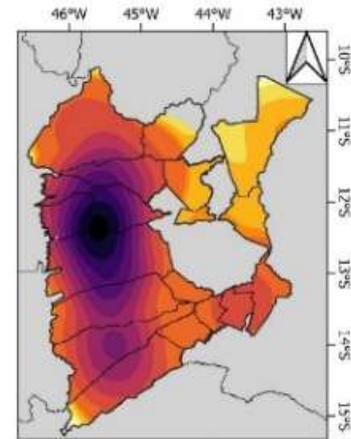
### Atendimento Elétrico 2022



### Demanda Equivalente 2022



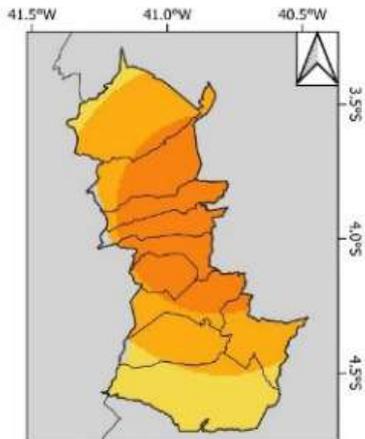
### Demanda Equivalente 2040



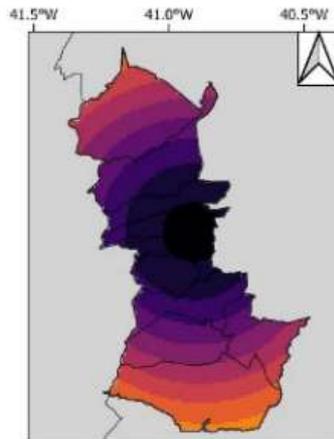
Datum: Sirgas2000  
Fontes: ANA (2021), BDGD (2022), IBGE (2022) e NED (2009)



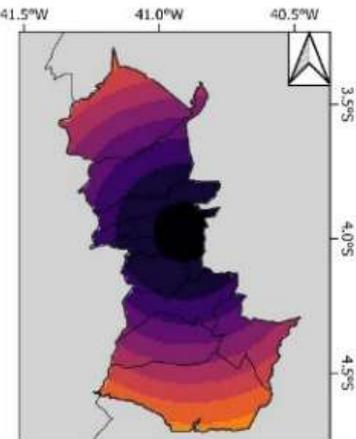
### Atendimento Elétrico 2022



### Demanda Equivalente 2022



### Demanda Equivalente 2040



Datum: Sirgas 2000  
Fontes: ANA (2021), BDGD (2022), IBGE (2022) e NED (2009)



Figura 14 (cont.) – Densidade da demanda eletroenergética 2022, da demanda equivalente eletroenergética 2022 e da demanda equivalente eletroenergética 2040 para o Polos Norte Capixaba, Oestes Potiguar, Oeste da Bahia e Ibiapaba.



## 5. ESTRATÉGIA POLÍTICA E SETORIAL PARA O ATENDIMENTO DA DEMANDA

A estratégia sugerida para o setor irrigante baseia-se no uso e na evolução dos instrumentos apresentados no Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional (PRODIST) e na Política Nacional de Irrigação, cujas partes mais relevantes para o objetivo desse trabalho foram alvo de sugestões de aprimoramento ou de propostas de estratégia de uso.

### 5.1 PROCEDIMENTOS DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA NO SISTEMA ELÉTRICO NACIONAL – PRODIST, NO MÓDULO 2 – PLANEJAMENTO DA EXPANSÃO DO SISTEMA DE DISTRIBUIÇÃO

Na Tabela 3, é apresentada uma série de contribuições para o aprimoramento do regimento do PRODIST, no Módulo 2 – Planejamento da Expansão do Sistema de Distribuição, contido no Anexo II da Resolução Normativa ANEEL Nº 956, de 7 de dezembro de 2021, com o intuito de aperfeiçoar o desenvolvimento do sistema elétrico voltado para o atendimento das áreas vocacionadas à irrigação.

Tabela 3 – Contribuições para o aprimoramento do PRODIST.

Trechos do PRODIST	Sugestões
<p><b>Seção 2.1</b></p> <p><b>Previsão de Demanda</b></p> <p><b>Procedimentos gerais do PRODIST</b></p> <p>9. A previsão de demanda deve ser compatível com os planos diretores municipais, os planos regionais de desenvolvimento e os estudos do planejamento setorial.</p> <p>10. A previsão de demanda deve considerar as solicitações de conexão e os pedidos de fornecimento, bem como os acréscimos de carga, ponderando o risco de sua não consecução.</p> <p>11. A distribuidora pode escolher livremente os modelos de previsão de demanda, estando os resultados sujeitos à validação pela ANEEL.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inclusão de áreas vocacionadas à irrigação nos planos regionais de desenvolvimento (geralmente elaborados pelos estados);</li> <li>• Elaboração de estudos, juntamente com outros setores prejudicados, para avaliar e criticar os modelos adotados. Possibilitando a apresentação de estudos próprios ou modelos de terceiros mais adequados.</li> </ul>



## Trechos do PRODIST

## Sugestões

### Seção 2.1

#### Previsão de Demanda

##### Procedimentos para elaboração dos estudos de previsão de demanda no Sistema de Distribuição de Média Tensão – SDMT

19. Devem ser observados os seguintes requisitos para a elaboração dos estudos de previsão de demanda no SDMT:

- a) o horizonte de previsão é de 5 anos, devendo um novo estudo ser realizado a cada ano;
- b) a previsão deve ter caráter espacial, associada às áreas mais representativas;
- f) a necessidade de extensão ou reforço do sistema de distribuição para atendimento a novas áreas com baixa densidade de carga deve ser destacada, classificando-se como atendimento a mercado emergente;

- Aumentar o horizonte de previsão para 10 anos, visto o longo prazo dos grandes projetos de irrigação;
- Todo o planejamento, especialmente os estudos de demanda, devem incorporar os aspectos espaciais das cargas;
- Articulação para que seja de fato aplicado o Artigo 19, alínea f sobre os serviços de distribuição serem estendidos às áreas de baixa densidade de carga.

### Seção 2.3

#### CrITÉRIOS e Estudos de Planejamento

##### Planejamento do Sistema de Distribuição de Alta Tensão – SDAT

54. A distribuidora deve disponibilizar aos usuários ou potenciais usuários os estudos dos casos de referência, contendo critérios, dados e resultados, quando forem de interesse direto desses usuários, nas condições e formatos descritos no Módulo 6 do PRODIST, salvo aqueles de caráter contábil-financeiro.

58. No planejamento do SDAT a distribuidora deve considerar os seguintes critérios:

- a) segurança;
- b) carregamento para operação normal ou em emergência;
- c) tensão para operação normal ou em emergência;
- d) qualidade do produto;
- e) continuidade;
- f) viabilidade econômica; e
- g) viabilidade ambiental.

59. Além dos critérios listados no item 58, a distribuidora pode considerar outros critérios, tais como perdas, vida útil de equipamentos e atualização tecnológica.

- Além do estabelecido no artigo 54, associações, como as de irrigantes, por exemplo, ou sindicatos, deveriam poder ter acesso a informações de interesse coletivo, como é o caso do atendimento de áreas com vários irrigantes. Estas informações devem conter, também, os aspectos definidos no artigo 58.
- O artigo 59 deveria incluir critérios de transição energética, como é o caso da substituição de combustíveis fósseis por energia elétrica no país, adotando-os como ponderadores da decisão de investimento.



## Trechos do PRODIST

## Sugestões

### Critérios de Continuidade no SDAT

76. Os limites estabelecidos para os indicadores de continuidade DEC e FEC, conforme Seção 8.2 do Módulo 8 do PRODIST, devem ser atendidos solidariamente pelo SDAT e SDMT, considerando como 100% a confiabilidade da Rede Básica.

- Considerar no planejamento estudos de ressarcimentos individuais, com base no FIC e DIC.

### Critérios econômicos no planejamento do SDAT

84. Os estudos de natureza econômico-financeira, necessários ao planejamento da expansão do SDAT, devem considerar:

- a) o planejamento fiscal e financeiro das distribuidoras;
- b) a regulamentação tarifária; e
- c) os riscos inerentes das diferentes alternativas.

- Incluir critérios que incorporem as restrições técnicas e financeiras dos consumidores, notadamente aqueles que exigem expansão significativa da rede.

### Critérios ambientais no planejamento do SDAT

85. Nos estudos do planejamento de longo prazo, para as instalações do SDAT e para as subestações de distribuição, a distribuidora deve atender as determinações das leis e dos regulamentos estabelecidos pelos órgãos ambientais, e considerar como critério de planejamento os custos e o cronograma associado ao licenciamento e implantação das ações mitigadoras.

- Considerar metas de descarbonização do lado do consumo, como a substituição de combustíveis fósseis por eletricidade na irrigação.

### Diretrizes para estudos de planejamento de longo prazo do SDAT

102. Os estudos de planejamento de longo prazo do SDAT têm como objetivo propor as principais obras de caráter estrutural, respeitando os critérios técnicos e econômicos.

106. Os estudos de planejamento de longo prazo do SDAT devem fazer uso das informações da própria distribuidora, dos agentes e das entidades setoriais.

112. Definidas as alternativas técnicas, os estudos de caráter econômico-financeiro, referidos nos itens 84 e 85, devem ser desenvolvidos considerando, entre outros:

- a) demanda pesada, média e leve por subestação;
- b) custo dos investimentos;
- c) custo de operação e manutenção;
- d) custo das perdas;
- e) custo ambiental; e
- f) valor residual dos equipamentos e instalações.

- Considerando o princípio do ótimo global, incluir o custo da energia não suprida, na ótica do consumidor.



Trechos do PRODIST	Sugestões
--------------------	-----------

### Seção 2.3

#### Critérios e Estudos de Planejamento

##### Planejamento das Subestações de Distribuição – SED e do Sistema de Distribuição de Média Tensão – SDMT

115. O horizonte dos estudos do SDMT é de 5 anos e das SED é de 10 anos, devendo passar por revisão a cada ano e incluir análise crítica entre o planejado e o realizado no ano anterior.

- O horizonte de planejamento dos SDMT deve ser de 10 anos.

#### Diretrizes para a expansão das SED

122. Os estudos de planejamento de SED devem considerar as seguintes etapas:

- estudos elétricos;
- formulação de alternativas;
- análise técnica e ambiental preliminar para pré-seleção de alternativas; e
- análise econômica e seleção de alternativas.

- Os estudos não devem se prender apenas na representação dos diagramas elétricos, sendo necessária a visão espacial dos trajetos das linhas e dos seus entornos.

#### Diagnóstico do SDMT

124. A caracterização da carga compreende:

- demanda de potência ativa nos alimentadores;
- distribuição da carga ao longo dos alimentadores;
- fator de carga; e
- fator de potência.

- Incluir no Artigo 129 um horizonte exploratório de 10 anos;

#### Diretrizes para a expansão do SDMT

129. O planejamento da expansão do SDMT consiste na previsão, para os próximos 5 anos, de novos alimentadores e de reforços nos alimentadores existentes, detalhando as obras a serem realizadas nos 24 meses seguintes, observando:

- os planos diretores dos municípios e a legislação ambiental, além de levar em consideração outros planos de desenvolvimento regionais existentes;
- o plano de universalização dos serviços de energia elétrica da distribuidora; e
- a evolução espacial prevista do mercado e as condicionantes ambientais para o horizonte de estudo.

- O inciso “a” deve considerar planos regionais e setoriais de desenvolvimento, como planos de irrigação;
- No inciso “b” a universalização deve considerar não só os consumidores residenciais de baixa potência, mas também unidades de grande porte para fins produtivos, como irrigantes;
- O inciso “c” acerta ao destacar a evolução espacial da carga, devendo deixar claro que esses estudos de demanda devem se estender para as áreas rurais.



Trechos do PRODIST	Sugestões
<p><b>Seção 2.4</b>  <b>Plano de Desenvolvimento da Distribuição</b>  <b>Divulgação do PDD pela ANEEL</b></p> <p>149. A ANEEL dará publicidade aos montantes consolidados dos investimentos realizados e planejados pelas distribuidoras.</p> <p>150. A ANEEL não divulgará informações individualizadas e detalhadas das obras.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No Artigo 149 não há menção sobre o processo de discussão do PDD com a sociedade, com incorporação dos interesses desta;</li> <li>• Inclusão de audiência públicas e disponibilização de dados e premissas utilizados;</li> <li>• Permitir a apresentação de estudos alternativos por parte dos interessados, sendo eles usuários, as associações representativas ou o poder público;</li> <li>• Revogar o Artigo 150 sobre o veto à divulgação detalhada do PDD.</li> </ul>

## 5.2 PLANO NACIONAL DE IRRIGAÇÃO

A Política Nacional de Irrigação dispõe de instrumentos, que podem ser, adequadamente, utilizados para respaldar os interesses do setor de irrigação junto às distribuidoras, durante a elaboração e a atualização do Plano de Desenvolvimento da Distribuição – PDD.

Nesse sentido, o artigo 6º, da Lei nº 12.787/2013, propõe:

### Seção I

#### Dos Planos e Projetos de Irrigação

Art. 6º Os Planos de Irrigação visam a orientar o planejamento e a implementação da Política Nacional de Irrigação, em consonância com os Planos de Recursos Hídricos, e abrangem o seguinte conteúdo mínimo:

- I. diagnóstico das áreas com aptidão para agricultura irrigada, em especial quanto à capacidade de uso dos solos e à disponibilidade de recursos hídricos;
- II. hierarquização de regiões ou bacias hidrográficas prioritárias para a implantação de projetos públicos de agricultura irrigada, com base no potencial produtivo, em indicadores socioeconômicos e no risco climático para a agricultura;
- III. levantamento da infraestrutura de suporte à agricultura irrigada, em especial quanto à disponibilidade de energia elétrica, sistema de escoamento e transportes;



IV. indicação das culturas e dos sistemas de produção, dos métodos de irrigação e drenagem a serem empregados e dos arranjos produtivos recomendados para cada região ou bacia hidrográfica.

§ 1º Os Planos de Irrigação conterão previsão das fontes de financiamento e estimativas acerca dos recursos financeiros requeridos.

§ 2º O Plano Nacional de Irrigação terá caráter orientador para a elaboração dos planos e projetos de irrigação pelos Estados e pelo Distrito Federal e caráter determinativo para a implantação de projetos de irrigação pela União.

§ 3º Na elaboração dos Planos Estaduais de Irrigação, as unidades da Federação deverão consultar os comitês de bacias de sua área de abrangência.

Como pode ser observado, o Artigo 6º, Inciso III, é específico ao tratar da necessidade de os planos de irrigação, em qualquer nível, terem avaliação específica do suprimento de energia elétrica. Ao não citar outros vetores energéticos, presume-se que o vetor preferencial é a energia elétrica. Isso faz sentido, seja pelo lado ambiental, reduzindo as emissões, seja pelo lado de custo para a sociedade. Assim, planos de irrigação cada vez mais detalhados e regionalizados, com estudos de suprimento elétrico, constituem fortes instrumentos de coerção para a realização do PDD da distribuidora, lembrando que, para a consecução do PDD, tem-se que auscultar a sociedade por meio de planos de desenvolvimento, como discutido anteriormente.

### 5.3 ARTICULAÇÃO DO SETOR IRRIGANTE COM AGENTES DO SETOR ELÉTRICO

O setor agropecuário no Brasil tem mostrado uma crescente participação no PIB, ainda mais quando se consideram todos os segmentos que compõe o agronegócio. Do ponto de vista energético, o crescimento também tem sido significativo, embora a participação no todo seja ainda pequena. Essa pouca participação tem-se refletido na quase ausência do setor rural nos fóruns de debate para elaboração dos planos setoriais de energia, com destaque para o Plano Nacional de Energia (PNE).

Estrategicamente, espera-se que o setor disponha de uma participação ativa junto a EPE, para influenciar nos diversos planos elaborados pela instituição, bem como ser demandante de estudos específicos. Ressalta-se que, do lado da oferta o setor agrícola, já tem sido ouvido, notadamente por causa dos biocombustíveis. Necessita-se uma articulação para que a demanda rural tenha peso similar, pois, em grande medida, está associada a essa oferta energética.

Na mesma linha, na formulação de políticas, o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) tem assento no Conselho Nacional de Política Energética (CNPE). Esse é o foro mais importante do setor energético, mas a atuação do MAPA tem sido discreta e pouco propositiva. Uma maneira de mudar tal cenário, é desenvolver uma relação próxima com o MME, por meio da composição de grupos de trabalho sobre temas específicos, como pode ser o caso da eletrificação da irrigação. Esse tema passa a assumir maior interesse, se forem consideradas as metas de transição energética do país.



Na área regulatória, a atuação na ANEEL para a adequação do PRODIST configura elemento essencial no sentido de incorporar os interesses do setor irrigante, como já apresentado nas seções anteriores.

Diante desse contexto, sugere-se que o setor de irrigação seja ativo em propostas específicas como:

- Elaboração de estudos de eletrificação de áreas de interesse;
- Levantamento de dados e avaliação da qualidade da energia elétrica em regiões de interesse;
- Constituição de grupos de trabalho com as distribuidoras para discussão sobre a qualidade e a ampliação do atendimento de energia elétrica irrigação;
- Elaboração de propostas específicas para o MAPA no que diz respeito à eletrificação da irrigação, abrangendo aspectos como metas, linhas de crédito e volumes financeiros;
- Elaboração de propostas específicas de metas de planejamento para serem encaminhadas a EPE;
- Elaboração de propostas de regulação para serem encaminhadas para a ANEEL, com destaque no PRODIST;
- Detalhar as regiões com maior comprometimento energético, estado por estado com os dados completo das concessionárias para a quantificação de investimentos necessários. Esses subsídios técnicos e quantitativos vão embasar o diálogo com as distribuidoras de energia e com a EPE (Empresa de Pesquisa Energética), possibilitando o planejamento das ações e aportes requeridos para atender essas demandas de forma adequada. Criação de capacidade crítica para discutir com as instituições do setor elétrico critérios, metas e planos;
- Integração e consolidação dos estudos técnicos e econômicos da irrigação voltados ao planejamento, como o Atlas da Irrigação ou os estudos elaborados pela ESALQ, para servirem de referencial para os estudos de demanda elétrica, a serem encaminhados a EPE, distribuidoras e a ANEEL;
- Estudos de casos específicos para servirem de referência para as demandas institucionais.



## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A maturidade alcançada ao longo do desenvolvimento do trabalho permitiu avaliar que a demanda equivalente eletroenergética estimada assume uma sobrestimação intrínseca, pois não se considerou a diversidade entre os plantios e a taxa efetiva de ocupação do território por irrigação. Por outro lado, as estimativas de demanda de energia elétrica são bastante precisas, pois se basearam em informações específicas do setor. Por isso, deve-se avaliar, com cuidado, o déficit de energia elétrica, seja no cenário de 2022, seja no futuro (2040). Avaliou-se que adotar 80% desse déficit é bastante aderente e prudente para a formulação de políticas públicas. Por esse mesmo motivo, apresentaram-se os mapas das regiões de maior déficit (as quais, juntas, somam 10% do déficit total de cada estado), sem se prender ao valor absoluto dos déficits. Assim, destacaram-se as regiões mais críticas. Nota-se que, para a maioria dos estados, contemplar o déficit presente para o atendimento elétrico já representa um desafio significativo.

O estudo avaliou, também, por meio dos índices técnicos, a capilaridade da rede elétrica, levando-se em conta tanto as subestações quanto a rede de distribuição. Os resultados apontaram que muitas distribuidoras estão defasadas em relação à evolução das práticas de irrigação, especialmente em regiões nas quais as atividades rurais tradicionais ainda predominam. A falta de infraestrutura adequada pode limitar a adoção de técnicas modernas de irrigação – essenciais para aumentar a produtividade agrícola e garantir a sustentabilidade dos recursos hídricos.

Sobre a qualidade, as informações disponibilizadas pelo setor elétrico são, ainda, bastante agregadas, mas a disponibilização do FIC e DIC foi importante para análise. Os dados que constam do BDGD/ANEEL são muito úteis para as análises apresentadas, embora passíveis de serem melhorados, já que há distribuidoras que disponibilizam apenas parcialmente seus dados, o que limita a análise.

Sobre o cenário para 2040 (15 anos à frente), as projeções apresentadas pelo Atlas da Irrigação da ANA (adotadas nesse trabalho) ultrapassam, em muitas situações, o potencial técnico estimado pelo estudo da ESALQ (que não está associado a horizontes temporais), sendo que, para alguns estados, a demanda presente já se aproxima desse limite, como é o caso do estado do Espírito Santo. Assim, adotou-se sempre o limite técnico do estudo da ESALQ como limite máximo.

Quanto às propostas estratégicas apresentadas, tais proposições visam fortalecer a ação institucional dos agentes representativos da irrigação junto ao setor elétrico, como as distribuidoras de energia elétrica, a EPE, o MME e a ANEEL. O principal veículo capaz de captar os anseios dos irrigantes é o Plano de Desenvolvimento da Distribuição (PDD), o qual, atualmente, é elaborado à revelia da sociedade, e os seus objetivos e metas não são divulgados. Nessa perspectiva, espera-se, para se alcançar efetividade em alguma mudança institucional, a melhoria da interação do PDD com a sociedade e, principalmente, com os irrigantes, fazendo-se necessário que o setor de irrigação formule os seus objetivos. Isso cabe tanto no quesito aumento da oferta, bem como na qualidade do serviço prestado.



Vale destacar para trabalhos futuros, a análise do financiamento da expansão do atendimento. Atualmente, a obra exigida pelas concessionárias para os novos demandantes inviabiliza, muitas vezes, o atendimento, seja pelo valor da participação financeira do consumidor, seja pelo cronograma dessa obra. Esse ponto precisa ser mais bem trabalhado, sugerindo uma maior participação da distribuidora tanto no financiamento ao consumidor quanto na disponibilização de material para obra-parte, tendo em vista a sua condição favorecida de compra. Além disso, ressalta-se que visitas de campo auxiliariam no refinamento das análises realizadas e dos ajustes dos modelos desenvolvidos para um recorte a nível de estado ou, até mesmo, de polos de irrigação consolidados.



## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

**AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL).** Resolução ANEEL nº 956 de 7 de dezembro de 2021. Estabelece os Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional – PRODIST, Anexo II - Módulo 2 – Planejamento da Expansão do Sistema de Distribuição. Brasília: ANEEL, 2021. [https://www2.aneel.gov.br/cedoc/aren2021956\\_2\\_1.pdf](https://www2.aneel.gov.br/cedoc/aren2021956_2_1.pdf). Acesso em: 26 mar. 2025.

**AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (ANA).** Atlas irrigação: uso da água na agricultura irrigada / Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. - 2. ed. -- Brasília: ANA, 2021.

**AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (ANA).** ATLAS IRRIGAÇÃO: uso da água na agricultura irrigada - 2. ed. Brasília: ANA, 2021. Boletim do SNIRH nº 4 (pivôs centrais) e Boletim do SNIRH nº 5 (arroz irrigado). Disponível em: <https://metadados.snirh.gov.br/geonetwork/srv/por/catalog.search#/metadata/1b19cbb4-10fa-4be4-96db-b3dcd8975db0>. Acesso em 01/03/2025.

**BASE DE DADOS GEOGRÁFICOS DA DISTRIBUIDORA (BDGD).** Disponível em: < <https://dadosabertos.aneel.gov.br/dataset/base-de-dados-geografica-da-distribuidora-bdgd> >

**BRASIL. Lei No 112.787, DE 11 de janeiro de 2013.** Dispõe sobre a Política Nacional de Irrigação. Brasília, 2013. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2011-2014/2013/lei/l12787.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2013/lei/l12787.htm). Acesso em: 28 mar. 2025.

**GRUPO DE POLÍTICAS PÚBLICAS (GPP) – ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA “LUIZ DE QUEIROZ” (ESALQ).** Análise Territorial para Desenvolvimento da Agricultura Irrigada no Brasil – Plano de Ação Imediata da Agricultura Irrigada no Brasil para o período 2020-2023. 123 p. 2020.





**fupai**  
Alcance novos horizontes



**UNIFEI**  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ

••••  
**NEIRU**  
NÚCLEO ESTRATÉGICO  
INTERDISCIPLINAR EM  
RESILIÊNCIA URBANA



**CNA  
SENAR  
ICNA**