


Desenvolvimento Sustentável e Transição Energética:
Análise espacial e intraurbana dos impactos da produção eólica
na Região de Mato Grande-RN

Índice

- Contexto da pesquisa
- Dimensão Qualitativa
- Regulação Ambiental
- Dimensão Quantitativa
- Discussão e agenda





Contexto da pesquisa

Contexto da pesquisa

A transição energética global visa substituir fontes de energia convencionais por renováveis, em resposta à agenda ambiental para mitigar a mudança climática e o aquecimento global.

O Nordeste brasileiro, com seu grande potencial, tem se destacado na produção de energia limpa e, mais recentemente, na produção de hidrogênio verde.

Questionamentos



Como a expansão dos parques eólicos na região do Mato Grande, no Rio Grande do Norte, está impactando a população, bem como a dinâmica de uso e ocupação do solo?



Embora a transição energética traga benefícios como desenvolvimento econômico, geração de empregos e aumento da arrecadação (Silva, 2022; CERNE, 2023), é essencial que medidas sejam adotadas para evitar a ampliação das desigualdades sociais (Carley & Konisky, 2020; Hofstaetter, 2016).



Em dezembro de 2023, o Rio Grande do Norte alcançou 8,67 GW de produção de energia eólica onshore, representando mais de 30% da capacidade total dessa fonte no Brasil (FIERN, 2023; GWEC, 2022).



Embora a região gere quase 60% da energia do Estado (ANEEL, 2021) e receba a maioria dos projetos energéticos (Lima, 2022), o desenvolvimento ambiental e sociodemográfico não tem acompanhado esse crescimento. A complexidade das interações entre desenvolvimento energético, preservação ambiental e dinâmicas socioeconômicas.



Dimensão Qualitativa

Qual nosso foco?

O objetivo geral do trabalho é construir conhecimento para subsidiar políticas de desenvolvimento urbano e social para a região do Mato Grande, a partir de um diagnóstico sobre as características sociodemográficas da população, e de desenvolvimento urbano, referente ao período entre 2010 e 2022, em face aos desafios da expansão da produção de energia eólica dessa região.

O diferencial da proposta está na utilização de uma abordagem Quali-Quanti, partindo da unidade de análise do espaço intraurbano.



RESULTADOS: DISCURSOS CONCORRENTES DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

Posição dos Empresários

Posição Técnica



CERNE

Destacou que há uma falta de regulação para a disposição das pás eólicas e que o calendário político não acompanha o ritmo dos investimentos e da mudança climática. Também sugeriu que os royalties sejam renomeados para refletir que a fonte é renovável. Além disso, apontou problemas com a sobreposição de projetos offshore e a falta de definição da agência reguladora, o que gera insegurança jurídica.



ABEÉOLICAS

Afirma que as cidades com parques eólicos estão se desenvolvendo bem e estão criando seu próprio indicador de desenvolvimento. Destacou que, além dos empregos gerados durante a construção, um benefício importante é a renda para os arrendatários de terra. No entanto, observou que o capital pode ser volátil e se deslocar para outras oportunidades mais atraentes.



ANDRÉ CASTRO

Casto criticou a falta de clareza na regulação do setor de energia, que leva a problemas como poluição visual sem audiência pública. Defendeu o modelo de compensações sociais da União Europeia e destacou que, com as eólicas offshore, o uso de royalties deve ser bem gerido. Também mencionou exemplos positivos de moedas locais para destinação de royalties.



RESULTADOS: DISCURSOS CONCORRENTES DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

Posição dos Gestores



Prefeita de Jandaíra

Os órgãos licenciadores são dominados por empresas, e o equilíbrio foi conquistado com dificuldade. Cursos oferecidos não geraram empregos e a comunicação é quase inexistente. As cavernas estão ameaçadas e a cadeia produtiva do mel está em colapso. A chegada dos parques solares está provocando conflitos locais. É necessário reestruturar as cadeias produtivas de frutas e outros produtos que exigem muita água. As audiências públicas devem ser mediadas pela universidade.



SEDRAF

Ninguém é contra as eólicas, mas sim contra a forma como foram implantadas. Houve especulação imobiliária próxima aos parques e foi criado o Comitê Estadual de Resolução de Conflitos, focando em posse da terra, regularização e produção de alimentos. Não deve haver parques em áreas de conflito fundiário ou terras devolutas. É necessária mais regulação, incluindo EIA-RIMA, protocolos de escuta, audiências públicas e impostos estaduais. Não pode haver disputa com áreas de produção de alimentos, cisternas e comunidades tradicionais.



Órgãos de pesca e aquicultura

Precisamos aumentar a arrecadação estadual, já que a energia é tributada onde é consumida. Em Caiçara, 4000 dos 6000 habitantes vivem da pesca, que deve ser sustentável para evitar a escassez de peixes. A resistência surge quando comunidades não são ouvidas. Diálogo e mediação são essenciais. Medidas de compensação para as eólicas offshore podem incluir modernização das frotas pesqueiras, criação de espaços de produção em terra, treinamento em aquicultura e mapeamento da pesca para evitar conflitos com os parques.



RESULTADOS: DISCURSOS CONCORRENTES DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

Posição dos Atingidos



FETARN



A FETARN criticou a regulação frágil, o desaparecimento da água, a quebra de contratos e os impactos negativos das eólicas na agricultura e produção de alimentos. Destacou o desmatamento e a falta de comprometimento das elites locais.

Guamaré



Trabalhadores lidaram com contratos falsos e mortes. Alguém vendeu sua propriedade por menos do que achava. A comunidade perdeu áreas de lazer e teme perder o mar. Moradores removeram uma cerca e crianças têm medo de brincar devido a vigilantes.

Galinhos



Desde 2007, a especulação imobiliária aumentou com a promessa de empregos pelas eólicas. Entre 2012 e 2014, foram oferecidos cursos como contrapartida, mas em vez dos esperados benefícios, surgiram problemas de saúde.

Parazinho



"Drogas, DSTs Filhos dos ventos..."
"Parazinho foi o pior!"
"Emprego acabou depois da instalação. Ficaram só os vigilantes"
"O barulho é o pior... Houve casos de saúde mental"

Macau



A resistência contou com a ajuda de Natália Bonavides e mídias sociais, mas a prefeitura não colaborou. Houve benefícios como água, empregos e calçamento, mas faltam energia e telecomunicações. É necessário conversar com a comunidade, envolver a universidade na mediação e seguir um protocolo de consulta.

Jandaíra



Na instalação das eólicas, houve muitos empregos, mas os melhores eram para pessoas de fora. Depois, surgiram problemas como doenças, violência e barulho. As explosões são intensas e afetam a fauna local.

Guamaré



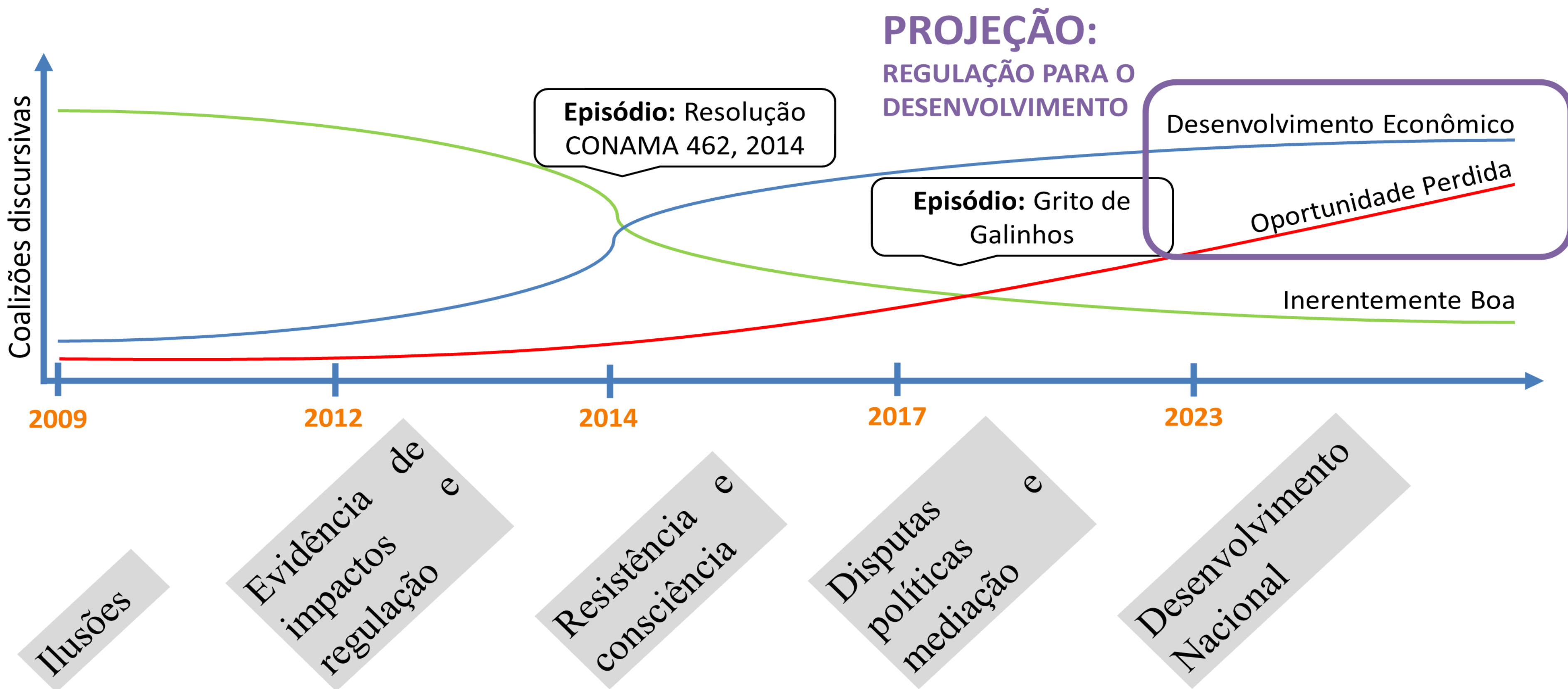
Desde a chegada das eólicas, as cisternas estão quebrando e os carros pesados estão destruindo as casas. As turbinas geram muita poeira e doenças, e há óleo nas telhas do assentamento 1º de Junho, com torres a apenas 90 metros das casas.

Jandaíra



Eles investem bilhões, mas faltam água nas comunidades. No assentamento, há orgulho por não depender da prefeitura para infraestrutura, mas frustração com a falta de apoio, já que a prefeitura e a empresa se desviam da responsabilidade.

Estudo dos fragmentos discursivos





A história que esta pesquisa conta
é, exatamente, da perda de uma
oportunidade que impõe grandes
desafios,

de desenvolvimento social e
econômico da região do Mato
Grande, por falta de uma regulação
específica para as eólicas,

em paralelo a grandes
oportunidades:
regulação



The background of the slide features a light, faded image of several wind turbines in a field. The turbines are positioned at various heights and angles, creating a sense of depth and movement. The overall color palette is soft and natural, with light blues and greys.

Regulação Ambiental

A Regulamentação da Atividade Eólica



No Brasil, a regulamentação da energia eólica envolve a ANEEL para licenças e regulação, o IBAMA para licenças ambientais, e o MME para normas. O processo inclui a conexão à rede elétrica e comercialização de energia, com incentivos como leilões e benefícios fiscais para fomentar o setor.



O Laboratório Nacional de Energia Renovável (NREL), ligado ao Departamento de Energia dos EUA, publicou em 2022 uma base de dados com regulamentos para a energia eólica. A base divide os EUA em regiões para zoneamento eólico, como Califórnia, Texas e Nova Inglaterra, abrangendo quase 2.000 decretos de zoneamento.



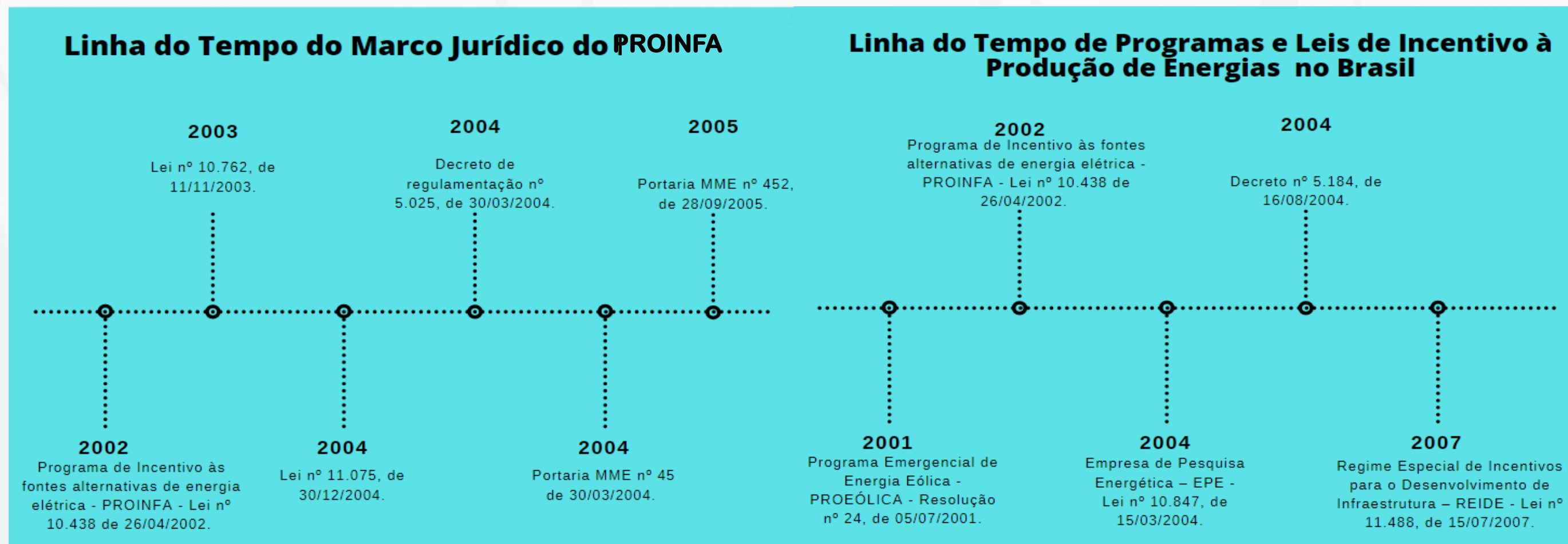
Na União Europeia, a regulamentação da energia eólica é guiada por diretrizes como a Diretiva 2018/2001/EU, que estabelece metas para energias renováveis e a Governança da União da Energia (Regulamento EU 2018/1999), que exige Planos Nacionais de Energia e Clima.

Contextualização: Conferência das Partes (COP 21, Paris, 2015); ODS

A Regulamentação da Atividade Eólica: BRASIL POR ESTADO



- Doze estados brasileiros produzem energia eólica, destacando-se Rio Grande do Norte, Bahia, Piauí, Ceará, Pernambuco, Maranhão, Paraíba e Sergipe.
- Em Pernambuco, a Lei Ordinária 620/2019 propõe uma distância mínima de 500 metros para aerogeradores em relação a edificações, e regulamentações de 2014-2015 permitiram a supressão de vegetação protegida para projetos eólicos.
- No Maranhão, a Portaria SEMA nº 74/2013 exige que aerogeradores estejam a pelo menos 300 metros da linha de costa.
- Sete estados não produtores, incluindo Acre, Amazonas, Goiás, Mato Grosso do Sul, Distrito Federal, Espírito Santo e Minas Gerais, têm regulamentações sobre energia eólica.



União Europeia: distanciamento das torres para as residências

| PAÍS | Distância da torre para as residências/Política adotada |
|------------------|--|
| Bélgica | 150 a 500 metros |
| República Checa | 400 a 800 metros |
| Dinamarca | 4 vezes a altura da torre |
| França | 250 a 500 metros, conforme Ademe (700m) legislação recente |
| Alemanha | - "Região tranquila" [35 dB (A)]: 1000-1500 m - "Região média" [(40 dB (A))]: 600-1,000 m - "Região padrão" [(45 dB (A))]: 300-600 m |
| Itália | Algumas regiões têm definido distâncias, outras não. Calabria e Molise: 5 vezes a altura da torre. Basilicata: 2.000 metros. Campania: 10 vezes a altura da torre. Molise: 20 vezes a altura da torre. |
| Países Baixos | 4 vezes a altura da torre |
| Irlanda do Norte | Mínimo de 500 metros |
| Romênia | 3 vezes a altura do torre, podendo ser menor conforme decisão em audiência pública |

| | |
|-------------|---|
| Escócia | <ul style="list-style-type: none"> - Bankend Rigg (aguardando aprovação): pouco mais de 1.000 m - Chapelton (aguardando aprovação): 750 m - Dungavel (aguardando aprovação): 1.000 m - Whitelee (construído): cerca de 1.000 m - Gathercauld Ceres (aguardando aprovação): 572 m - Auchtermuchty (aprovado): 650 m |
| Espanha | Nacional: legislação aplicada em função do nível do ruído. Regional: as políticas de energia eólica são variadas. Exemplos: Valência: 1.000 metros de qualquer pedaço de terra que pode ser aproveitada. Andaluzia: 500 metros. |
| Suécia | Aplicável legislação em função do nível de ruído [40 dB (A)]. Na prática, utiliza-se 500 metros. |
| Reino Unido | Existe um projeto de lei com o seguinte teor: se a altura do gerador de turbina de vento é: superior a 25 metros, mas não exceder 50 metros, há exigência de distância mínima é de 1000 metros; superior a 50 metros, mas não exceder 100 metros, há exigência de distância mínima é de 1.500 metros; superior a 100 metros, mas não exceder 150m, há exigência de distância mínima é 2.000 metros; superior a 150 metros, a exigência de distância mínima é de 3.000 metros. A altura do gerador de turbina de vento é medido desde o solo até o final da ponta da lâmina no ponto mais alto. Não há nenhuma exigência distância mínima se a altura da torre não exceda 25 metros. |
| Suíça | Documentação de Suisse Eole menciona 300 m da torre, mas cada Cantão ainda está trabalhando em uma política própria. |

Fonte: FEAM, 2013



Dimensão Quantitativa

Mapeamentos dos Impactos Ambientais – Energia Eólica e Sua Instalação na Região do Mato Grande

Fontes de dados (sociodemográficos):

- Indicador de Vulnerabilidade (IBP, Cidacs).
- Relação Anual de Informações Sociais (RAIS) / MEIs.
- Projeções populacionais / Worldpop.
- Imagens Google (interpretação de imagens).
- Mapbiomas, IBAMA (uso e ocupação do solo).
- ANEEL (XY dos empreendimentos eólicos).
- CENSO 2022 E CNEFE (XY dos domicílios).

Construção de um banco de dados espacial

Uso de métodos e modelos de Análise espacial (Druck et al, 2004; Kutner et al, 2005; Ohlsson et al, 2010)

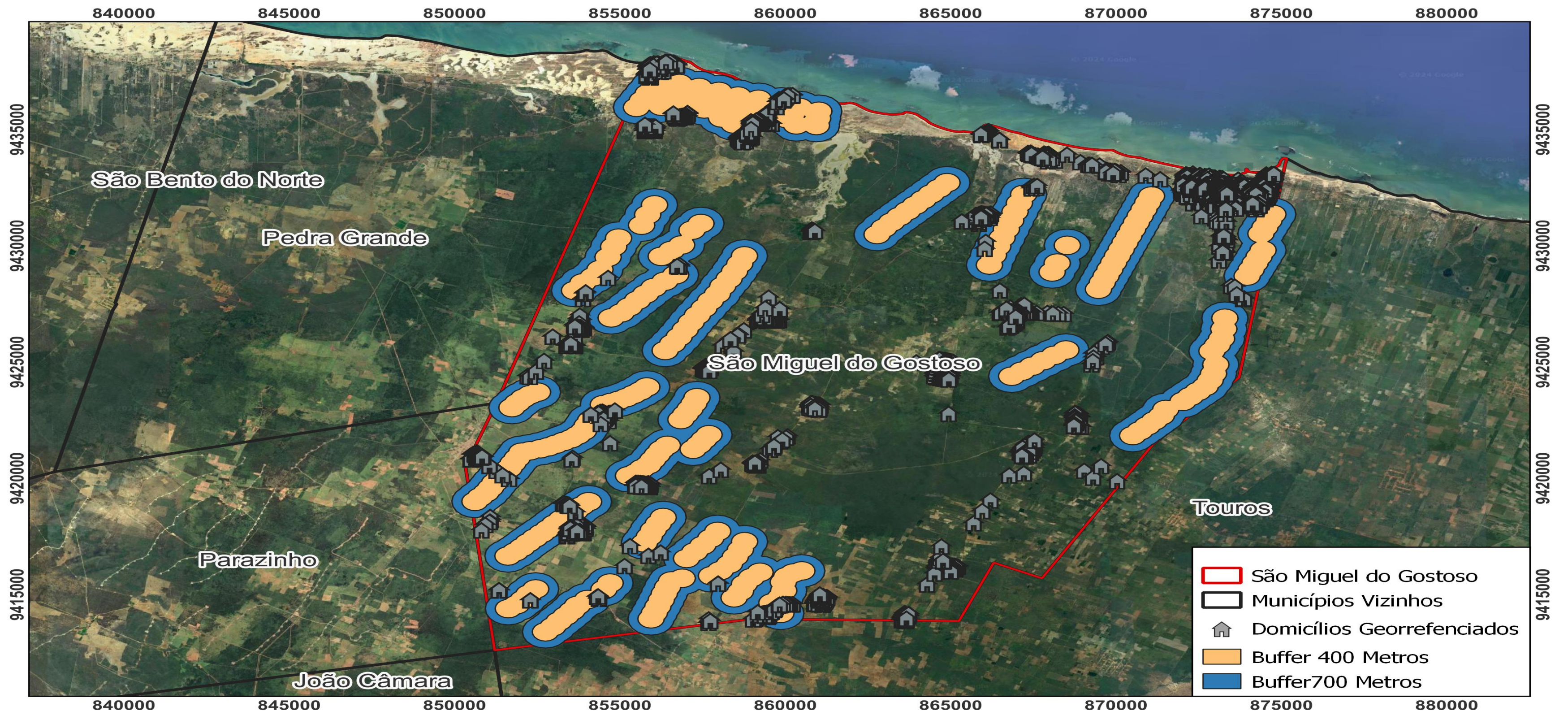
Softwares R, QGIS, Geoda e Excel

Anexos: Mapeamentos dos Impactos Ambientais – Energia Eólica e Sua Instalação na Região do Mato Grande

Tabela Síntese entre a distância em metros dos domicílios georreferenciados do Censo 2022 aos Aerogeradores em operação entre 2010 e 2022

| Nome do Município | Contagem do Número de Aerogeradores | Mínimo | Máximo | Valor Médio | Valor da Mediana | Desvio Padrão |
|--------------------------|--|---------------|---------------|--------------------|-------------------------|----------------------|
| Touros | 294 | 41,2 | 3257,2 | 1133,6 | 1067,8 | 727,0 |
| Taipu | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| São Miguel do Gostoso | 259 | 20,2 | 3522,7 | 1158,4 | 1044,7 | 701,7 |
| Rio do Fogo | 90 | 142,1 | 2465,8 | 1241,3 | 1223,9 | 616,8 |
| Pureza | 48 | 189,5 | 3071,0 | 1051,1 | 897,0 | 707,0 |
| Poço Branco | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Pedra Grande | 177 | 76,0 | 3484,4 | 1513,3 | 1372,6 | 893,6 |
| Galinhos | 115 | 186,9 | 4624,6 | 2460,4 | 2360,7 | 1099,8 |
| Guamaré | 134 | 13,0 | 3962,1 | 1452,5 | 1309,7 | 877,2 |
| Macau | 137 | 275,9 | 4357,6 | 2081,7 | 1940,2 | 904,3 |
| Caiçara do Norte | 30 | 300,4 | 4282,6 | 1623,8 | 1141,9 | 1089,8 |
| São Bento do Norte | 235 | 86,1 | 6852,8 | 2229,6 | 1658,8 | 1700,6 |
| Parazinho | 310,0 | 87,6 | 5225,9 | 1120,5 | 1007,0 | 758,6 |
| Maxaranguape | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| João Camara | 340 | 70,3 | 3343,1 | 1101,1 | 1010,6 | 633,9 |
| Jandaíra | 234 | 167,9 | 5514,5 | 1538,2 | 1389,0 | 890,0 |
| Bento Fernandes | 14 | 577,2 | 1436,9 | 966,0 | 895,4 | 266,2 |

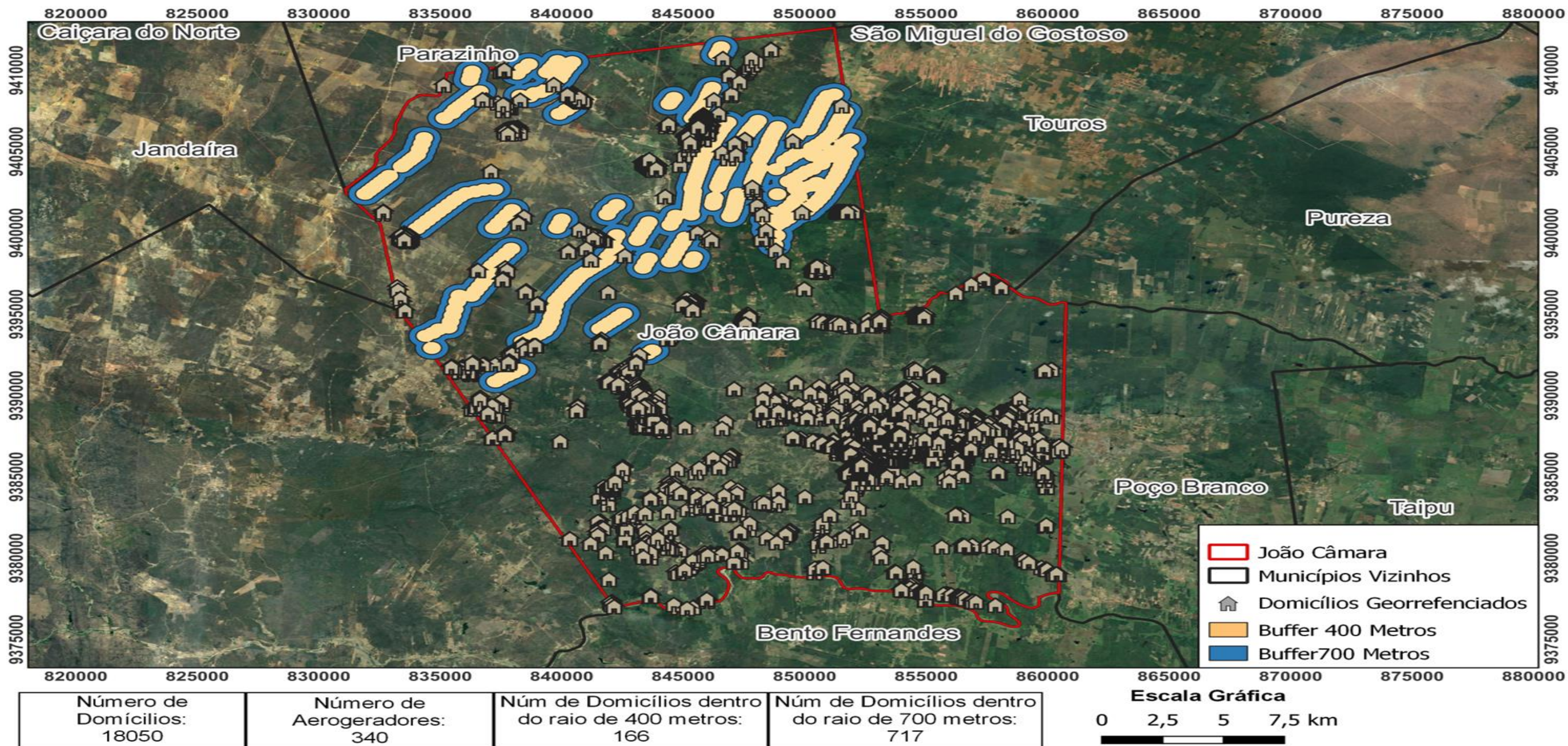
Anexos: Mapeamentos dos Impactos Ambientais – Energia Eólica e Sua Instalação na Região do Mato Grande – **SÃO MIGUEL DO GOSTOSO**



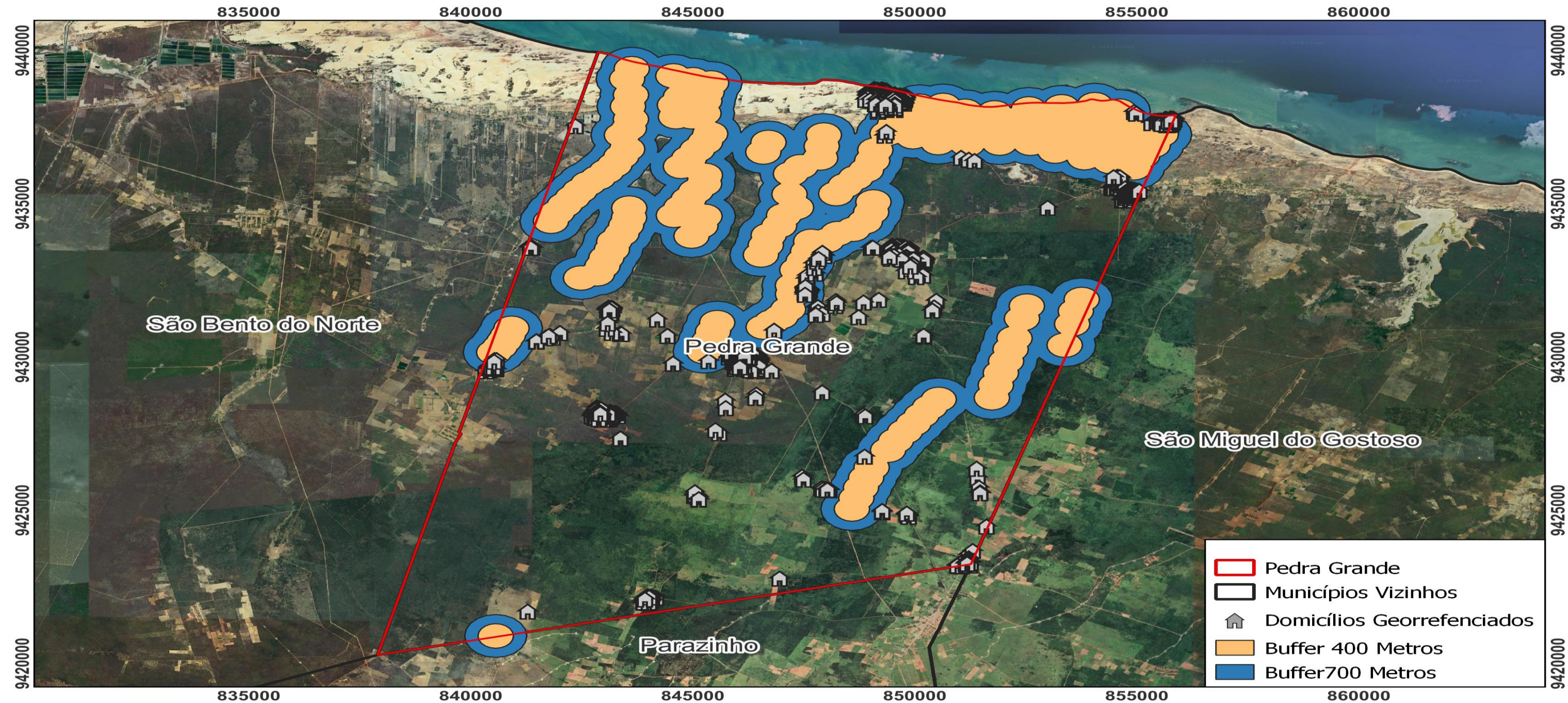
| | | | |
|-------------------------------|---------------------------------|--|--|
| Número de Domicílios: 6443 | Número de Aerogeradores: 259 | Núm de Domicílios dentro do raio de 400 metros: 151 | Núm de Domicílios dentro do raio de 700 metros: 902 |
|-------------------------------|---------------------------------|--|--|



Anexos: Mapeamentos dos Impactos Ambientais – Energia Eólica e Sua Instalação na Região do Mato Grande – **JOÃO CÂMARA**



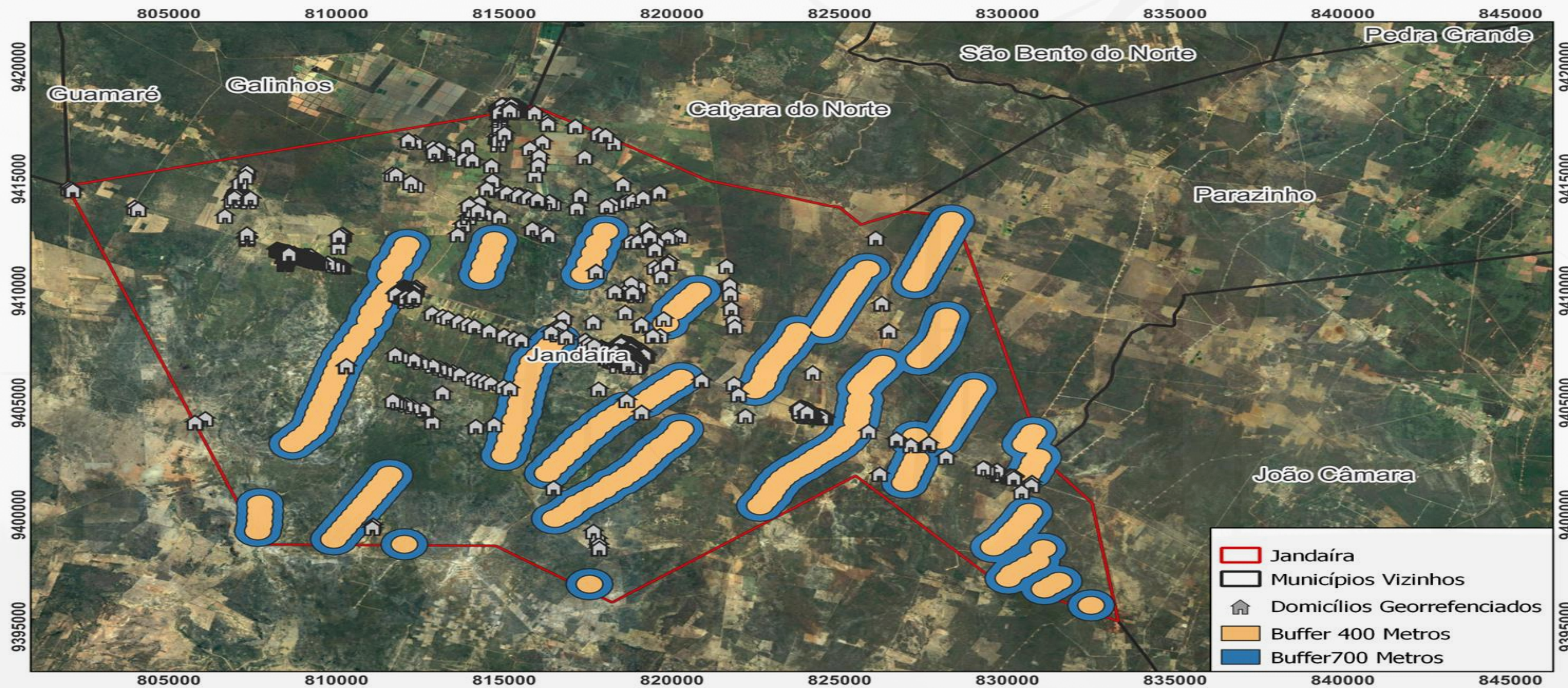
Anexos: Mapeamentos dos Impactos Ambientais – Energia Eólica e Sua Instalação na Região do Mato Grande – **PEDRA GRANDE**



| | | | |
|-------------------------------|---------------------------------|---|--|
| Número de Domicílios: 2208 | Número de Aerogeradores: 177 | Núm de Domicílios dentro do raio de 400 metros: 83 | Núm de Domicílios dentro do raio de 700 metros: 534 |
|-------------------------------|---------------------------------|---|--|



Anexos: Mapeamentos dos Impactos Ambientais – Energia Eólica e Sua Instalação na Região do Mato Grande - **JANDÁIRA**



| | | | |
|-------------------------------|---------------------------------|---|--|
| Número de Domicílios: 3608 | Número de Aerogeradores: 234 | Núm de Domicílios dentro do raio de 400 metros: 65 | Núm de Domicílios dentro do raio de 700 metros: 216 |
|-------------------------------|---------------------------------|---|--|



Explicação da Metodologia



Controle Sintético:

Uma técnica utilizada em análises de impacto ou avaliação de políticas públicas. O objetivo é estimar o efeito causal de uma intervenção, política ou evento em uma variável de interesse, utilizando um grupo de controle sintético como ponto de comparação.



Hipóteses do método:

- Exogeneidade;
- Tendências paralelas;
- Estabilidade espacial e temporal;
- Identificação apropriada de covariáveis.

Casos avaliados:

- 7 Municípios do Mato Grande com parques instalados comparados aos seus controles sintéticos.
- 4 Municípios doadores.



Variáveis de construção do controle sintético (Doadoras):

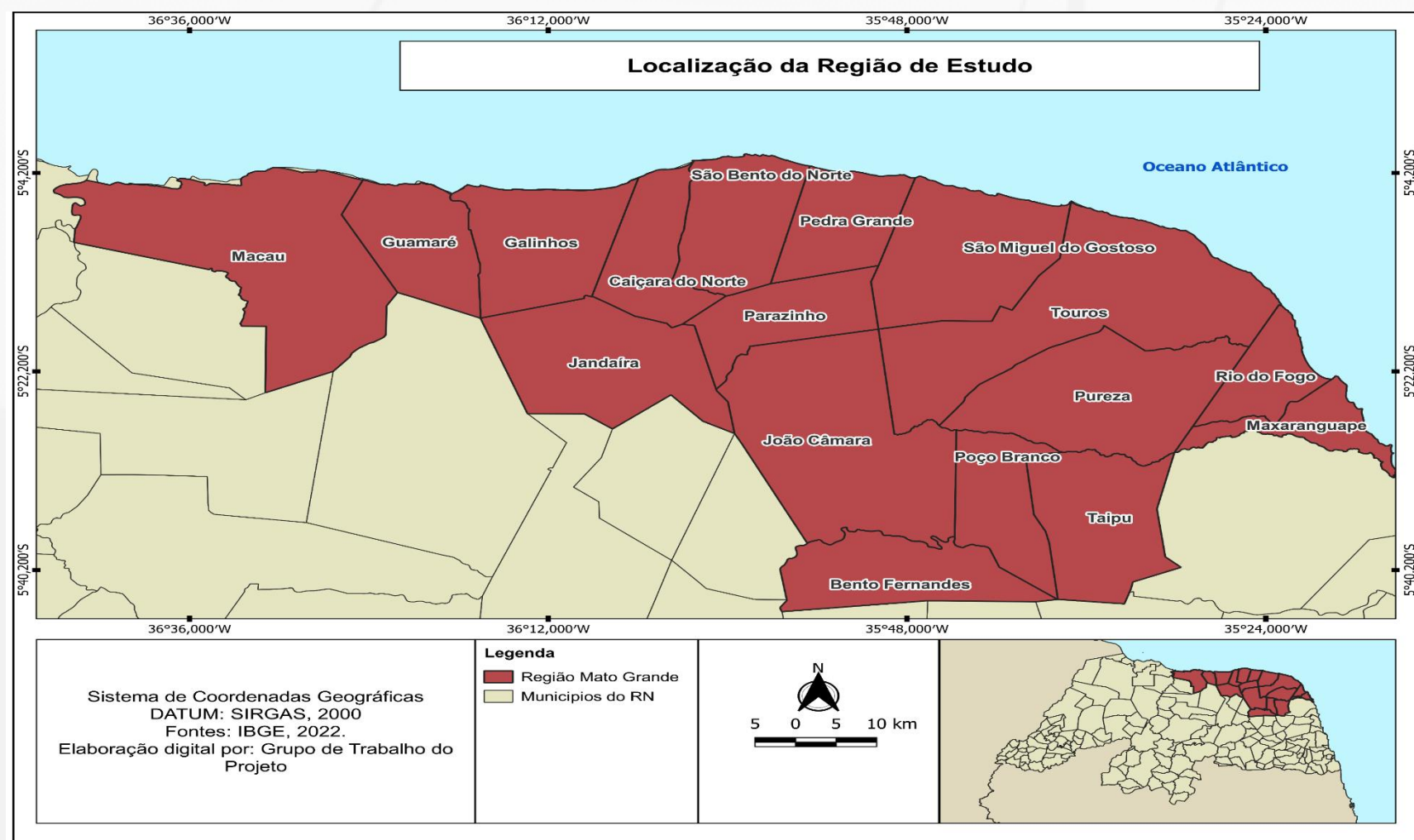
- População do município;
- Densidade populacional;
- Área total;
- Eleitores;
- Matrículas;
- SAEB;
- IDEB;
- Número de homicídios;
- Mortalidade Infantil;
- Óbitos naturais;
- Natalidade;
- Equipes ESF;
- MEIs.

Variáveis de Interesse:

- PIB (Deflacionado);
- PIB per capita (Deflacionado);
- Arrecadação;
- Empregos formais;
- Empregos SIUP e Construção Civil;
- Cobertura vegetal.

MUNICÍPIOS AVALIADOS – CONTROLE SINTÉTICO

- Bento Fernandes;
- Jandaíra;
- João Câmara;
- Parazinho;
- Pedra Grande;
- Touros;
- São Miguel do Gostoso.



MUNICÍPIOS UTILIZADOS PARA O CONTROLE SINTÉTICO

Municípios doadores para o Grupo de Controle:

- Maxaranguape
- Poço Branco
- Pureza
- Taipu

Excluídos da Análise - Parques anteriores ao recorte temporal (Até 2010).

- Rio do Fogo (2006)

PERÍODO DE TRATAMENTO

| Cidade | Status | Período de corte | Início da Operação |
|-----------------------|----------|------------------|--------------------|
| Bento Fernandes | Operação | 2019 | 2021 |
| Jandaíra | Operação | 2014 | 2016 |
| João Câmara | Operação | 2011 | 2012 |
| Parazinho | Operação | 2012 | 2014 |
| Pedra Grande | Operação | 2012 | 2014 |
| Touros | Operação | 2013 | 2015 |
| São Miguel do Gostoso | Operação | 2012 | 2014 |

RESULTADOS – PIB per capita

Figura 5 – Trajetória do PIB per Capita Bento Fernandes

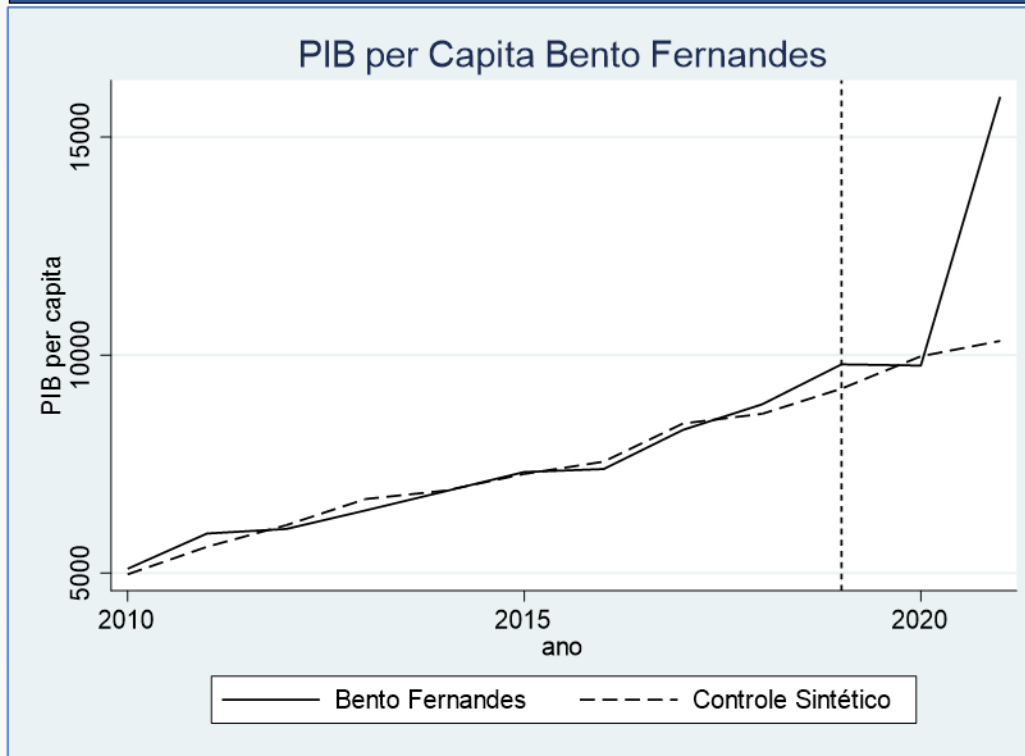


Figura 17 – Trajetória do PIB per Capita Pedra Grande

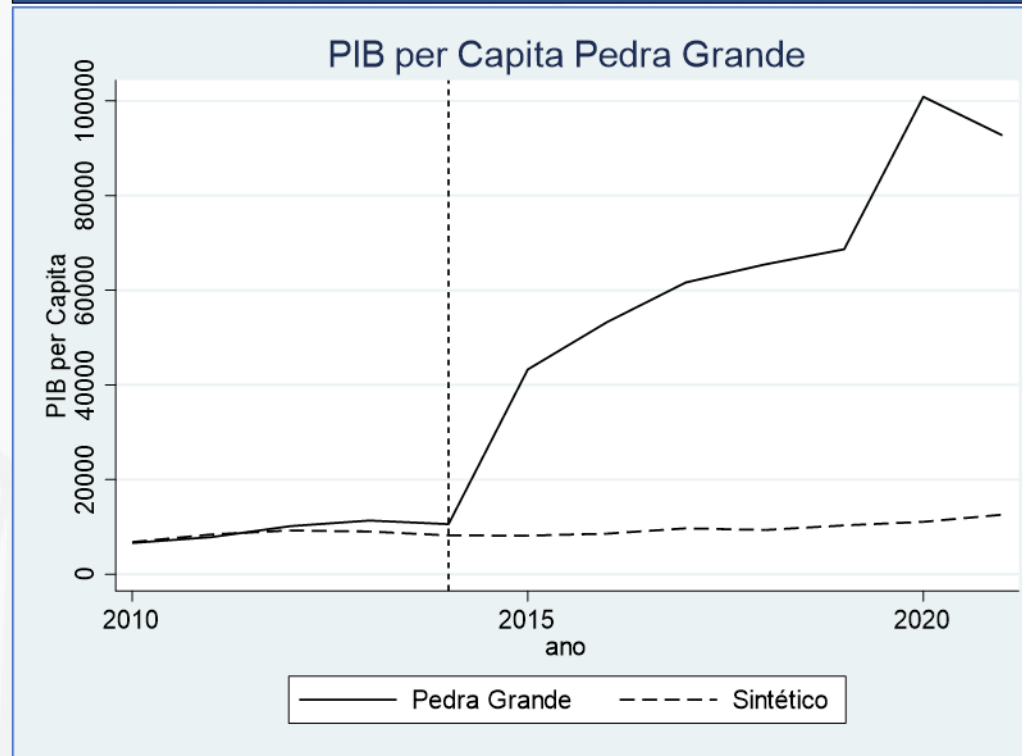


Figura 8 – Trajetória do PIB per capita Jandaíra

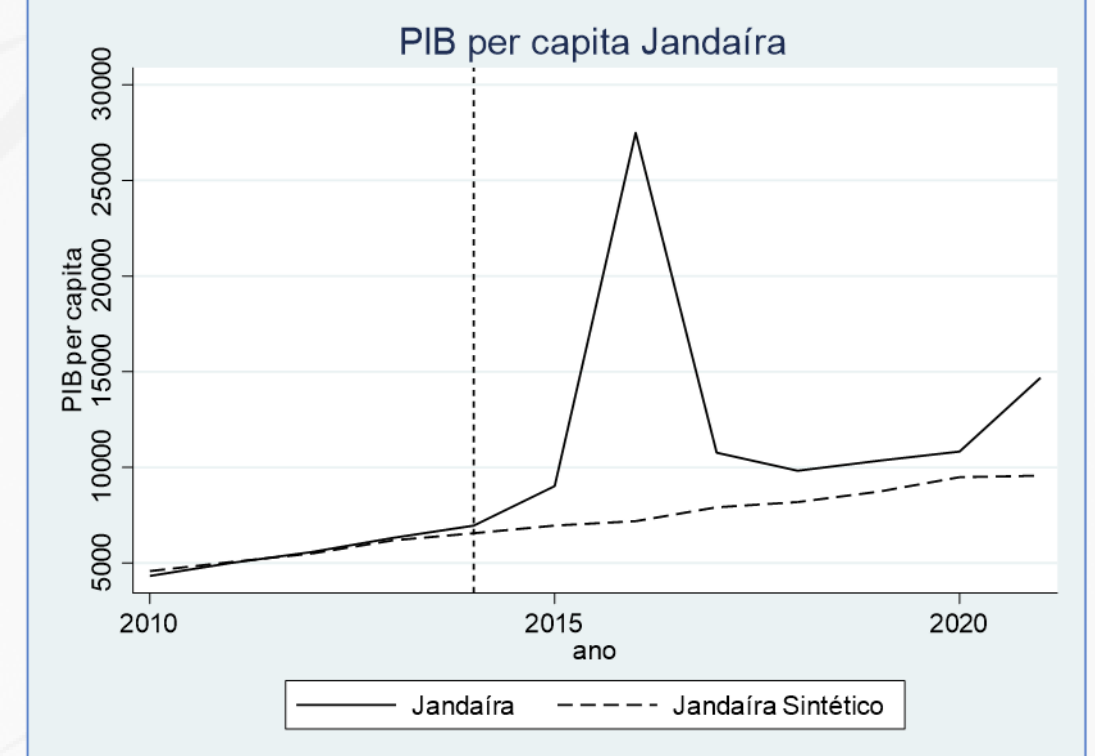


Figura 21 – Trajetória do PIB per Capita Touros

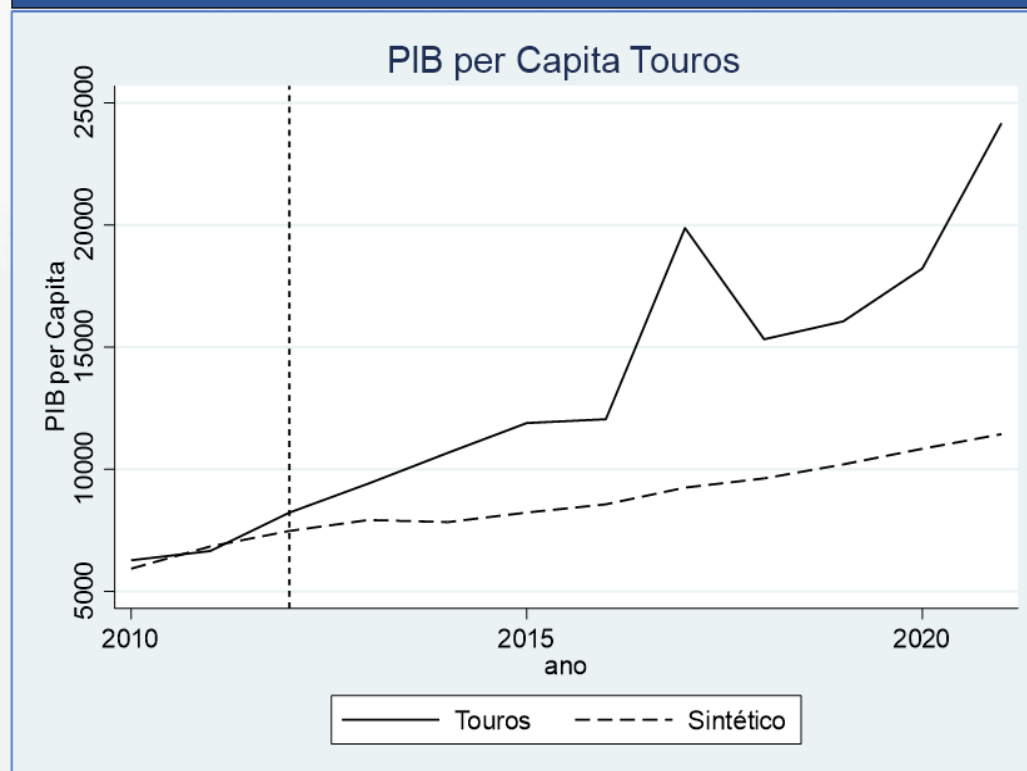
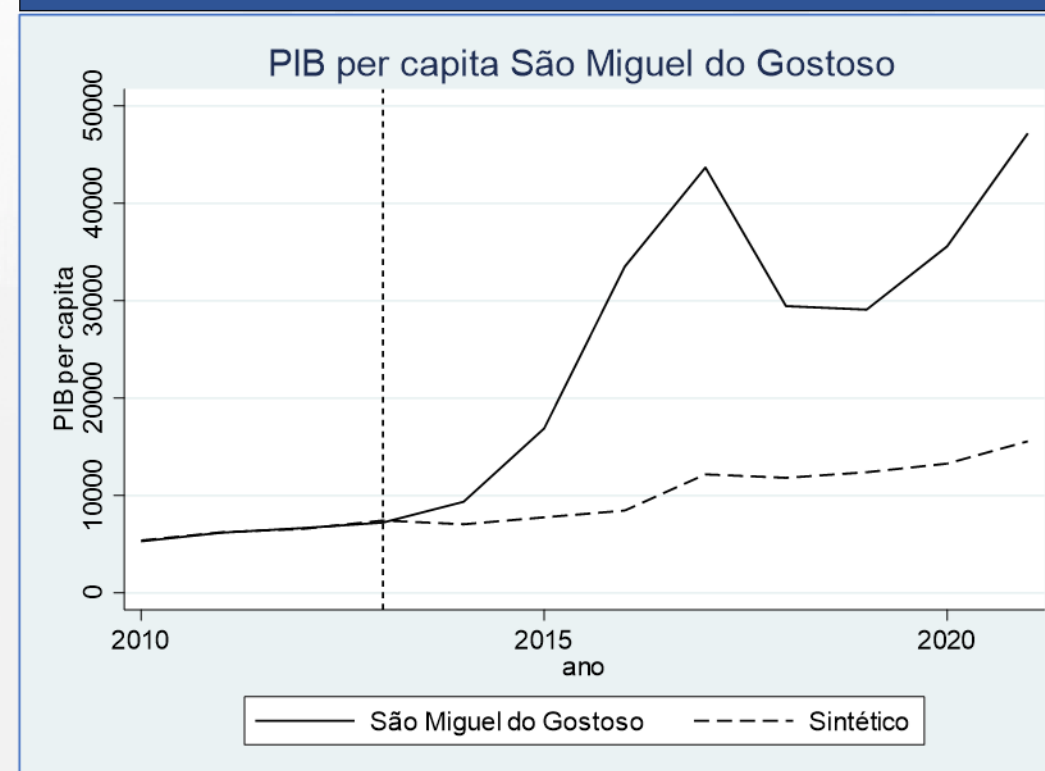


Figura 29 – Trajetória do PIB per capita São Miguel do Gostoso



RESULTADOS – Arrecadação per capita

Figura 6 – Trajetória da Arrecadação Municipal de Bento Fernandes

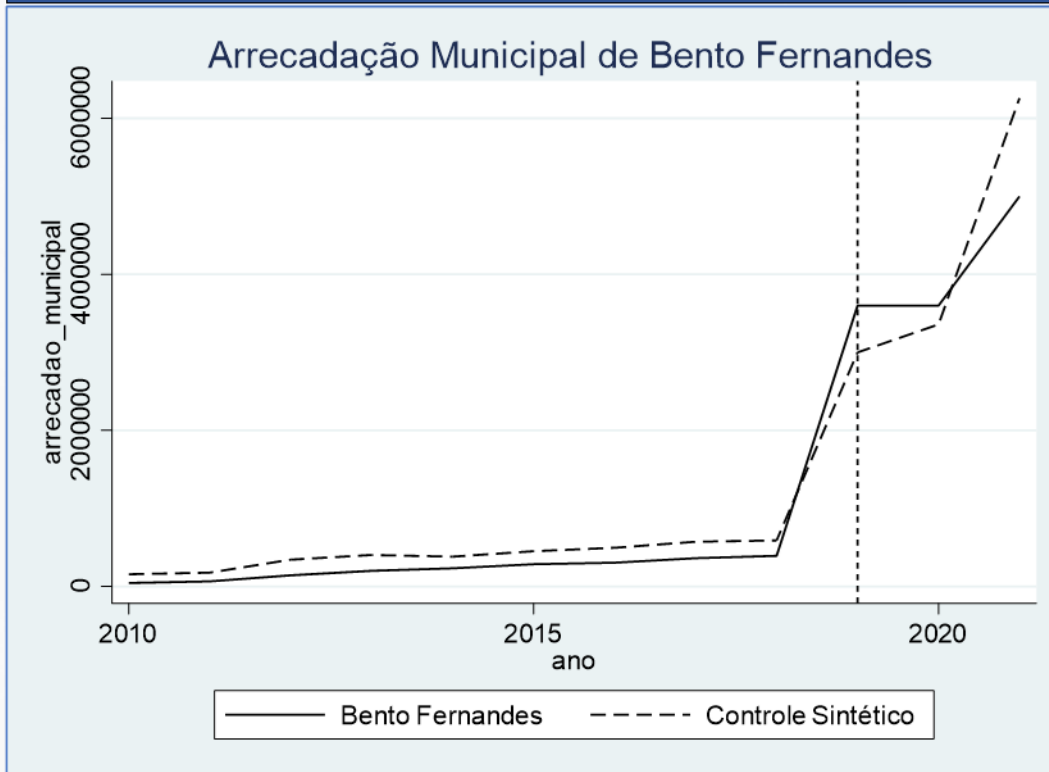


Figura 9 – Trajetória da Arrecadação municipal per capita Jandaíra

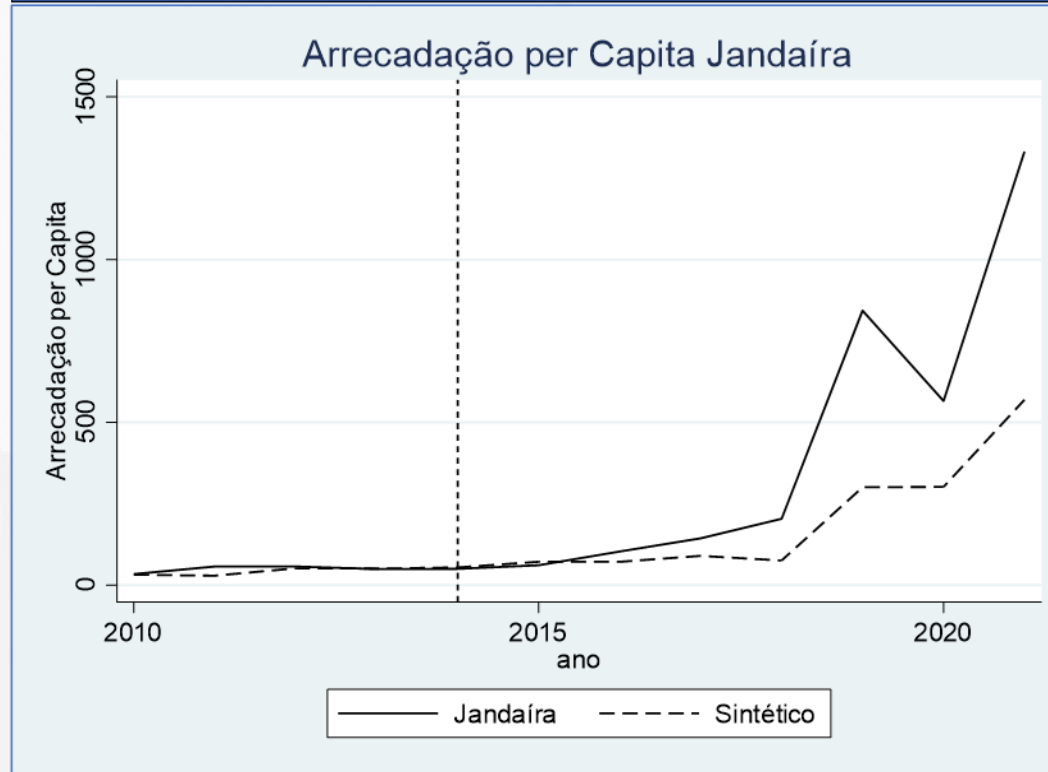


Figura 30 – Trajetória da Arrecadação per capita São Miguel do Gostoso

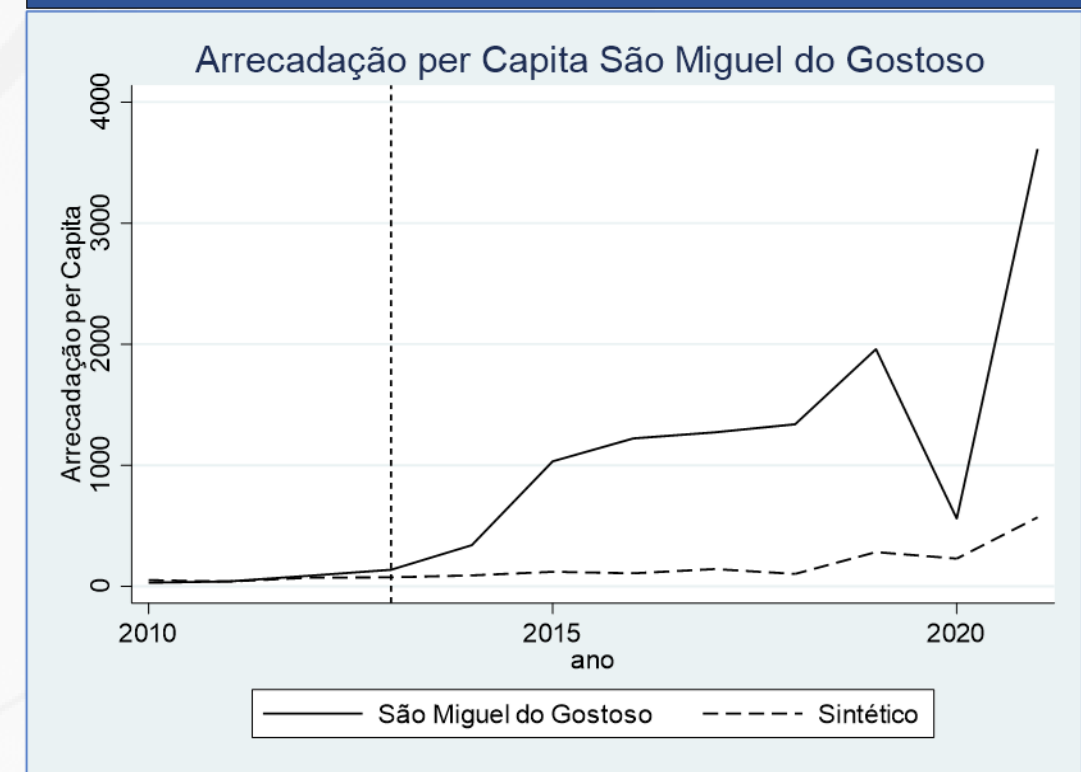
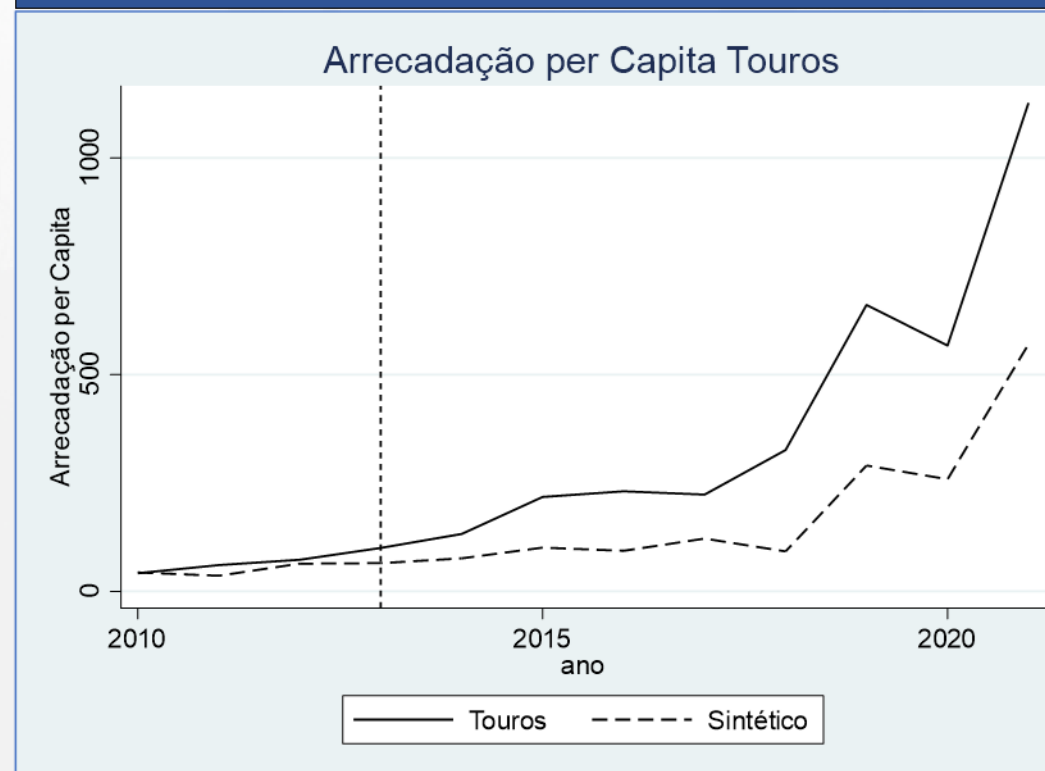


Figura 23 – Trajetória da Arrecadação per Capita Pedra Grande

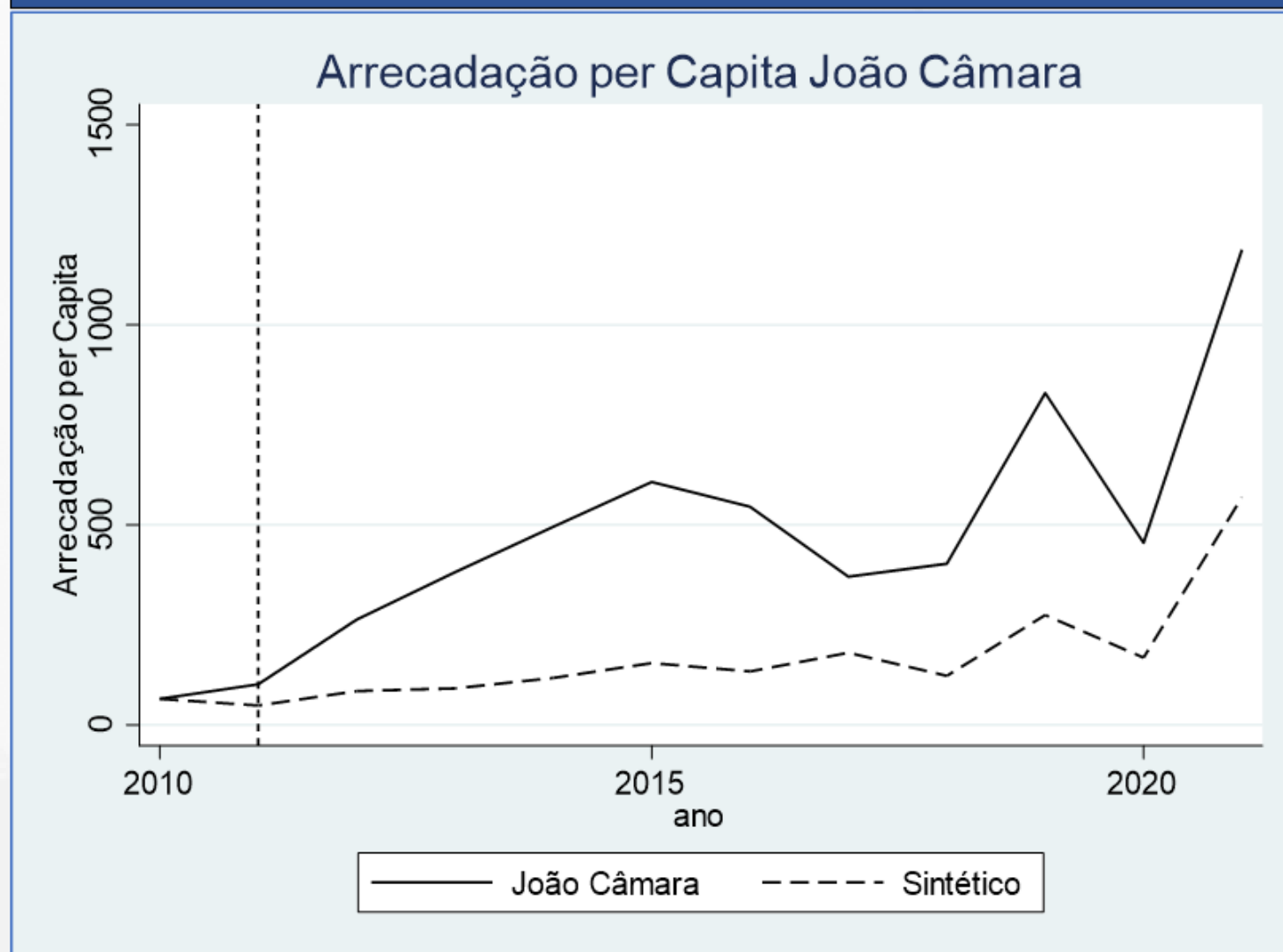


Figura 26 – Trajetória da Arrecadação per Capita Touros



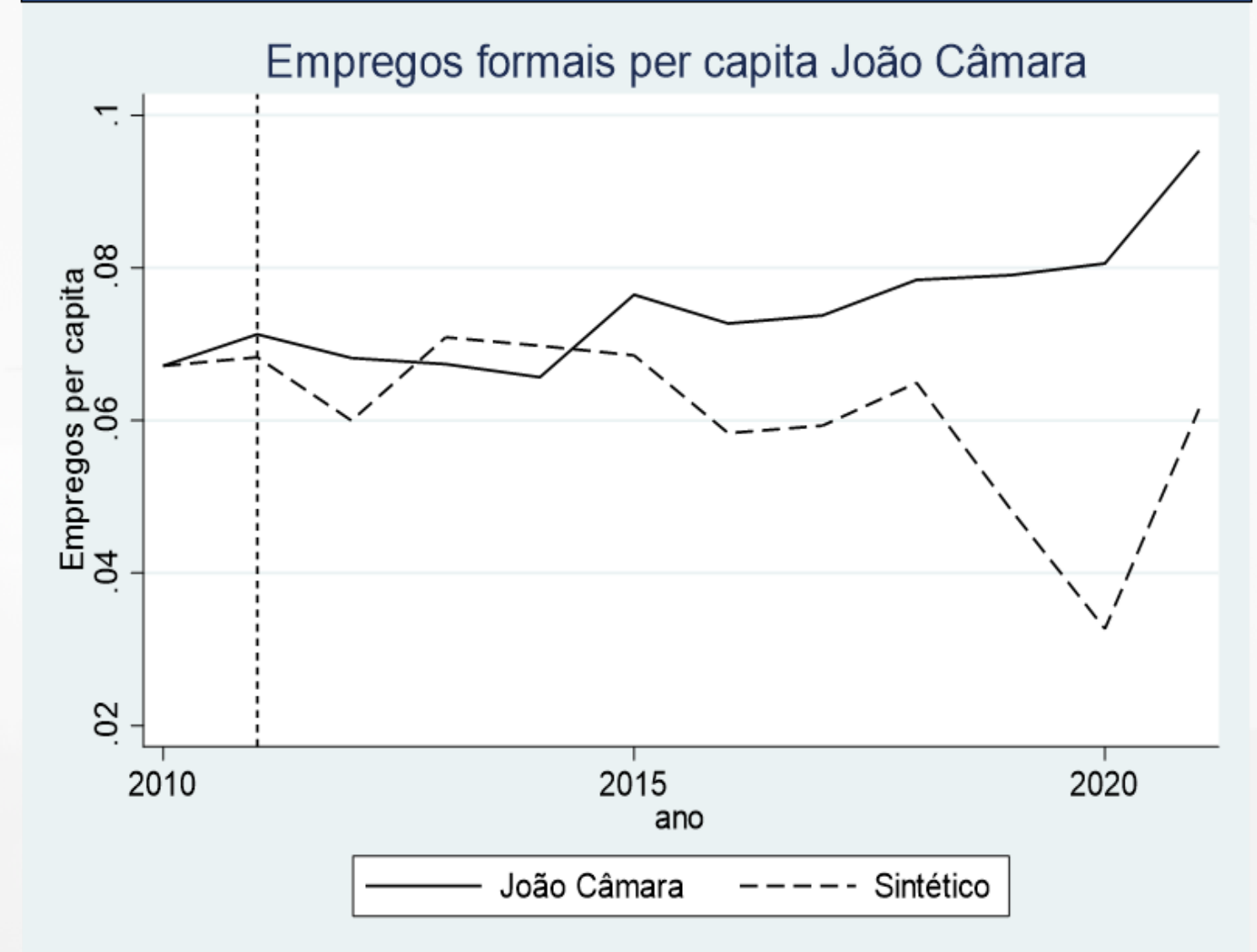
RESULTADOS – Arrecadação per capita – João Câmara

Figura 12 – Trajetória da Arrecadação per capita João Câmara



RESULTADOS – Empregos Formais – João Câmara

Figura 12 – Trajetória de Empregos per capita João Câmara



Hipótese: demanda por especialização de mão-de-obra e pela movimentação de empregados entre parques e cidades. Concentração em municípios como João Câmara.

SÍNTESE

Para cada aerogerador:



PIB

R\$ 400.170/ano.

Arrecadação

R\$ 30.933,00/ano.

MEI*

0,91 MEI/ano.

- Observou-se impacto positivo e estatisticamente significativo no PIB per Capita, Arrecadação municipal e MEIs.
- Não foram identificados efeitos na supressão vegetal ou na geração de empregos formais.
- Em uma perspectiva econômica, a transição energética promove crescimento. Contudo, a regulação brasileira demanda aprimoramento para que os ganhos econômicos dos empreendimentos eólicos gerem benefícios substanciais a todas as partes interessadas.

*Não foram encontradas evidências para supressão vegetal. "Pejotização".

The background of the slide features a light, faded image of several wind turbines in a field. The turbines are positioned at various heights and angles, creating a sense of depth and movement. The overall color palette is soft and natural, with light blues and greys.

Discussão e agenda

Discussão e agenda

ASPECTOS POSITIVOS:

- Alta capacidade de geração de energia
- Redução de gases do efeito estufa
- Menor dependência de fontes não-renováveis
- Aumento de arrecadação municipal**
- Políticas sociais
- Atração de investimentos
- Investimentos em infraestrutura
- Geração de empregos (limitada)
- Fonte de renda para proprietários rurais

DESAFIOS:

- Alteração de paisagens naturais
- Mudanças na paisagem visual
- Impactos na fauna local
- Deslocamentos populacionais
- Perda de acesso a áreas tradicionais
- Mudanças na dinâmica fundiária
- Perturbação por emissão de ruídos
- Danos a edificações
- Danos ambientais por desgaste dos aerogeradores
- Limitações para o descomissionamento
- Impactos negativos para agricultura e turismo
- Benefícios diretos à população limitados



- Discussão para a implementação de regulação para os empreendimentos onshore, com foco na mitigação dos impactos e controle dos novos parques.



- Discussão para a implementação de regulação para os empreendimentos offshore, antes da instalação dos parques eólicos.



- Elaboração de estudos de diagnósticos detalhados, para subsidiar a discussão sobre as regras que serão adotadas (Censo 2022, uso de dados administrativos, imagens orbitais, etc).



Obrigado!

Desenvolvimento Sustentável e Transição Energética:
Análise espacial e intraurbana dos impactos da produção eólica
na Região de Mato Grande-RN

Járvis Campos (PPGDEM/UFRN)

Felipe Neves (IFRN)

Mozart Fazito (PPGTUR/UFRN)

Discentes do PPGDEM e PPGTUR

Oswaldo Negrão (NESC/UFRN)

Pedro Matos (PCRN)



**Futuros
Sustentáveis**
Rede de Pesquisa

