

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE FILOSOFIA, LETRAS E CIÊNCIAS HUMANAS
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA FÍSICA

**Análise comparativa entre vulnerabilidade energética e vulnerabilidade social
nas áreas residenciais do município de São Paulo**

São Paulo
2022

**Análise comparativa entre vulnerabilidade energética e vulnerabilidade social
nas áreas residenciais do município de São Paulo**

Tese de doutorado apresentada ao Departamento de Geografia da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo como requisito para a obtenção do título de Doutor em Geografia Física.

Área de concentração: Geografia Física

Orientador: Prof. Dr. Luis Antônio Bittar Venturi

São Paulo

2022

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

Catálogo da publicação
Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo

Catálogo na Publicação
Serviço de Biblioteca e Documentação
Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo

M341a Melo, Alexandre
 Análise comparativa entre vulnerabilidade
 energética e vulnerabilidade social nas áreas
 residenciais do município de São Paulo / Alexandre
 Melo; orientador Luis Venturi - São Paulo, 2022.
 144 f.

 Tese (Doutorado)- Faculdade de Filosofia, Letras e
 Ciências Humanas da Universidade de São Paulo.
 Departamento de Geografia. Área de concentração:
 Geografia Física.

 1. ENERGIA. 2. VULNERABILIDADE. 3. ENERGIA
 ELÉTRICA. I. Venturi, Luis, orient. II. Título.

Nome: Alexandre Vastella Ferreira de Melo

Título: Análise comparativa entre vulnerabilidade energética e vulnerabilidade social nas áreas residenciais do município de São Paulo

Tese apresentada ao Departamento de Geografia da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo como requisito para a obtenção do título de Doutor em Geografia.

Aprovado em:

Banca examinadora:

Prof. Dr.: _____

Instituição: _____

Julgamento _____

Assinatura _____

Prof. Dr.: _____

Instituição: _____

Julgamento _____

Assinatura _____

Prof. Dr.: _____

Instituição: _____

Julgamento _____

Assinatura _____

Prof. Dr.: _____

Instituição: _____

Julgamento _____

Assinatura _____

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao meu orientador Prof. Dr. Luis Antônio Bittar Venturi, pelo grande apoio prestado, tendo exercido um papel fundamental para a finalização desta pesquisa.

Aos membros do Projeto 28 do Research Centre for Gas Innovation – RCGI, do qual compartilhei grandes momentos de aprendizado.

À minha família, especial meus pais Celi e Milton e à minha esposa Ana Patrícia.

Ao Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo fornecimento da Bolsa de Estudos entre 2018 e 2022.

À Universidade de São Paulo e a seus professores da Geografia, por me acolherem no Programa de Doutorado, em especial ao Prof. Dr. Alfredo Pereira de Queiroz Filho, por ter me ensinado a escrever ainda durante o mestrado.

À banca de avaliação, pela leitura e análise da dissertação.

À Deus e aos espíritos de luz que me guiam.

RESUMO

O acesso à energia ocorre de forma bastante desigual em grandes áreas urbanas, havendo uma relação direta entre as vulnerabilidades energética e social. Este estudo orienta-se pela hipótese de que, ao contrário do observado no padrão urbano mundial, estas vulnerabilidades não estão – ou pouco estão – correlacionadas no município de São Paulo. Esta pesquisa tem como objetivo comprovar esta hipótese por meio de uma análise comparativa entre vulnerabilidade energética e vulnerabilidade social, respectivamente mapeadas pelo Research Centre for Gas Innovation (RCGI) e pela Fundação Seade, para todas as áreas residenciais do município, evidenciando o grau de correlação entre estas. O estudo foi baseado no método Análise Hierárquica de Processos (AHP) e nas técnicas de Sistemas de Informação Geográfica (SIG), utilizando os setores censitários do Censo Demográfico de 2010 como base. Contudo, os resultados mostram que a hipótese foi parcialmente refutada, pois, enquanto nos extremos do município e nas periferias urbanas predominam valores altos para ambas as vulnerabilidades, com alta correlação; nas áreas centrais, destacam-se valores predominantemente baixos para as duas, também com alta correlação. As exceções à regra – e, portanto, nos poucos casos em que a hipótese foi corroborada – ocorreram em apenas cinco distritos dois noventa e seis da capital. Nestes poucos locais, a vulnerabilidade energética revelou-se superior à social por dois motivos principais: (1) a elevada densidade de árvores viárias que interferem negativamente na integridade física da fiação; e (2) a ausência relativa de áreas prioritárias – especialmente hospitais e presídios – que garantem a constância no fornecimento de energia elétrica. Constatamos que, ao contrário do esperado, as vulnerabilidades (energética e social) mostraram-se diretamente correlacionadas nas áreas residenciais paulistanas, o que está de acordo com o padrão observado em outras cidades do mundo. Portanto, a hipótese foi majoritariamente refutada.

Palavras Chave: Vulnerabilidade Energética, Vulnerabilidade Social, São Paulo.

ABSTRACT

Access to energy occurs quite unevenly in large urban areas, with a direct relationship between energy and social vulnerabilities. This study is guided by the hypothesis that, contrary to what is observed in the world urban pattern, these vulnerabilities are not – or are barely – correlated in the city of São Paulo. This research aims to prove this hypothesis through a comparative analysis between energy vulnerability and social vulnerability, respectively mapped by the Research Center for Gas Innovation (RCGI) and by Fundação Seade, for all residential areas of the municipality, evidencing the degree of correlation among these. The study was based on the Hierarchical Process Analysis (AHP) method and on Geographic Information Systems (GIS) techniques, using the census sectors of the 2010 Demographic Census as a basis. However, the results show that the hypothesis was partially refuted, because, while in the extremes of the municipality and in the urban peripheries high values predominate for both vulnerabilities, with high correlation; in the central areas, there are predominantly low values for both, also with high correlation. The exceptions to the rule – and therefore, in the few cases where the hypothesis was corroborated – occurred in only five districts two ninety-six of the capital. In these few places, energy vulnerability proved to be higher than social vulnerability for two main reasons: (1) the high density of road trees that negatively interfere with the physical integrity of the wiring; and (2) the relative absence of priority areas – especially hospitals and prisons – that guarantee constant electricity supply. We found that, contrary to expectations, vulnerabilities (energy and social) were directly correlated in residential areas of São Paulo, which is in line with the pattern observed in other cities around the world. Therefore, the hypothesis was mostly refuted.

Keywords: Energy Vulnerability, Social Vulnerability, São Paulo.

Lista de figuras

Figura 01 – Localização da Área de estudo.....	p.22
Figura 02 – Síntese dos mapeamentos de vulnerabilidade energética (RCGI) e social (Fundação Seade) em São Paulo.....	p.29
Figura 03 – Percurso metodológico resumido da presente pesquisa.....	p.48
Figura 04 – Utilização prática do método AHP na presente pesquisa.....	p.54
Figura 05 – Regiões oficiais do município de São Paulo.....	p.75

Lista de gráficos

Gráfico 01 – Síntese de vulnerabilidade energética – Regiões de São Paulo – % de setores em cada classe.....	p.86
Gráfico 02 – Habitantes por região de São Paulo e percentual da população em cada classe de vulnerabilidade energética.....	p.87
Gráfico 03 – Síntese de vulnerabilidade social – Regiões de São Paulo – % de setores em cada classe.....	p.88
Gráfico 04 – Habitantes por região de São Paulo e percentual da população em cada classe de vulnerabilidade social.	p.89
Gráfico 05 – Síntese de predominância entre vulnerabilidades – Regiões de São Paulo – % de setores em cada classe.....	p.90
Gráfico 06 – Habitantes por região de São Paulo e percentual da população de acordo com a vulnerabilidade predominante.....	p.91
Gráfico 07 – Síntese de predominância de vulnerabilidades – Regiões de São Paulo – % de setores em cada classe.....	p.92
Gráfico 08 – Habitantes por região de São Paulo e percentual da população em cada classe de vulnerabilidade social.....	p.93
Gráfico 09 – Síntese do percentual de setores em cada classe de vulnerabilidade e tipo de vulnerabilidade predominante no município de São Paulo.....	p.94

Lista de quadros

Quadro 01 – Variáveis operacionais consideradas para vulnerabilidade energética.....	p.33
Quadro 02 – Variáveis operacionais consideradas para vulnerabilidade social.....	p.42
Quadro 03 – Operacionalização dos grupos do IPVS 2010 pelo valor dos escores.....	p.43
Quadro 04 – Método hipotético-dedutivo.....	p.45
Quadro 05 – Compatibilização de classes – vulnerabilidades energética e social..	p.50
Quadro 06 – Graus de correlação entre as vulnerabilidades energética e social...	p.51
Quadro 07 – Graus de correlação entre as vulnerabilidades energética e social..	p.66

Lista de tabelas

Tabela 01 – Critérios para classificação de cada um dos indicadores de vulnerabilidade energética em baixa, média, alta e muito alta vulnerabilidades.....	p.37
Tabela 02 – Escala de pesos da Análise Hierárquica de Processos (AHP).....	p.53
Tabela 03 – Matriz AHP para os indicadores de vulnerabilidade energética.....	p.55
Tabela 04 – Precisão dos dados totais de setores censitários.....	p.103

Lista de mapas

Mapa 01 - Vulnerabilidade energética nas áreas residenciais do município de São Paulo, Brasil.....	p.61
Mapa 02 - Vulnerabilidade social nas áreas residenciais do município de São Paulo, Brasil.....	p.64
Mapa 03 - Correlação entre vulnerabilidades energética e social no município de São Paulo.....	p.67
Mapa 04 - Comparação entre vulnerabilidades energética e social no município de São Paulo.....	p.70
Mapa 05 - Correlação detalhada entre vulnerabilidades energética (V.E.) e social (V.S.) nas áreas residenciais do município de São Paulo.....	p.72
Mapa 06 - Percentual de setores censitários para cada classe de vulnerabilidade energética em cada distrito do município de São Paulo.....	p.77
Mapa 07 - Percentual de setores censitários para cada classe de vulnerabilidade social em cada distrito do município de São Paulo.....	p.79
Mapa 08 - Percentual de graus de correlação entre vulnerabilidade energética e vulnerabilidade social em cada distrito do município de São Paulo.....	p.81
Mapa 09 - Vulnerabilidade energética, vulnerabilidade social e correlação entre vulnerabilidades nos distritos de São Paulo.....	p.83
Mapa 10 - Vulnerabilidade social e indicadores de vulnerabilidade energética nos distritos de baixa correlação.....	p.96

Lista de siglas

AHP	Análise Hierárquica de Processos
ALESP	Assembleia Legislativa do Estado de São Paulo
CEPAL	Comissão Econômica para a América Latina e o Caribe
COMGAS	Companhia de Gás de São Paulo
ENEL	Ente nazionale per l'energia elettrica
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IPVS	Índice Paulista de Vulnerabilidade Social
RCGI	<i>Research Centre for Gas Innovation</i> ou Centro de Pesquisa para Inovação em Gás).
SIG	Sistemas de Informação Geográfica
UBS	Unidade Básica de Saúde

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA	17
1.1. Introdução	17
1.2. Objetivo	20
1.3. Hipótese	20
1.4. Caracterização e justificativa da área de estudo	21
1.5. Energia elétrica em São Paulo	23
2. REFERENCIAL TEÓRICO-CONCEITUAL	26
2.1. Relação entre vulnerabilidades energética e social no mundo e a comparação com o contexto de São Paulo.....	26
2.2. Vulnerabilidade energética	30
2.3. Vulnerabilidade energética para o RCGI	32
2.4. Vulnerabilidade social na ciência	38
2.5. Vulnerabilidade social para a Fundação Seade	41
3. MÉTODO, PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS, TÉCNICOS, INSTRUMENTOS DE APOIO E FORMA DE ANÁLISE DE RESULTADOS	44
3.1. Método hipotético-dedutivo	45
3.2. Procedimentos metodológicos e técnicos gerais	47
3.3. Método AHP – Análise Hierárquica de Processos	52
3.4. Instrumentos de apoio e forma de análise de resultados: Sistemas de Informação Geográfica (SIG)	58
4. RESULTADOS DO RCGI (VULNERABILIDADE ENERGÉTICA) E DA FUNDAÇÃO SEADE (VULNERABILIDADE SOCIAL)	60
4.1. Vulnerabilidade energética	60

4.2.	Vulnerabilidade social	64
5.	RESULTADOS DE CORRELAÇÃO ENTRE VULNERABILIDADES	67
5.1.	Método de correlação e comparação entre vulnerabilidades energética e social.....	67
5.2.	Correlação entre vulnerabilidades energética e social	68
5.3.	Comparação entre as vulnerabilidades energética e social	71
5.4.	Correlação detalhada entre as vulnerabilidades energética e social	73
5.2.	Resultados detalhados por região.....	76
6.	RESULTADOS DE CORRELAÇÃO POR DISTRITO	78
6.1.	Vulnerabilidade energética por distrito	78
6.2.	Vulnerabilidade social por distrito.....	80
6.3.	Graus de correlação por distrito	82
6.4.	Síntese das vulnerabilidades e da correlação por distrito	84
7.	RESULTADOS GERAIS PARA O MUNICÍPIO, POR SETOR E POR POPULAÇÃO.....	87
7.1.	Resultados gerais para vulnerabilidade energética.....	87
7.1.1.	Por setor censitário.....	87
7.1.2.	Por população.....	88
7.2.	Resultados gerais para vulnerabilidade social	90
7.2.1.	Por setor censitário.....	90
7.2.2.	Por população.....	91
7.3.	Resultados gerais para o tipo de vulnerabilidade predominante	92
7.3.1.	Por setor censitário.....	92
7.3.2.	Por população.....	93
7.4.	Resultados gerais para a correlação entre vulnerabilidades.....	94

7.4.1. Por setor censitário.....	94
7.4.2. Por população.....	95
7.5. Síntese dos resultados para o município de São Paulo.....	95
8. DISCUSSÃO.....	96
8.1. Possíveis explicações para a falta de correlação de alguns distritos de São Paulo.....	97
8.2. Considerações sobre o indicador densidade de árvores viárias.....	100
8.3. Limitações da pesquisa e sugestões para estudos futuros.....	102
9. CONCLUSÕES.....	105
REFERÊNCIAS.....	107
APÊNDICES.....	123
ANEXOS.....	143

1. INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA

1.1. Introdução

No mundo atual, há quase 800 milhões de pessoas sem acesso à energia; além disso, 2,6 bilhões dependem exclusivamente da biomassa — especialmente da queima da lenha – para cozinhar (WORLD BANK, 2021). Para Pachauri et al., (2004), “a relação entre energia e pobreza é óbvia e segue nos dois sentidos”. Isso significa que, no geral, as vulnerabilidades social e energética parecem estar diretamente relacionadas.

Sendo assim, de forma geral, estudos indicam que o acesso à energia ocorre de forma bastante desigual em grandes áreas urbanas. Analisando países como Índia, Quênia, Etiópia, Gana, e Senegal, os autores são unânimes em perceber estas discrepâncias locais (ALKON, HARISH, & URPELAINEN, 2016; FALL, SARR, DAFRALLAH, & NDOUR, 2008; KAREKEZI, KIMANI, & ONGURU, 2008; MENTIS ET AL., 2016; SERWAA MENSAH, KEMAUSUOR, & BREW-HAMMOND, 2014). Na América Latina, seguindo a tendência global, há estudos que evidenciam as diferenças de acesso urbano à energia no México, na Argentina, em países da América Central. No Brasil, há um estudo realizado nas comunidades do município do Rio de Janeiro evidenciando que o acesso à energia é mais precário para a população de baixa renda, o que corrobora a tendência mundial. (ADILSON DE OLIVEIRA, 2005; BANAL-ESTAÑOL, CALZADA, & JORDANA, 2017; BRAVO, KOZULJ, & LANDAVERI, 2008; BUTERA, CAPUTO, ADHIKARI, & FACCHINI, 2016; COELHO & GOLDEMBERG, 2013).

No entanto, contrariando o padrão observado nas principais aglomerações urbanas de países subdesenvolvidos, o município São Paulo, cuja vulnerabilidade energética foi mapeada pela equipe 28 do *Research Centre for Gas Innovation (RCGI)* – projeto do qual fiz parte e colaborei com a pesquisa em questão – não pareceu seguir de forma rígida estes padrões de exclusão.

O trabalho do RCGI — que foi amplamente divulgado na mídia em endereços eletrônicos como Revista Exame, Agência FAPESP, Portal MundoGeo, e Jornal da USP — indicou, de forma preliminar que, embora fosse observado um certo padrão espacial, de forma geral, ao contrário do padrão global, *no município de São Paulo*

não havia uma relação clara e entre vulnerabilidade energética e pobreza (FAPESP, 2017B, 2017A; OLIVEIRA, 2017; TRABBOLD, 2017).

Contudo, essa conclusão foi apenas visual, pois, o RCGI limitou-se ao mapeamento da vulnerabilidade energética e não à correlação entre esta com a vulnerabilidade social, como esta tese propõe. Para que houvesse uma conclusão definitiva, seria necessário correlacionar as variáveis vulnerabilidade energética e vulnerabilidade social, de forma metodologicamente organizada, sob a perspectiva estatística e espacial, e não somente no aspecto meramente visual e/ou especulativo, como havia sido feito. Estava faltando entender, de forma concreta, como essas variáveis se comportavam no município. A busca por essa resposta – ou seja, o quanto estas variáveis estariam inter-relacionadas no contexto paulistano – motivou a realização desta pesquisa. Portanto, continuamos os trabalhos do Projeto 28 do RCGI sob a perspectiva da correlação entre energia e aspectos sociais.

Conforme será detalhado no item “1.4. Caracterização e Justificativa da Área de Estudo”, escolhemos São Paulo ocorreu em razão de três fatores: (1) o fato de o município destoar do padrão energético mundial caracterizado pela alta relação entre o acesso à energia e as condições sociais; (2) o fato de a presente tese de doutorado ser, pelo menos indiretamente, uma continuação do estudo do RCGI que tinha como foco o município de São Paulo; e (3) o fato de a capital paulistana ser a maior cidade do Brasil, tanto em termos econômicos, quanto no que diz respeito à população e à expressividade dentro das redes urbanas brasileira e latino-americana, constituindo assim, o maior consumo energético nacional. Além disso, conforme será tratado no próprio item 1.4., não há estudos que relacionem as vulnerabilidades energética e social no município e, tampouco, que o faça sob a perspectiva espacial adotada nesta tese.

Sendo assim, esta pesquisa teve como objetivo demonstrar que existe um baixo índice de correlação entre as vulnerabilidades energética e social no município de São Paulo. Ou seja, procuramos corroborar a hipótese de que vulnerabilidade energética e vulnerabilidade social, contrariando a tendência mundial, não estariam — ou pouco estariam — relacionadas no município de São Paulo.

Tendo este objetivo como norte e, partindo-se do método hipotético-dedutivo, esta pesquisa fez uma análise comparativa entre duas variáveis teóricas: a *vulnerabilidade energética* e a *vulnerabilidade social*; estas foram quantificadas, mapeadas, sobrepostas e analisadas conjuntamente no município de São Paulo. A primeira variável foi mapeada de acordo com metodologia já elaborada pelo *Research Centre for Gas Innovation (RCGI)* considerando quatro classes originais de vulnerabilidade: *muito alta*, *alta*, *média*, e *baixa*. Já para a vulnerabilidade social, utilizamos o mapeamento elaborado pela Fundação Seade para o município de São Paulo; este, possuindo sete classes diferentes oscilando entre *baixíssima* e *alta* – vale ressaltar que, para efeitos de correlação, resumimos as duas variáveis em cinco classes, conforme explicitaremos posteriormente.

Utilizando o método Análise Hierárquica de Processos (AHP) e a técnica de *overlay*, sobreposmos ambas as vulnerabilidades em um software de Sistema de Informação Geográfica (SIG), gerando o grau de correlação entre estas, tanto no aspecto numérico quanto no espacial; e gerando assim, uma série de resultados dispostos em mapas-síntese, tabelas e quadros. Com base nesses procedimentos, conseguimos responder a algumas questões. Vulnerabilidade social e energética andam juntas no município de São Paulo? Em quais distritos a correlação é mais evidente? Em quais localidades é menos evidente? Existe um padrão espacial para esta correlação?

Uma vez correlacionando ambas as variáveis nesta tese, evidenciamos que, ao contrário do inicialmente esperado e, diferentemente do que fora visualmente concluído pela equipe do RCGI, *as vulnerabilidades social e energética estão diretamente relacionadas* nas áreas residenciais do município de São Paulo. Portanto, o padrão paulistano está majoritariamente de acordo com o que ocorre nas demais aglomerações urbanas de grande porte do mundo e não difere substancialmente em relação a estas.

As poucas exceções – isto é, as áreas onde as vulnerabilidades não estão correlacionadas, exatamente como previsto na hipótese – ocorreram somente em cinco distritos dos noventa e seis da capital: Alto de Pinheiros, Pinheiros, Morumbi, Vila Andrade e Socorro; portanto, em uma diminuta parcela do município. Nestes casos isolados, a vulnerabilidade energética mostrou-se significativamente superior à social, principalmente em razão de dois fatores: (1) a elevada densidade de árvores

que, especialmente em épocas de chuva, costumam cair sob a fiação e interromper o fornecimento de energia; e (2) a ausência relativa de áreas prioritárias como hospitais e presídios que, de forma geral, garantem um fornecimento constante de energia por razões médicas e de segurança pública. Portanto, a hipótese de que as vulnerabilidades *não* estariam correlacionadas foi, em grande parte, *refutada*, sendo apenas *parcialmente corroborada*.

Nos itens abaixo, apresentaremos os objetivos, a hipótese, o método e a caracterização/justificativa para a escolha da área de estudo, bem como um panorama da energia elétrica para o município de São Paulo. Em seguida, o referencial teórico-conceitual – especialmente sobre as vulnerabilidades energética e social; e os procedimentos metodológicos, técnicos, instrumentos de apoio e forma de análise de resultados. Já nos capítulos finais, apresentaremos os produtos da pesquisa sob diversas perspectivas: (1) resultados iniciais derivados do RCGI e da Fundação Seade; (2) resultados de correlação entre vulnerabilidades, por setor censitário; (3) resultados de correlação detalhada por região de São Paulo; (4) resultados de correlação por distrito; e, por fim, (5) resultados gerais para o município. Logo após, faremos a discussão a respeito dos resultados, um item antes das conclusões.

1.2. Objetivo

Demonstrar que existe um baixo índice de correlação entre vulnerabilidade energética e vulnerabilidade social nas áreas residenciais do município de São Paulo.

1.3. Hipótese

Esta pesquisa orienta-se pela hipótese de que vulnerabilidade energética e vulnerabilidade social, contrariando a tendência mundial, não estão – ou pouco estão – relacionadas no município de São Paulo.

1.4. Caracterização e justificativa da área de estudo

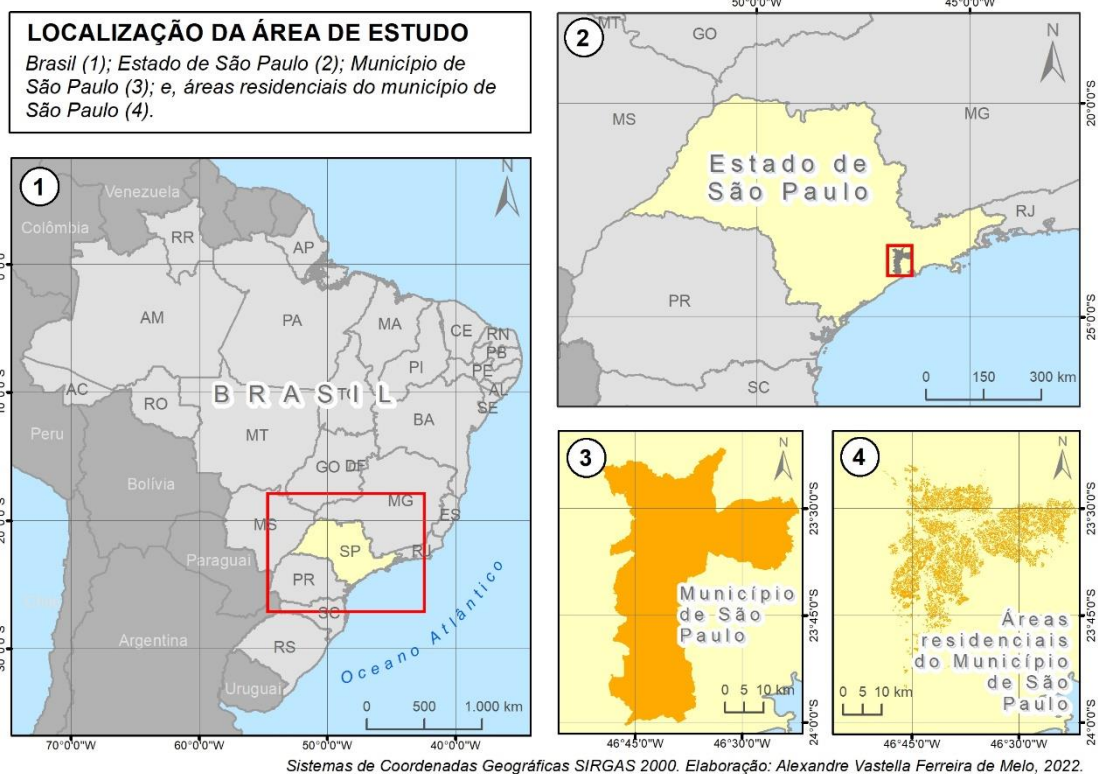
A justificativa para a escolha de São Paulo é a sua clara preponderância em relação aos demais municípios do Brasil. A capital paulista possui uma população de 12,4 milhões de moradores concentrando pouco mais de 5% de todos os habitantes do país; cuja região metropolitana de 22,05 milhões é a quarta maior aglomeração urbana do planeta (DEARO, 2014; IBGE, 2007; IBGE, 2021). Além disso, o PIB de São Paulo corresponde a 10% de todo o montante nacional, sendo o município mais economicamente expressivo da nação (SALES, 2015).

São Paulo ainda possui grande importância na rede urbana brasileira: de acordo com o IBGE (2007), trata-se da única Grande Metrópole de influência global no país. Conclusão semelhante foi apontada no estudo *The World According to Globalization and World Cities* produzido pela Universidade de Loughborough (UK). Este classificou São Paulo como a aglomeração urbana mais economicamente importante do Brasil, estando na categoria *Alpha* juntamente a cidades como Sidney (Austrália), Moscou (Rússia), Milão (Itália), ou Frankfurt (Alemanha) (GAWC, 2016). Estes fatos justificam a relevância estratégica por esta escolha acadêmica por São Paulo (LOUGHBOROUGH UNIVERSITY, 2016).

Além do mais, São Paulo possui muitos dados georreferenciados, tanto do poder público quanto do setor privado, o que facilita a pesquisa e a análise.

A figura 01 mostra a localização do município de São Paulo, capital da unidade da federação homônima, dentro do contexto brasileiro. Perceba no quadro de número 4, que para o presente estudo, foram selecionadas apenas as áreas residenciais do município, e não o território inteiro. Por diversos propósitos que serão abordados na metodologia, foram desconsideradas as áreas industriais, comerciais ou desabitadas como, por exemplo, parques e unidades de conservação.

Figura 01 – Localização da Área de estudo



Além da expressividade nacional, outra justificativa que impulsionou a escolha por São Paulo foi a ausência de estudos para a região, para esta temática específica. Na literatura científica, há diversos estudos que aplicam o conceito de vulnerabilidade social – não exatamente com a mesma metodologia da Fundação Seade – para a realidade paulistana, tais como: relação com a insegurança alimentar (PEREIRA et al., 2006), relação com fragilidade ambiental (GAYOSO, 2014) ou relação com educação (HURTADO, 2012). Além disso, a cidade de São Paulo também é bastante estudada na área de energia. Há artigos, por exemplo, sobre a questão das emissões de gases do efeito estufa e as energias renováveis (COLLAÇO, DIAS, et al., 2019); sobre o potencial de geração elétrica por meio do lixo (DALMO et al., 2019); sobre o planejamento da matriz energética (COLLAÇO, SIMOES, et al., 2019); ou, sobre o papel da energia nas mudanças climáticas (BULKELEY, LUQUE-AYALA, & SILVER, 2014). Embora todos esses artigos versassem sobre o cenário energético e/ou social do município, São Paulo ainda carecia de estudos que relacionassem a questão energética com a vulnerabilidade social e, sobretudo, que o fizesse sob a perspectiva espacial.

Por fim, o produto desta tese poderá eventualmente servir de subsídios à tomada de decisões, principalmente no que concerne ao ordenamento territorial, ao planejamento das empresas de energia que atuam no município (tais como Eletropaulo/ENEL e Comgás), bem como ao direcionamento correto de recursos para instalação, manutenção, e modernização da infraestrutura energética que atende à população.

1.5. Energia elétrica em São Paulo

Além de ser o município com maior expressividade nacional, São Paulo também possui relevância histórica no que diz respeito à energia elétrica, sendo, junto com o Rio de Janeiro, as duas primeiras cidades a serem eletrificadas no Brasil a partir da chegada da empresa canadense Light — *Light and Power Company Limited*, em 1889, que passou a controlar a distribuição da energia nestes dois centros urbanos. Na época, a energia elétrica era utilizada principalmente para transporte (bonde), para iluminação (lâmpadas) e para a economia (indústria). (GOMES; VIEIRA, 2009)

A partir da década de 1930, foi o Estado — e não mais a Light — que passou a protagonizar os investimentos em energia, num modelo nacional-desenvolvimentista que ganhou fôlego a partir da década de 1950, no final da Segunda Guerra Mundial. Neste contexto, foi criada a primeira estatal energética paulista, a USELPA — Usinas Elétricas do Paranapanema (em 1953) e a CESP — Companhia Energética de São Paulo (em 1966), que se tornaria a principal empresa de geração do estado. Os investimentos estatais em geração e distribuição — sobretudo com usinas hidrelétricas de grande porte — foram justificados pela acelerada urbanização e industrialização paulistas, especialmente da capital. Esta fase, com elevado intervencionismo estatal, durou até a década de 1980 (ROLIM, 2008). Podemos dizer que grande parte da infraestrutura e das políticas públicas sobre energia elétrica paulistana foram originadas neste período.

Em 1981, a recém-criada Eletropaulo – Eletricidade de São Paulo S/A assumiu a operação da geração e distribuição nas áreas da antiga Light, que continuou operando no Rio de Janeiro (FUNDAÇÃO ENERGIA E SANEAMENTO, S.D).

Na década de 1990, o Estado optou pelas privatizações, algo preconizado no Programa Estadual de Desestatização (PED), de 1995. Em 1998, a Eletropaulo foi privatizada. No entanto, como era grande demais para ser vendida em um único bloco, a empresa foi dividida em 04 partes, sendo, geração: Empresa Metropolitana de Águas e Energia S/A – EMAE; transmissão: Empresa Paulista de Transmissão de Energia Elétrica S/A – EPTE; distribuição: Eletropaulo Metropolitana Eletricidade de São Paulo S/A e Empresa Bandeirante de Energia S/A – EBE (ACERVO MEMÓRIA DA ELETRICIDADE, [s.d.]

Na capital, bem como nos demais municípios da Região Metropolitana, a responsável pela distribuição ficou sendo a Eletropaulo Metropolitana Eletricidade de São Paulo S/A — ou, simplesmente, como conhecemos, “Eletropaulo” (IANONNE, 2006). Porém, em junho de 2018, 70% de suas ações foram vendidas para a italiana Ente nazionale per l'energia elétrica (ENEL), que, desde então, passou a exercer a função de distribuição de energia na capital, substituindo a AES Eletropaulo (ENEL, 2019; MELO, 2018)¹

Hoje, de acordo com a Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente, o Estado de São Paulo é o maior mercado de distribuição de energia do Brasil, contando com 18,6 milhões de consumidores do mercado cativo com aproximadamente 11 milhões de MWh/mês. E, o município de São Paulo, objeto de estudo desta pesquisa, é, amplamente, o que mais consome energia: somente em 2020, foram 25 milhões MWh, um valor muito superior ao segundo colocado, Guarulhos, com 3 milhões de MWh (SÃO PAULO, 2021a; SÃO PAULO, 2021b). Este fato ajuda a justificar a importância de se estudar a vulnerabilidade energética do município.

Dentro deste contexto, as hidrelétricas são responsáveis por 65% da produção paulista; em seguida, as termoeletricas a biomassa por 25% e as termoeletricas fósseis pelos 10% restantes. As maiores unidades produtoras são as usinas do Rio Paraná, em especial Ilha Solteira e Jupia que, juntas, geram quase 32% de toda a energia produzida no Estado; seguida das usinas da Cesp — Companhia Energética de São Paulo (21% do total produzido no Estado), do Rio Parapanema (17% do total) e da AES Tietê (16% do total). (SÃO PAULO, 2021b).

¹ Doravante, para efeito de fonte de dados, considere os termos “Eletropaulo” e “Enel” como sinônimos.

No entanto, apesar da produção expressiva, o Estado de São Paulo importa mais de 60% da energia elétrica necessária para seu consumo: enquanto a demanda é de 130 mil GWh, a produção é de 50 mil GWh, havendo um déficit de 80 GWh (SOUZA, 2017). O município de São Paulo, objeto da pesquisa, importa quase tudo: 99% (UOL, 2019). Se praticamente toda energia paulistana é proveniente de fontes externas, isso significa que a vulnerabilidade energética não deve ser entendida como um indicador isolado, mas sim integrado às infraestruturas estaduais e federais².

Outro aspecto importante a ser mencionado é que a vulnerabilidade energética está relacionada ao tipo de infraestrutura. No município de São Paulo, conforme aponta Azevedo (2020)³, a maior parte da fiação é aérea, sendo, portanto, mais exposta a “intempéries e a toda sorte de objetos que podem lhe atingir, bem como galhos de árvores conduzidos pelos ventos ou abalroamento de postes por veículos” (AZEVEDO, 2020; p. 19) Em razão deste problema — e conforme será demonstrado durante o estudo — a alta densidade de árvores viárias é um fator decisivo, e que colabora negativamente, para a vulnerabilidade energética no município.

Uma alternativa à rede aérea é a rede subterrânea que, ao contrário desta, é enterrada a poucos centímetros do solo, evitando que eventuais intempéries abalem a infraestrutura. No entanto, dado o elevado custo de implantação, este tipo de fiação apenas se faz presente em áreas comerciais e/ou de alta renda, como em algumas ruas do Centro e do Itaim Bibi, além de parques como Ibirapuera, por exemplo. Como estas áreas são predominantemente comerciais ou de lazer, e como o recorte a pesquisa focou nas áreas residenciais, esta distinção (subterrânea versus aérea) não interferiu na análise dos resultados.

² A vulnerabilidade energética, evidentemente, extrapola os limites de São Paulo. Contudo, por questões de foco, preferiu-se estudar somente os fatores internos do município, sem considerar, por exemplo, as falhas de distribuição em nível federal.

³ Gabriel Azevedo também foi membro do Projeto 28 do RCGI.

2. REFERENCIAL TEÓRICO-CONCEITUAL

2.1. Relação entre vulnerabilidades energética e social no mundo e a comparação com o contexto de São Paulo

A interface entre as questões sociais e as questões energéticas normalmente aparece na literatura sob o conceito de *pobreza energética* que, de acordo com o ONU, consiste na “ausência de escolha suficiente para acessar serviços de energia adequados, acessíveis, confiáveis, de alta qualidade, seguros e ambientalmente benignos” (ONU, 2000). Tradicionalmente, o conceito de pobreza energética tem sido usado para “capturar problemas de acesso inadequado à energia nos países em desenvolvimento, envolvendo uma série de preocupações econômicas, de infraestrutura, equidade social, educação e saúde” (BOUZAROVSKI; PETROVA, 2015). Inclusive, sob o rótulo “pobreza energética”, a relação entre pobreza e energia vem sendo exaustivamente estudada no meio acadêmico sob diversas perspectivas (BOUZAROVSKI, PETROVA, & SARLAMANOV, 2012; KAYGUSUZ, 2011; PACHAURI ET AL., 2004; PEREIRA, FREITAS, & DA SILVA, 2010; SAGAR, 2005; SOVACOOOL, 2012).

Em áreas rurais, a pobreza energética é ainda mais evidente. Em Bangladesh, Índia e Paquistão, por exemplo, 570 milhões de pessoas não têm acesso à eletricidade. (KAYGUSUZ, 2011). Especificamente no caso indiano, o acesso às fontes modernas de energia – da lenha para a elétrica – acarretou na elevação dos preços, aumentando ainda mais a vulnerabilidade da população mais pobre (ALKON; HARISH; URPELAINEN, 2016). O acesso à energia também é bastante desigual no caso da China, o país mais populoso do mundo, principalmente nas áreas rurais, ainda altamente dependentes da ineficiente queima da lenha (DÉMURGER & FOURNIER, 2011; ZOU & LUO, 2019)

A mesma relação pode ser observada nos países do continente africano. Nas periferias de Senegal, por exemplo, há um “vácuo de política energética”, uma “lacuna institucional” que acarreta na falta de energia aos mais pobres (FALL et al., 2008). No Quênia, mesmo nas áreas urbanas, poucas pessoas têm acesso à energia elétrica. Nesta região, a querosene ainda é a fonte predominante (KAREKEZI; KIMANI; ONGURU, 2008). Ainda que alguns países africanos contem com boas políticas públicas como, por exemplo, o caso de Gana que conseguiu

melhorar substancialmente seu fornecimento de energia elétrica (SERWAA MENSAH et al., 2014), o acesso à energia elétrica universal é uma realidade muito distante dos países africanos (BUTERA et al., 2016).

Um dos casos mais dramáticos de pobreza energética é da República Democrática do Congo. O país tem a segunda maior bacia hidrográfica do planeta – a do Rio do Congo – somente atrás da Bacia do Rio Amazonas, no Brasil, constituindo 41% de todo o potencial hidrelétrico do continente africano (PEREZ et al., 2005). Contudo, mesmo com todos os recursos hídricos disponíveis no país, apenas 9% da população têm acesso à energia; e, em áreas rurais, essa taxa é de 1%. (USAID, 2020).

Bouzarovski, Petrova, & Sarlamanov (2012) apontam que até mesmo na Europa, um continente desenvolvido, há grandes dificuldades de acesso à energia das populações mais pobres que ali residem, especialmente no Leste Europeu em países como Bulgária, por exemplo. Mesmo nos Estados Unidos, na maior economia do mundo, a população de baixa renda é dependente das políticas de subsídios para ter acesso à energia (OPPENHEIM, 2016). Inclusive, uma das preocupações no país é realizar a transição energética – das fontes de carbono para as renováveis – sem onerar ainda mais os mais pobres. (ibid., 2016)

Na América Latina, ainda que o acesso à energia elétrica seja quase universal (BANAL-ESTAÑOL et al., 2017), há muitas lacunas de infraestrutura e políticas públicas a serem preenchidas, principalmente nas áreas mais pobres. Em Buenos Aires, capital argentina, a substituição da lenha pelas fontes modernas (GLP e eletricidade) vem onerando a população mais pobre da cidade, o que justificaria a aplicação de políticas públicas específicas (BRAVO et al., 2008).

No Brasil, ainda que as políticas de eletrificação tenham reduzido substancialmente a vulnerabilidade energética das áreas rurais (PEREIRA et al., 2010) como, por exemplo, o Programa Luz para Todos que forneceu acesso à energia elétrica à 16 milhões de pessoas (ELETROBRAS [s.d]), e ainda que o país seja uma referência no combate à pobreza energética (COELHO & GOLDEMBERG, 2013) estudos indicam a necessidade de aumentar o acesso à energia em áreas urbanas periféricas, ainda mais considerando as grandes disparidades territoriais do país (COHEN, LENZEN, & SCHAEFFER, 2005). Nas comunidades do Rio de

Janeiro, por exemplo, verificou-se que o acesso à energia é mais precário do que nas áreas nobres da cidade (OLIVEIRA, 2005).

De forma geral, esses exemplos evidenciam que, em vários países e áreas urbanas do mundo em vários continentes, o acesso à energia é mais precário em áreas pobres do que em áreas de classes média e média alta. Inicialmente, como hipótese norteadora desta pesquisa, consideramos que a realidade de São Paulo fosse diferente, que essa relação, portanto, não fosse verdadeira. Contudo, conforme apontaram os resultados, o padrão urbano de São Paulo está de acordo com o contexto global acima mencionado, com a população mais pobre, no geral, sofrendo mais com a carência de acesso à energia estável. Este descompasso foi evidenciado, num primeiro instante, pelo mapeamento de vulnerabilidade energética realizado pela equipe 28 do *Research Centre for Gas Innovation (RCGI)* (VENTURI et. al, 2019), mostrando que as áreas urbanas residenciais do município de São Paulo não seguiriam a tendência mundial. De forma geral, as vulnerabilidades social e energética costumam estar geograficamente relacionadas. Porém, no caso específico do município de São Paulo, ficou evidenciado pelo RCGI que nem sempre os distritos de alta renda possuem baixa vulnerabilidade energética. Do mesmo modo, nem sempre os distritos socialmente vulneráveis sofrem com vulnerabilidade energética. Contudo, conforme já explicado, essa conclusão foi apenas visual, fato que justificou o cruzamento de dados feito nesta tese.

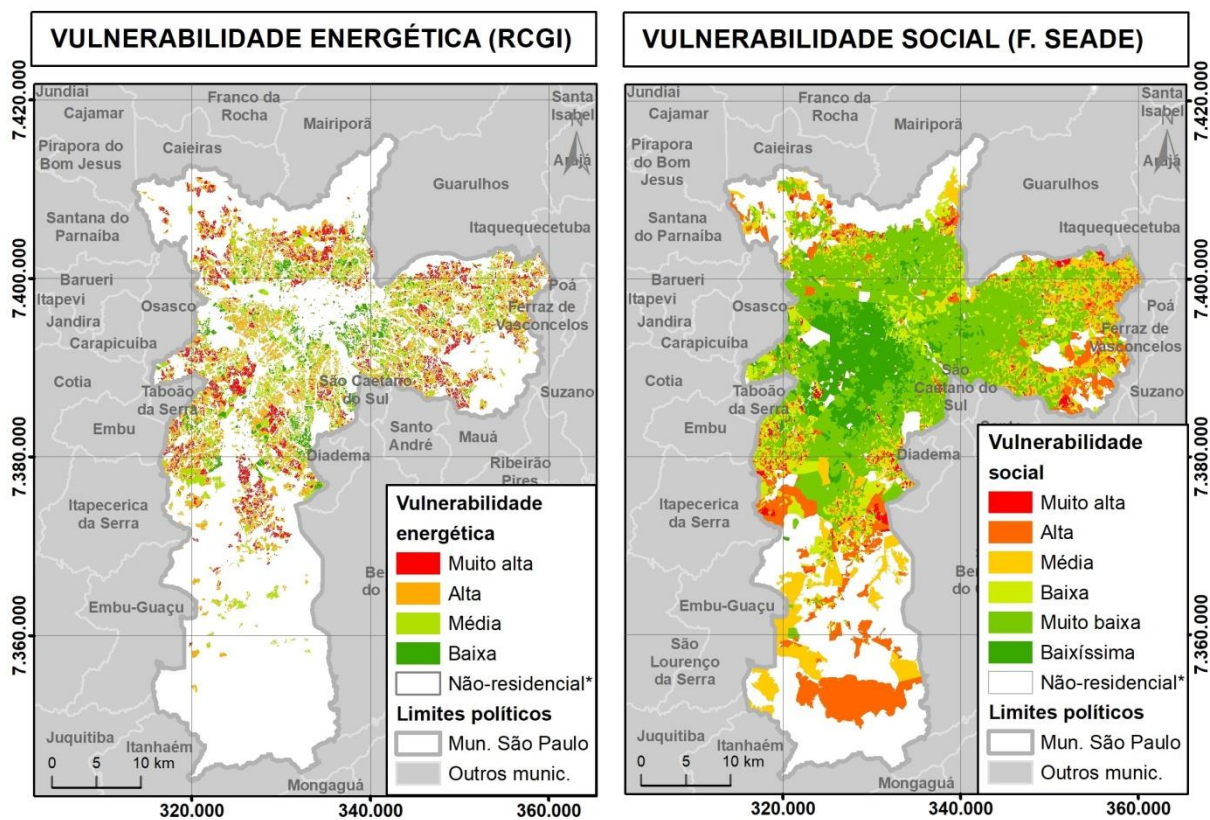
De acordo com mapeamento realizado pelo RCGI (como mostra o Anexo A⁴) foi observado, de forma visual, que distritos periféricos possuiriam relativamente bom acesso à energia. Alguns exemplos são: Brasilândia (zona norte); Campo Limpo, Jardim São Luís, Jardim Ângela, Parelheiros e Pedreira (zona sul); Sapopemba, Itaquera, Lajeado, São Miguel e Cangaíba (zona leste). Por outro lado, Santana e Tucuruvi (zona norte); Morumbi, Vila Sônia e Butantã (zona oeste); Campo Belo e Cursino (zona sul); Vila Prudente e Vila Formosa (zona leste) são exemplos de distritos que, embora situados em áreas de classe média e média alta, mostraram-se mais vulneráveis do ponto de vista energético pelo RCGI.

A figura 02 compara os mapeamentos de vulnerabilidade energética do RCGI e de vulnerabilidade social da Fundação Seade para as áreas residenciais do

⁴ Os mapas originais de vulnerabilidade energética (RCGI) e de vulnerabilidade social (Fundação Seade) estão disponíveis nos anexos A e B, respectivamente, no final do trabalho.

município de São Paulo (conforme veremos na seção sobre metodologia, os critérios para a delimitação das áreas residenciais foram diferentes para o RCGI e para a Fundação Seade, por isso, há diferenças de recorte no mapa).

Figura 02 – Síntese dos mapeamentos de vulnerabilidade energética (RCGI) e social (Fundação Seade) em São Paulo⁵



Sistemas de Coordenadas Geográficas SIRGAS 2000. Fonte: Alexandre Vastella Ferreira de Melo, 2022.
 * Há distinções metodológicas entre o RCGI e a Fundação Seade sobre as áreas não-residenciais; por isso, o resultado diferente.

Notamos que a vulnerabilidade social de São Paulo segue um nítido padrão espacial, caracterizado pela existência bem delimitada de bairros mais e menos vulneráveis. Na porção centro-sul – em distritos como Jardins e Pinheiros, por exemplo – há um claro predomínio de “baixíssima vulnerabilidade” (cor verde escura); e, em quase todo o centro expandido, a vulnerabilidade é “muito baixa” (cor verde clara). Já nas periferias e áreas periurbanas, a população é caracterizada como média, alta e muito alta vulnerabilidade (tons de laranja e vermelho).

Já no mapa de vulnerabilidade energética, o padrão espacial não é tão claro. Há tons quentes (vulnerabilidades alta e muito alta) tanto nas periferias quanto nas áreas nobres da cidade. Do mesmo modo, também há tons frios (vulnerabilidades

⁵ Os Anexos A e B, disponíveis no final do trabalho, mostram estes dois mapas em resolução maior, sendo as versões originais produzidas pela RCGI e pela Fundação Seade, respectivamente.

média e baixa) em todas as áreas da cidade. Foi justamente esse padrão espacial confuso e pouco consistente que impulsionou a realização desta tese: as áreas de São Paulo com maior vulnerabilidade energética seriam as mesmas de maior vulnerabilidade social? Apenas visualizando os dois mapas não seria possível responder de forma conclusiva e satisfatória.

É importante destacar que as conclusões expostas acima não foram de autoria desta pesquisa, mas sim, de trabalhos do RCGI e da Fundação Seade. Não consistiram nas conclusões da presente tese, mas em seu ponto de partida.

2.2. Vulnerabilidade energética

Embora Gnansounou (2008) acredite ser difícil traçar uma definição formal de vulnerabilidade energética “devido ao número de possíveis dificuldades eventos e a natureza epistêmica de sua incerteza” (GNANSOUNOU, 2008; p. 3734), há certo consenso de que o termo está estreitamente relacionado às dificuldades no acesso à energia. Para Andrews (2006), “a vulnerabilidade energética é um estado de insegurança energética, tipicamente devido ao suprimento insuficiente ou inadequado de fontes internas” (ANDREWS, 2008; p.17). Do mesmo modo, para Adger (2006) e Gallopín (2006), vulnerabilidade energética, está associada à “adaptação” e à “resiliência” de sistemas, ou seja, às suas capacidades de funcionarem corretamente e de recuperarem-se de traumas e estresses externos.

Para Bouzarovski e Petrova (2015), a vulnerabilidade energética está associada à “incapacidade de atingir um nível social e materialmente necessário de serviços de energia domésticos” (BOUZAROVSKI; PETROVA, 2015; p.1). De acordo com estes autores, essa vulnerabilidade reflete a operação ineficaz das infraestruturas técnicas que permitem o cumprimento de necessidades energéticas das populações; ou seja, está ligada às carências no fornecimento em diversos aspectos tais como: a má disponibilidade de acesso; a alta proporção entre o custo de combustíveis e a renda das famílias; a falta de investimento em novas infraestruturas; as poucas opções de serviços de fornecimento; a falta de eficiência (perdas durante as conversões energéticas); e, além disso, a falta de conhecimento sobre como usar a energia de forma ineficiente (ibid., 2015).

Analisando o estado da arte da vulnerabilidade energética, Gatto & Busato (2020) concluíram que o conceito está relacionado ao “grau em que um sistema de energia é provável de ser exposto a eventos adversos ou mudanças, e riscos de cair em armadilhas econômicas, sociais, ambientais e de governança” (GATTO; BUSATO, 2020). Neste contexto, portanto, quanto mais *resiliente* for um sistema, menos vulnerável será.

A literatura evidencia, portanto, que a vulnerabilidade energética é inversamente proporcional ao acesso à energia. Ou seja, quanto *menor* o acesso, *maior* é a vulnerabilidade; e essa relação é bastante evidente em grandes áreas urbanas. Conforme já citado na Introdução, analisando cidades de países como Índia, Quênia, Etiópia, Gana, e Senegal, os autores são unânimes em perceber que existem discrepâncias locais no acesso da população à energia (conforme concluem Alkon, Harish, & Urpelainen, 2016; Fall, Sarr, Dafrallah, & Ndour, 2008; Karekezi, Kimani, & Onguru, 2008; Mentis et al., 2016; Serwaa Mensah, Kemausuor, & Brew-Hammond, 2014). Na América Latina, seguindo a tendência global, há estudos que evidenciam as diferenças de acesso urbano à energia no México, na Argentina, em países da América Central. No Brasil, fato também citado na Introdução, há um estudo realizado nas comunidades do município Rio de Janeiro evidenciando que a utilização de energia é mais precária para a população de baixa renda, o que corrobora a tendência mundial; tendência apontada por Adilson de Oliveira (2005); Banal-Estañol, Calzada, & Jordana (2017); Bravo, Kozulj, & Landaveri (2008); Butera, Caputo, Adhikari, & Facchini (2016); e Coelho & Goldemberg (2013).

No Brasil, aliás, o tema é bastante estudado, e para diversos fins. A maioria, apontando para as tendências de agravamento da vulnerabilidade energética. Há estudos apontando, por exemplo, que a instalação de parques eólicos no Nordeste — que, em tese, poderiam reduzir a vulnerabilidade — na prática, não promoveram melhoria social (GALVÃO et al., 2020). Outros, apontando para a dependência geopolítica brasileira do gás boliviano (PINTO, JUNIOR, 2007). Ou ainda, para as mudanças climáticas que poderiam impactar a produção hidrelétrica no país (DE LUCENA et al., 2009).

Apesar disso, alguns estudos são otimistas para o cenário brasileiro. É sabido que políticas públicas como, por exemplo, a eletrificação de comunidades rurais, tiveram um impacto positivo na redução da vulnerabilidade energética (PEREIRA et.

al, 2011; DA SILVA, 2010). Para o futuro, alternativas como a expansão da energia fotovoltaica (PIAI; GOMES; JANNUZZI, 2020) e da biomassa de cana-de-açúcar — como o bagaço — (LEITE et al., 2016), bem como a diminuição da dependência de petróleo (SOLINGEN, 1991) poderiam diminuir ainda mais a vulnerabilidade no Brasil.

Estes exemplos de estudos evidenciam que a vulnerabilidade energética, para além da escala intramunicipal abordada nesta pesquisa, extrapola os limites municipais e ganha contornos em escalas regional, nacional e internacional. Há, portanto, diversos recortes espaciais, enfoques e contextos a serem abordados sobre o tema, tanto no Brasil quanto no mundo.

Contudo, apesar de a vulnerabilidade energética ser um tema bastante tratado em artigos científicos, dentro e fora do Brasil, ainda são poucos os estudos que procuram aplicar este conceito à realidade geográfica e mapeá-lo sob uma perspectiva espacial. Neste sentido, merece destaque o artigo de Maliszewski & Perrings (2012) que entre 2002 e 2005 mapeou os fatores que influenciam na vulnerabilidade energética da cidade de Phoenix (Arizona, Estados Unidos). No Brasil, com exceção do mapeamento já elaborado pelo RCGI, não há estudo publicado até o presente momento que mapeie a vulnerabilidade energética sob a perspectiva geográfica/espacial. Sendo assim, este é um dos fatos que justificam a presente tese.

2.3. Vulnerabilidade energética para o RCGI

Com base nos conceitos do item anterior, e conforme adiantado na Introdução, a vulnerabilidade energética foi mapeada pela equipe 28 do *Research Centre for Gas Innovation (RCGI)*. A pesquisa do RCGI foi amplamente divulgada na mídia em endereços eletrônicos como Revista Exame, Agência FAPESP, Portal MundoGeo e Jornal da USP (FAPESP, 2017a, 2017b; OLIVEIRA, 2017; TRABBOLD, 2017); e, além disso, apresentada em conferência e publicada no *International Journal of Development and Sustainability (ISDS)* (VENTURI et al., 2017; VENTURI et al., 2019).

Para o presente doutorado, conforme evidenciado no item anterior, utilizamos o conceito de vulnerabilidade energética apresentado pelo RCGI como sendo o grau

de susceptibilidade às interrupções no fornecimento, bem como à sua consequente adaptação ao estado normal após estas ocorrências, ou seja, a duração deste corte. (VENTURI ET AL., 2019). Esta definição, utilizada tanto pelo RCGI quanto pela presente pesquisa, está em concordância com os estudos de Adger (2006), Gallopin (2006), Andrews (2008) e Gnansounou (2008) mencionados nos parágrafos anteriores.

Do ponto de vista prático, para chegar ao cálculo da vulnerabilidade energética nas áreas residenciais do município de São Paulo, a equipe do Projeto 28 do RCGI utilizou cinco indicadores de referência, criando quatro classes (baixa vulnerabilidade, média vulnerabilidade, alta vulnerabilidade e muito alta vulnerabilidade) para cada um dos setores censitários pertencentes ao recorte espacial definido (VENTURI et al., 2019). O quadro 01 mostra as variáveis operacionais consideradas para a vulnerabilidade energética, juntamente às formas de medição, às justificativas e às relações matemáticas consideradas:

Quadro 01 – Variáveis operacionais consideradas para vulnerabilidade energética

Variáveis operacionais	Medição da variável	Justificativa da variável	Relação matemática considerada.
Dimensão da área atendida por uma única subestação.	Shapefile dos conjuntos elétricos de São Paulo, em polígono (Fonte: Enel/Eletropaulo).	A distribuição de energia em conjuntos elétricos maiores é mais instável do que em conjuntos menores.	Quanto maior a área do conjunto elétrico, maior a vulnerabilidade.
Disponibilidade de fonte complementar	Shapefile da rede de gás encanado de São Paulo, em linha (Fonte: Comgas).	As residências com gás encanado são menos vulneráveis porque em caso de interrupção, nem toda energia é cortada.	Quanto menos fontes disponíveis, maior a vulnerabilidade.
Distância de vias principais.	Shapefile da base de ruas de São Paulo, em linha (Fonte: RCGI).	Em caso de interrupção de energia, áreas próximas a grandes avenidas tendem a ter o fornecimento retomado com maior rapidez.	Quanto maior a distância das vias principais, maior a vulnerabilidade.
Proximidade a áreas prioritárias.	Shapefile dos hospitais e presídios de São Paulo, em linha (Fonte: Geosampa).	Por necessidades de saúde e segurança, hospitais e presídios tendem a ter o fornecimento de energia mais estável.	Quanto maior a distância de áreas prioritárias, maior a vulnerabilidade.
Densidade de árvores viárias	Shapefile das árvores viárias de São Paulo (Fonte: Geosampa).	Quedas de árvores e galhos na fiação elétrica são um dos principais motivos para a falta de energia.	Quanto mais árvores viárias, maior a vulnerabilidade.

Fonte própria.

Nas linhas abaixo, é possível entender melhor como esses indicadores foram mapeados e quantificados:

- *Dimensão da área atendida por uma única subestação.*

O RCGI tomou como pressuposto de que quanto maior a área atendida por um único conjunto elétrico, maior a vulnerabilidade. Isto ocorre porque em caso de interrupção em conjuntos elétricos de grande dimensão, há menos fontes disponíveis para reatar o fornecimento de energia. No entanto, em conjuntos elétricos de pequena dimensão, a energia pode ser suprida momentaneamente por conjuntos adjacentes. Os dados foram fornecidos pela Eletropaulo (atual ENEL), companhia que gerencia o fornecimento de energia em São Paulo. Utilizando o método estatístico quantil, de acordo com o número de setores censitários abrangidos, as classes de vulnerabilidade para este indicador mapeadas pelo RCGI foram:

- *Muito Alta*: acima de 1.691 hectares do conjunto elétrico pertencente ao setor censitário.
- *Alta*: entre 1.024 e 1.691 hectares do conjunto elétrico pertencente ao setor censitário.
- *Média*: entre 521 e 1.002 hectares do conjunto elétrico pertencente ao setor censitário.
- *Baixa*: menor que 521 hectares do conjunto elétrico pertencente ao setor censitário.

- *Disponibilidade de fonte complementar.*

Quanto maior o acesso às outras fontes de energia – que complementem a rede elétrica oficial – menor foi a vulnerabilidade considerada. Isto porque em caso de interrupção do fornecimento da ENEL, outras fontes podem ser utilizadas e, portanto, menos vulnerável fica o setor. Para este indicador, foram utilizados dados da rede encanada fornecidos pela COMGAS — a Companhia de Gás de São Paulo, ainda durante minha participação no RCGI, conforme publicado por Venturi et. al. (2019).

É importante mencionar que acordo com o Balanço Energético do Estado de São Paulo, 27% da energia consumida é proveniente do gás (natural e GLP), sendo o restante representados por outros usos. Com base nesta informação, as classes de vulnerabilidade para o RCGI foram:

- Baixa: 50% da energia composta por gás e servida por estrutura encanada (*cenário futuro*)
- Média: 50% da energia composta por gás, mas sem estrutura encanada (*cenário futuro*).
- Alta: 27% da energia composta por gás e servida por estrutura encanada (*cenário presente*).
- Muito Alta: 27% da energia composta por gás, mas sem estrutura encanada (*cenário presente*).

Contudo, aqui cabe uma observação importante. Perceba que nas duas primeiras classes (baixa e média), partimos de um cenário hipotético futuro, com 50% da energia residencial paulistana supostamente partindo do gás. Esse cenário não existe, foi apenas simulado para o RCGI com objetivo simulatório: atualmente, conforme mencionamos acima, apenas 27% da energia residencial vem do gás. Como a presente pesquisa apenas trabalhou com o recorte temporal atual, apenas foram consideradas as classes “alta” e “muito alta”.

- *Distância de vias principais.*

Partimos da premissa de que a distância de vias urbanas principais e/ou arteriais é proporcional ao tempo necessário para o reparo da rede elétrica e o consequente reestabelecimento da energia em caso de eventuais quedas. Por isso, quanto mais próximo um setor censitário for de vias urbanas principais, menor sua vulnerabilidade energética. Para este indicador, foram utilizados dados dos eixos de logradouros de São Paulo disponíveis no Portal Geosampa, endereço eletrônico oficial da Prefeitura do município (PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO, 2017). Utilizando o método estatístico quantil, as classes de vulnerabilidade para este indicador mapeadas pelo RCGI foram:

- *Muito alta*: mais de 500m de distância dos caminhos principais.
- *Alta*: de 200m a 499m de distância dos caminhos principais

- *Média*: de 50m a 199m de distância dos caminhos principais.
- *Baixa*: a menos de 50m de distância dos percursos principais.

- *Proximidade a áreas prioritárias.*

Em caso de quedas, o reestabelecimento de energia nas proximidades de áreas estratégicas como hospitais e presídios costuma ser mais rápido e eficiente. Logo, partimos da premissa de que estas áreas são menos vulneráveis. Sendo assim, quanto mais próximo de áreas prioritárias, menos vulnerável será uma localidade. Para este indicador, também foram utilizados dados do Portal Geosampa (PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO, 2017). Utilizando o método estatístico quantil, as classes de vulnerabilidade para este indicador mapeadas pelo RCGI foram:

- *Muito alta*: distância maior que 1000m de hospitais e prisões.
- *Alta*: distância de 500m a 999m de hospitais e prisões.
- *Média*: distância de 100m a 499m de hospitais e/ou menos de 999m das prisões.
- *Baixa*: distância até 99m dos hospitais e/ou menos de 500m das prisões.

- *Densidade de árvores viárias.*

Para este indicador, partimos do pressuposto de que há uma relação direta entre a vulnerabilidade energética e a densidade de árvores viárias. Isto porque a queda de árvores – sobretudo no verão – é uma das principais causas de interrupção de fornecimento de energia. O portal Geosampa, que possui todas as árvores viárias mapeadas para o município de São Paulo, foi novamente utilizado como fonte. Utilizando o método estatístico quantil, as classes de vulnerabilidade mapeadas pelo RCGI foram para este indicador foram:

- *Muito alta*: mais de 11 árvores por hectare no setor censitário.
- *Alta*: de 7 a 11 árvores por hectare no setor censitário.
- *Média*: de 3 a 6 árvores por hectare no setor censitário.
- *Baixa*: menos de 3 árvores por hectare no setor censitário.

Em síntese, cada um desses cinco indicadores (dimensão da área atendida por apenas uma subestação, disponibilidade de fonte complementar, proximidade de áreas prioritárias e densidade de árvores viárias) foi dividido em quatro classes cada (baixa, média, alta e muito alta), conforme Tabela 01 (VENTURI et al., 2019):

Tabela 01 – Critérios para classificação de cada um dos indicadores de vulnerabilidade energética em baixa, média, alta e muito alta vulnerabilidades.

Vulnerabilidade	Dimensão da área atendida por apenas uma subestação	Disponibilidade de fonte diferente ou complementar.	Distância dos principais caminhos	Proximidade de áreas prioritárias	Densidade das árvores ao longo das vias
Baixa (Classe 1)	Entre 25 e 502 hectares do conjunto elétrico pertencente ao setor censitário.	27% da energia composta por gás e servida por estrutura encanada.	Menos que 50m de distância das vias principais.	Distância inferior a 99m de hospitais e/ou inferior a 500m de prisões.	Menos que 3 árvores per hectare no setor censitário.
Média (Classe 2)	Entre 521 e 1.002 hectares do conjunto elétrico pertencente ao setor censitário..	27% da energia composta por gás e servida por estrutura encanada.	De 50m a 199m de distância das vias principais.	Distância entre 100m a 499m de hospitais e/ou inferior a 999m de prisões.	De 3 a 6 árvores per hectare no setor censitário.
Alta (Classe 3)	Entre 1.024 e 1.691 hectares do conjunto elétrico pertencente ao setor censitário.	27% da energia composta por gás, mas sem estrutura encanada.	De 200m a 499m de distância das vias principais.	Distância entre 500m to 999m de hospitais e prisões.	De 7 a 11 árvores per hectare no setor censitário.
Muito alta (Classe 4)	Entre 1.906 e 32.407 hectares do conjunto elétrico pertencente ao setor censitário.	27% da energia composta por gás, mas sem estrutura encanada.	Mais que 500m de distância das vias principais.	Distância maior que 1.000m de hospitais e prisões.	Mais que 11 árvores per hectare no setor censitário.

Fonte: própria.

Perceba que, embora a vulnerabilidade energética final fosse apresentada em apenas uma classe (conforme já supracitado), os indicadores que a compõem são independentes. Um mesmo setor censitário pode estar classificado, por exemplo, como “baixa” densidade de árvores, porém, “muito alta” distância dos caminhos principais. Para harmonizar todas essas informações em um único valor de vulnerabilidade energética, foi utilizada a metodologia Análise Hierárquica de Processos (AHP) que unificou essas informações em uma única matriz, cujos dados de saída, simplificados e operacionalizáveis, serviram para o mapeamento em ambiente SIG.

Por fim, é necessário salientar que por questões de foco, objetivando apenas vulnerabilidade energética da *população paulistana* – e não do sistema industrial ou do comércio, por exemplo, foram excluídas as áreas predominantemente industriais, comerciais e/ou de demais usos que não fossem predominantemente residenciais. Também foram excluídas áreas verdes, parques, massas d'água, sistemas viários e demais áreas inabitadas da malha territorial. Esse recorte foi feito em ambiente SIG, com base no Atlas de Uso e Ocupação do Solo do Município de São Paulo elaborado pela Prefeitura do Município de São Paulo, considerando as áreas predominantemente residenciais com ao menos 60% das residências nesta tipologia (PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO, 2016).

2.4. Vulnerabilidade social

O conceito de vulnerabilidade social pode ser bastante diversificado de acordo com o uso empreendido. Apresentando uma revisão conceitual do termo, Weichselgartner (2001) argumenta que as concepções mais usuais de vulnerabilidade social dizem respeito a processos biofísicos, sobretudo àqueles relacionados às susceptibilidades humanas aos desastres naturais. Essa perspectiva, mais usual na ciência, é corroborada por diversos autores, tais como Marsh (2002) ou Cutter; Boruff; Shirley (2003). Em quase unanimidade, estes autores enxergam uma relação diretamente proporcional entre a vulnerabilidade social e o nível de propensão das populações a sofrerem com perigos e desastres ambientais. Sendo assim, a maioria dos artigos sobre vulnerabilidade social versam sobre questões climáticas, perigos naturais, segurança alimentar e qualidade ambiental. Os estudos de Adger (1999), Myers; Slack; Singelmann (2008), e Wood; Burton; Cutter (2010) ilustram essa perspectiva mais usual.

Porém, o próprio Weichselgartner (2001) – o autor supracitado que fez a revisão sobre o conceito de vulnerabilidade social – aponta que o termo também pode ser estudado nas ciências sociais, em uma perspectiva distinta da questão dos perigos e desastres naturais. E, como esta tese *não* versa sobre perigos naturais, essa foi justamente a perspectiva conceitual adotada, que será desenvolvida nos parágrafos abaixo.

Há vários estudos que corroboram essa perspectiva mais social. Whelan e Maître (2010), por exemplo, relacionaram pobreza e vulnerabilidade social para entenderem a eficiência das políticas de *welfare state* na União Europeia. Do mesmo modo, Dhanani e Islam (2002), relacionaram ambos os termos para entender os efeitos da crise financeira de 1997 na Indonésia. Já no contexto brasileiro, Lino et al., (2013) descobriram que a vulnerabilidade social e a pobreza, além de estarem relacionadas, também estão associadas aos casos problemas de saúde nas áreas periféricas do Rio de Janeiro. Portanto, ainda que a maior parte dos artigos científicos estude vulnerabilidade social a partir do prisma dos desastres naturais, há um considerável grupo de autores que também aplica o termo para a susceptibilidade humana a condições socioeconômicas adversas. Portanto, à pobreza.

Para Bohle, Downing e Watts (1994), a vulnerabilidade social é definida como uma medida agregada do *bem-estar humano* que integra aspectos ambientais, sociais, econômicos e uma série de perturbações prejudiciais derivadas da exposição política. Do mesmo modo, Dow (1992) entende que a vulnerabilidade, para além da questão biofísica, também engloba aspectos econômicos e demográficos; ou seja, fatores sociais e tecnológicos como, por exemplo, idade de uma população, dependência econômica, racismo e infraestrutura disponível.

Essa visão – que, conforme evidenciamos acima, atrela vulnerabilidade social à pobreza – é defendida pelos documentos oficiais da Comissão Econômica para a América Latina e o Caribe (CEPAL) – um órgão criado pelas Nações Unidas que visa promover o desenvolvimento do continente latinoamericano. De acordo com essa instituição – e, em conformidade com os autores citados acima – a vulnerabilidade social é composta por dois componentes explicativos: a insegurança e a indefesa vivenciados pelas comunidades, famílias e indivíduos em suas condições de vida como resultado do impacto causado por algum tipo de *evento econômico-social traumático*; e, a *gestão de recursos e as estratégias* utilizadas pelas comunidades, famílias e pessoas para enfrentar os efeitos desse evento (PIZARRO, 2001 - grifo nosso). Deste modo, consideramos, para esta pesquisa, que a vulnerabilidade social está relacionada à *falta de recursos* e ao *modo* com que estes *gerenciados*. Ou seja, à *pobreza* de forma geral. Ou, em outras palavras, à

susceptibilidade de grupos humanos ao enfrentamento de problemas derivados da pobreza.

Foi com base nessa perspectiva que a Fundação Seade elaborou o Índice Paulista de Vulnerabilidade Social (IPVS), um indicador suficientemente completo, objetivo, mensurável e mapeável que, juntamente com a vulnerabilidade energética, serviu de base para a realização desta pesquisa:

Trata-se de um indicador bem construído, fundamentado em estudos e teorias sobre o fenômeno da pobreza, que levam em conta não apenas a renda, mas também os diversos fatores determinantes da situação de vulnerabilidade social”, tais como: “escolaridade, saúde, arranjo familiar, possibilidades de inserção no mercado de trabalho, acesso a bens e serviços públicos (FUNDAÇÃO SEADE, 2010; p.3).

Percebemos, portanto, que a concepção de vulnerabilidade social adotada pela Fundação Seade coaduna com o estado da arte da literatura científica e das organizações mundiais e, principalmente, com a abordagem adotada nesta tese.

É evidente que, conforme explicitado acima, esta não é a única definição para vulnerabilidade social. No Brasil, o conceito está relacionado à gravidade do quadro de pobreza e de miséria (GOMES, 2005) Mas, para alguns autores, a vulnerabilidade ultrapassaria o campo econômico e também incluiria grupos minoritários — indígenas, negros, mulheres, nordestinos, trabalhadores rurais ou crianças em situação de rua, por exemplo (JANCZURA, 2012). Para outros, a vulnerabilidade social também abarcaria a área de saúde, estando à relacionada, por exemplo às epidemias de AIDS (BARBOSA, SAWYER, 2003) e COVID (CARVALHO et al., 2021).

É importante notar que o conceito de vulnerabilidade — e isso inclui tanto a social quanto a energética — está intimamente relacionado com resiliência: quanto menos vulnerável um sistema for, mais resiliente o será — ou seja, será mais capaz de retornar à sua condição original quando eventualmente afetado (GATTO & BUSATO, 2020). Alguns autores vão além deste raciocínio. Para Stirling (2014), por exemplo, a vulnerabilidade é oposta não somente à resiliência, mas à estabilidade, à robustez e à durabilidade — ou seja, à sustentabilidade de forma geral.

Não cabe aqui destrinchar, analisar ou adotar todas as definições de vulnerabilidade social. Para o objetivo desta pesquisa, preferimos adotar a definição

anteriormente exposta da Fundação SEADE que considera, além dos aspectos econômicos, os aspectos demográficos e sociais e que, portanto, dada sua abrangência, atende perfeitamente aos propósitos da pesquisa.

2.5. Vulnerabilidade social para a Fundação Seade

O Índice Paulista de Vulnerabilidade Social (IPVS) é um indicador elaborado pela Fundação SEADE sob a justificativa da necessidade de o poder público ter dados precisos e confiáveis para desenvolver políticas específicas para as comunidades mais vulneráveis.

A primeira versão do IPVS, elaborada em 2002 e impulsionada por solicitação da Assembleia Legislativa do Estado de São Paulo (ALESP), foi baseada no Censo Demográfico de 2000. Já a versão mais recente, utilizada nesta pesquisa, foi feita com base no Censo Demográfico do IBGE (2010) (IBGE, 2010; SEADE, 2010).

Assim como a vulnerabilidade energética do RCGI, o IPVS levou em consideração somente as áreas residenciais. Contudo, ao contrário deste, o mapeamento de vulnerabilidade social não utilizou o uso do solo municipal como base. No caso do RCGI, o recorte foi mais restrito: foram selecionadas *somente as áreas predominantemente residenciais*. No caso da Fundação Seade, foram considerados todos os setores censitários, *mesmo que o uso do solo predominante não fosse residencial* (FUNDAÇÃO SEADE, 2010), diferença que resultou em uma área residencial muito maior. Neste caso, foram apenas excluídas as áreas inabitadas como, por exemplo, parques e áreas verdes.

Buscou-se, nesse índice, não somente contemplar o crescimento econômico – uma variável considerada ineficiente pela Fundação Seade – mas também, entender a *qualidade de vida* da população paulista por meio de indicadores como escolaridade, saúde, condições de inserção no mercado de trabalho, acesso aos serviços prestados pelo Estado e oportunidades de mobilidade social; aspectos que extrapolam a visão meramente economicista. É por isso que o IPVS possui duas dimensões: a *demográfica* e a *socioeconômica* que consideram, respectivamente, os aspectos demográficos e socioeconômicos a seguir (Fundação Seade, 2010):

Dimensão demográfica

- Porcentagem de pessoas responsáveis de 10 a 29 anos (*% de pessoas*);

- Porcentagem de mulheres responsáveis de 10 a 29 anos (*% de mulheres responsáveis*);
- Idade média das pessoas responsáveis (*idade em anos*);
- Porcentagem de crianças de 0 a 5 anos de idade (*% de crianças na faixa etária estipulada*).

Dimensão socioeconômica

- Renda domiciliar per capita (*R\$ por pessoa*);
- Rendimento médio da mulher responsável pelo domicílio (*R\$ por mulher responsável*);
- Porcentagem de domicílios com renda domiciliar per capita até 1/2 SM (*% de domicílios*);
- Porcentagem de domicílios com renda domiciliar per capita até 1/4 SM (*% de domicílios*);
- Porcentagem de pessoas responsáveis pelo domicílio alfabetizadas (*% de pessoas*).

O Quadro 02 detalha essas variáveis operacionais, mostrando como foram medidas e, além disso, sua justificativa e relação matemática considerada:

Quadro 02 – Variáveis operacionais consideradas para vulnerabilidade social

	Variáveis operacionais	Medição da variável	Justificativa e relação matemática
Dimensão demográfica	Pessoas responsáveis de 10 a 29 anos	Porcentagem do total (Censo/IBGE).	A vulnerabilidade social é maior quanto há mais adolescentes responsáveis pelos domicílios, ao invés de adultos.
	Mulheres responsáveis de 10 a 29 anos.	Porcentagem do total (Censo/IBGE).	A vulnerabilidade social é maior quanto a mulher é a responsável, ao invés do homem.
	Idade média das pessoas responsáveis.	Idade em anos (Censo/IBGE).	A vulnerabilidade social é maior quanto a pessoa responsável é mais nova.
	Crianças de 0 a 5 anos de idade	Porcentagem de crianças na faixa etária estipulada (Censo/IBGE).	A vulnerabilidade social é maior quando há mais crianças no domicílio.
Dimensão econômica	Renda domiciliar per capita	Reais (R\$) por pessoa (Censo/IBGE).	A vulnerabilidade social é maior quando a renda é menor.
	Rendimento médio da mulher responsável pelo domicílio	Reais (R\$) por mulher responsável (Censo/IBGE).	A vulnerabilidade social é maior quando a renda é menor.
	Domicílios com renda domiciliar per capita até 1/2 SM (% de domicílios);	Porcentagem de domicílios nessa condição (Censo/IBGE).	A vulnerabilidade social é maior quando a renda é menor.
	Domicílios com renda domiciliar per capita até 1/4 SM (% de domicílios);	Porcentagem de domicílios nessa condição (Censo/IBGE).	A vulnerabilidade social é maior quando a renda é menor.
	Pessoas responsáveis pelo domicílio alfabetizadas (% de	Porcentagem de pessoas nessa	A vulnerabilidade social é maior quando a alfabetização é menor.

A partir destes fatores, foram gerados dois escores fatoriais, representando o fator socioeconômico e o fator demográfico. A própria Fundação Seade explica o que são escores fatoriais:

Os escores fatoriais são médias ponderadas das variáveis originais, expressos em uma escala com média zero e variância 1. No fator socioeconômico, valores maiores na escala indicam maior nível de renda do setor censitário e, no fator demográfico, os maiores valores na escala indicam a presença de responsáveis jovens e crianças com menos de 5 anos no setor. (FUNDAÇÃO SEADE, 2010; P.14).

Isso significa que, na dimensão socioeconômica, os valores foram proporcionais à renda do setor censitário; e na dimensão demográfica, proporcionais à presença de responsáveis jovens e crianças. Com base nestes cálculos estatísticos, o IPVS dividiu o fator socioeconômico em três classes e o fator demográfico, em duas:

Quadro 03 - Operacionalização dos grupos do IPVS 2010 pelo valor dos escores

Fator socioeconômico	Fator demográfico	
	Famílias adultas e idosas (menor que 0,3)	Famílias jovens (0,3 ou mais)
Muito Alto (Maior que 1,3)	Baixíssima vulnerabilidade	
Médio (-0,4 a 1,3)	Vulnerabilidade muito baixa	Vulnerabilidade baixa
Baixo (Até -0,4)	Vulnerabilidade média	Vulnerabilidade alta e muito alta

Fonte: Fundação Seade, 2010.

No final, com base nos critérios acima, o IPVS classificou a população paulista em sete grupos de vulnerabilidade social, cujo número é proporcional ao nível de vulnerabilidade, que são:

- Grupo 1: Baixíssima vulnerabilidade;
- Grupo 2: Vulnerabilidade muito baixa;
- Grupo 3: Vulnerabilidade baixa;
- Grupo 4: Vulnerabilidade média;
- Grupo 5: Vulnerabilidade alta (urbanos);
- Grupo 6: Vulnerabilidade muito alta (aglomerados subnormais⁶);
- Grupo 7: Vulnerabilidade alta (rurais).

⁶ Os aglomerados subnormais são, de modo geral, as unidades domiciliares caracterizadas como “favelas” de acordo com o Censo de 2010 (Fundação Seade, 2010; p.11).

Podemos perceber que apesar de possuírem o mesmo *score* matemático (conforme Quadro 03), as classes alta e muito alta foram subdivididas em três grupos (5, 6 e 7). Isso ocorreu porque as diferenças entre estes grupos não são estatísticas, mas levam em consideração o uso do solo: o Grupo 5 corresponde às áreas urbanas; o Grupo 6, aos aglomerados subnormais; e o Grupo 7, às áreas rurais.

Apesar de possuir 0,9% de população rural (IBGE, 2010), o município de São Paulo foi considerado totalmente urbano para o IPVS. Como não estava contido na base cartográfica do município, desconsideramos o Grupo 7 (áreas rurais de alta vulnerabilidade) para São Paulo. Utilizamos, portanto, os grupos de 1 a 6.

Além disso, também vale ressaltar que, embora o IPVS tenha sido mapeado para todos os setores da unidade federativa de São Paulo, para esta pesquisa, foram analisadas apenas as áreas de uso predominantemente *residencial* do *município de São Paulo*. Ou seja, conforme detalhado no item específico sobre a metodologia empregada, há dois recortes espaciais: o primeiro, selecionando apenas os setores da capital paulista; e, o segundo, selecionando apenas seus setores residenciais.

3. MÉTODO, PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS, TÉCNICOS, INSTRUMENTOS DE APOIO E FORMA DE ANÁLISE DE RESULTADOS

Orientamos esta pesquisa pelo método hipotético dedutivo – do qual parte-se de uma hipótese e tenta corroborá-la – associado ao método geográfico, o que consiste na análise integrada de aspectos naturais e sociais de variáveis e seus respectivos indicadores no tempo e no espaço. A orientação metodológica segue a estrutura concebida pelo pedido de patente nº PI20180031 depositada pelo Projeto 28 do RCGI sob o título “Método de Gerenciamento de Fenômenos Urbanos e Uso do Mesmo”, em 2018 (VENTURI et al, 2018), na qual articula-se teoria (conceitos e indicadores); método (análise integrada destes indicadores pela Matriz Hierárquica de Processos – AHP); e técnica (mapeamentos via Sistemas de Informação Geográfica).

Portanto, primeiro explanaremos sobre o método hipotético-dedutivo; em seguida, sobre o quadro metodológico geral da pesquisa – no qual elencaremos as

principais etapas do caminho percorrido. E, em um terceiro momento, sobre a articulação entre teoria, método e técnica proposta pela patente, como evidenciado, em partes, pelo método AHP; e, além disso, sobre a escolha dos Sistemas de Informação Geográfica como instrumento de apoio e forma de análise de resultados.

3.1. Método hipotético-dedutivo

Fizemos esta pesquisa com base no “método hipotético-dedutivo”, idealizado por Popper (1975) com base na crítica à indução. Segundo este autor, a ciência não deveria testar a possibilidade de verificação (indução), mas sim, a de refutação de uma determinada hipótese (dedução) (POPPER, 1975). No caso da presente pesquisa, deduzimos que o cenário mundial de energia era diferente do paulistano.

Segundo Prodanov e Freitas (2013), o método hipotético-dedutivo se inicia com um *problema* ou uma lacuna no conhecimento científico, passando pela formulação de *hipóteses* e por um processo de *inferência dedutiva*, o qual testa a predição da ocorrência de fenômenos abrangidos pela referida hipótese. Portanto, o método hipotético-dedutivo possui cinco fases: a) a observação de um problema; b) a definição de conjecturas; c) a dedução de consequências observadas; d) a tentativa de falseamento; e, e) a corroboração (ibid., 2013). O quadro 04, adaptado dos mesmos autores, ilustra as etapas deste método juntamente às aplicações que foram feitas nesta tese:

Quadro 04 – Método hipotético-dedutivo

Etapas do método hipotético-dedutivo (grifo nosso)	Etapas desta pesquisa (grifo nosso)
Conhecimento existente	"Problema ou lacuna no conhecimento: fatos; descoberta do problema; formulação do problema."
Modelo teórico	"Suposições plausíveis; hipóteses principais (centrais) e auxiliares (decorrentes)."
Dedução das consequências	"Busca de suportes racionais e empíricos – consequências, predições e
	Apesar de haver muitos estudos relacionando energia a São Paulo, ou ainda, vulnerabilidade energética e vulnerabilidade social, ainda não existiam estudos que relacionam estas duas variáveis , do ponto de vista espacial, ao contexto paulistano. Contrariando o padrão mundial, já constatado em estudos científicos, no caso específico do município de São Paulo, vulnerabilidade social e vulnerabilidade energética não estariam ou estariam pouco relacionadas . A não-relação – ou, fraca relação – entre as vulnerabilidades energética e social decorreria do fato das quedas de energia, no município de São Paulo, também estarem relacionadas à fatores como, por exemplo, quedas de árvores viárias em

	<i>retrodições."</i>	fios, um problema mais comum em áreas nobres da cidade. Do mesmo modo, por exemplo, haveria periferias servidas por conjuntos elétricos de menor porte, o que facilitaria a distribuição; entre outros fatores que serão abordados no texto. Ou seja, nem sempre os fatores que contribuem à vulnerabilidade energética seriam exclusivos das periferias e vice-versa.
Teste das hipóteses	"Planejamento; <i>realização das operações; coleta de dados, tratamento e análise dos dados; interpretação."</i>	As vulnerabilidades energética e social foram, respectivamente, mapeadas e quantificadas , com base em indicadores já estudados pelo RCGI e da Fundação Seade, que foram integradas em Sistemas de Informação Geográficas e correlacionadas espacialmente para as áreas residenciais do município de São Paulo.
Cortejamento ou avaliação	"Resultados <i>com as previsões com base no modelo teórico." As hipóteses podem ser "refutadas" (rejeição) ou "corroboradas" (não-rejeição).</i>	Caso realmente as vulnerabilidades energética e social estivessem inversamente relacionadas no município, a hipótese seria corroborada . Como as vulnerabilidades energética e social, ao contrário do afirmado, estão diretamente relacionadas no município, a hipótese foi parcialmente refutada .

Fonte da coluna da esquerda: (PRODANOV E FREITAS; 2013; p. 33). Fonte da coluna da direita: própria.

Partindo desse ponto de vista, consideramos que o método hipotético dedutivo atendeu plenamente aos objetivos e ao problema desta pesquisa, afinal, foi mais do que suficiente para refutar a hipótese inicial.

Segundo o método hipotético-dedutivo, em caso de não-corroboração da hipótese, é necessário a formulação de um novo modelo hipotético que substitua o anterior. Ou seja, se a hipótese inicial estiver errada, é preciso abraçar outra hipótese e testá-la, até que se obtenha a verdade. (LAKATOS; MARCONI, 2007). Retomemos, portanto, à hipótese inicial, refutada pelos resultados que serão apresentados posteriormente:

- Hipótese inicial (refutada pela tese): vulnerabilidade energética e vulnerabilidade social, contrariando a tendência mundial, não estariam, ou pouco estariam relacionadas no município de São Paulo.

Como as vulnerabilidades estão relacionadas em 91 dos 96 distritos de São Paulo (conforme será discutido nos resultados), consideramos que a hipótese foi parcialmente refutada. Portanto, de acordo com o método hipotético-dedutivo, foi necessário apresentarmos outra hipótese, que, no caso, é a conclusão deste estudo:

- Hipótese posterior (resposta): vulnerabilidade energética e vulnerabilidade social, de acordo com a tendência mundial, estão diretamente relacionadas

em São Paulo, com exceção de cinco distritos: Alto de Pinheiros, Pinheiros, Morumbi, Vila Andrade e Socorro.

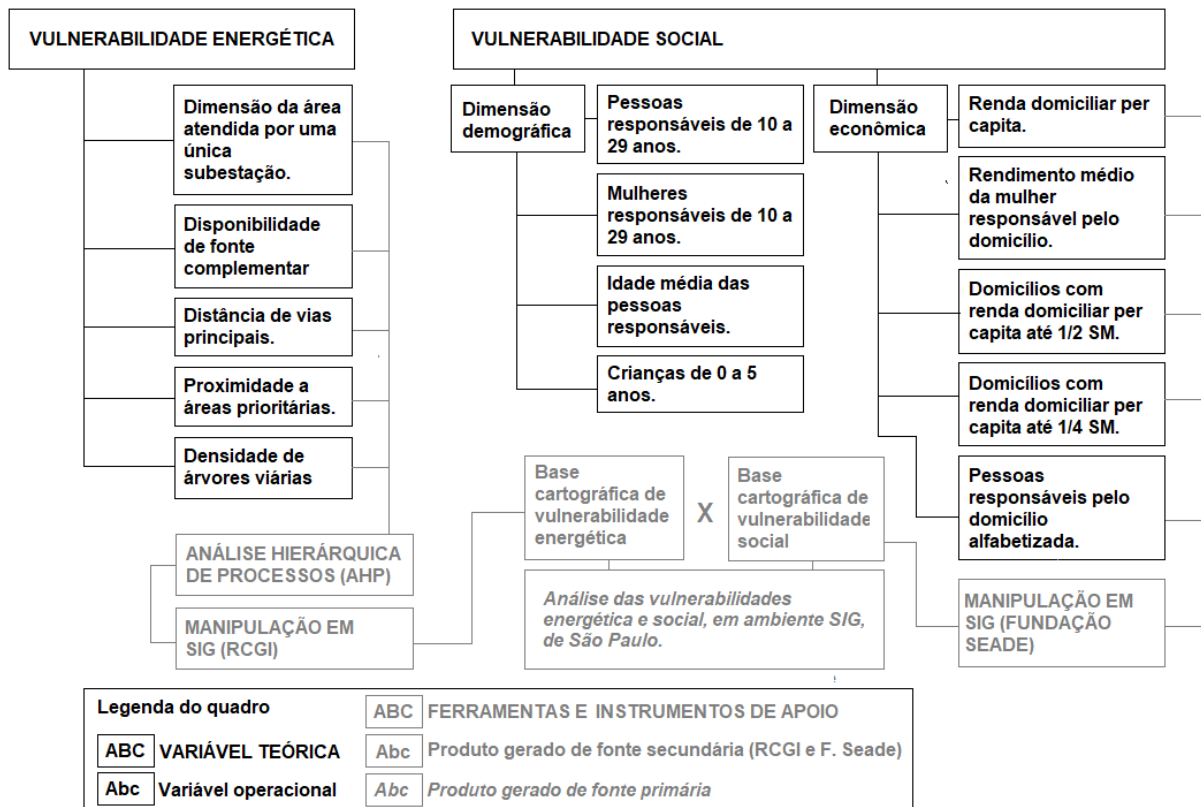
Em primeiro lugar, esta resposta não é necessariamente inovadora uma vez que São Paulo está de acordo com a tendência global caracterizada por uma relação direta entre vulnerabilidade social e vulnerabilidade energética. Em segundo lugar, esta não é, na verdade, algo meramente hipotético, mas sim, um fato evidenciado como conclusão desta pesquisa.

3.2. Procedimentos metodológicos e técnicos gerais

Conforme vimos anteriormente, o objetivo desta pesquisa foi relacionar as variáveis teóricas *vulnerabilidade energética* e *vulnerabilidade social* nas áreas residenciais do município de São Paulo. Para que esses conceitos se tornassem mensuráveis, operacionalizáveis e mapeáveis, estabelecemos indicadores para cada um e, por fim, os integramos, resultando em produtos finais em comum. Por isso, a metodologia se dividiu em três partes: (1) metodologia para obtenção da vulnerabilidade energética; (2) metodologia para obtenção de vulnerabilidade social; e (3) metodologia para a conexão de ambas as variáveis.

Antes de partirmos para as especificidades de cada um destes itens, é necessário entender o caminho geral, o percurso metodológico de forma integrada. A figura 03 mostra as linhas mestras do percurso feito na pesquisa, em forma de mapa mental, evidenciando: as variáveis teóricas (fonte preta em caixa alta); as variáveis operacionais daí derivadas (fonte preta em caixa baixa); as ferramentas e instrumentos de apoio (fonte cinza em caixa alta); e, finalmente, os produtos gerados por nós (fonte cinza em caixa baixa). Conforme esta:

Figura 03 – Percurso metodológico resumido da presente pesquisa



Para a medição da vulnerabilidade energética, conforme a imagem acima, consideramos cinco variáveis operacionais: a dimensão/tamanho da área atendida por uma única subestação de fornecimento de energia, também chamado de conjunto elétrico; a disponibilidade de fonte complementar, especificamente o gás encanado; a distância de vias principais, neste caso, avenidas e vias arteriais; a proximidade de áreas prioritárias como presídios e hospitais; e, a densidade de árvores viárias, aquelas situadas em ruas e avenidas. A justificativa, a fonte e a metodologia específica para cada uma dessas variáveis serão mencionadas posteriormente.

Para a medição de vulnerabilidade social, consideramos duas dimensões: a demográfica e a econômica. No primeiro eixo, foram utilizadas as variáveis operacionais: pessoas responsáveis pelo domicílio de 10 a 29 anos; mulheres responsáveis pelo domicílio de 10 a 29 anos; idade média das pessoas responsáveis pelo domicílio; e, crianças de 0 a 5 anos residentes no domicílio. Já para a dimensão econômica, as seguintes variáveis foram consideradas: renda domiciliar per capita; rendimento médio da mulher responsável pelo domicílio; domicílios com renda per capita até meio salário mínimo; domicílios com renda per

capita até um quarto de salário mínimo; e, pessoas responsáveis alfabetizadas. A metodologia, a fonte e o critério para cada uma dessas variáveis será abordada em item específico, à frente.

Tanto no caso da vulnerabilidade social quanto no caso da vulnerabilidade energética, integramos os valores específicos desses indicadores em uma única classe para cada setor censitário do IBGE. Portanto, cada setor censitário possui uma classe única de vulnerabilidade energética (que pode ser *baixa*, *média*, *alta* e *muito alta*, segundo o RCGI) e, também, uma classe única de vulnerabilidade social (que pode ser *baixíssima*, *muito baixa*, *baixa*, *média*, *alta* e *muito alta*, segundo a Fundação Seade) – mais tarde, conforme veremos adiante, o número destas classes foi padronizado para dar coerência aos mapeamentos feitos na tese.

Para que cada um dos indicadores se transformasse em uma classe única – ou seja, para que cada número virasse uma tipologia de texto como, por exemplo, “baixa” ou “alta” – foi necessário que processássemos ambas as vulnerabilidades em Sistemas de Informações Geográficas (SIG) (mais à frente serão mostradas as definições e aplicações de SIG). Embora os mapeamentos iniciais tivessem sido feitos pelo RCGI (vulnerabilidade energética) e pela Fundação Seade (vulnerabilidade social), o processamento cartográfico final – a integração geográfica dessas duas variáveis – foi feita por nós, nesta pesquisa, resultando em mapas, gráficos e demais objetos cartográficos disponíveis na seção de resultados.

Sendo assim, cada uma dessas vulnerabilidades retornou uma base cartográfica específica, sendo finalmente possível, também em ambiente SIG, analisarmos a relação entre as vulnerabilidades energética e social nas áreas residenciais do município de São Paulo e, portanto, completarmos o objetivo desta pesquisa.

No caso específico da vulnerabilidade energética – etapa que não foi feita para a vulnerabilidade social – foi preciso que estabelecêssemos pesos para os indicadores; ou seja, definirmos o *quão impactante* cada variável seria no resultado final. Entendemos, por exemplo, que a densidade de árvores viárias tem *mais peso* na interrupção de energia do que a distância de vias principais. O estabelecimento de pesos e hierarquias para cada indicador foi feito pelo RCGI, utilizando o método Análise Hierárquica de Processos (AHP) que, posteriormente, detalharemos em item específico.

Para que as vulnerabilidades fossem relacionadas em ambiente SIG, normalizamos as classes, para que ambas as variáveis ficassem com o mesmo número de categorias. Isso foi necessário porque o RCGI possui *quatro* classes (*baixa, média, alta e muito alta*) e a Fundação Seade, *seis* classes (*baixíssima, muito baixa, baixa, média, alta e muito alta*⁷) e, para que houvesse a correlação desta pesquisa, o número de classes deveria ser igual. O quadro 05 retrata essas mudanças feitas por nós:

Quadro 05 – Compatibilização de classes – vulnerabilidades energética e social

Classes originais de vulnerabilidade energética	Classes modificadas de vulnerabilidade energética
<ul style="list-style-type: none"> • Baixa • Média • Alta • Muito Alta 	<ul style="list-style-type: none"> • Muito Baixa • Baixa • Média • Alta • Muito Alta
O que mudou?	
<ul style="list-style-type: none"> • O intervalo de dados foi reclassificado na base cartográfica original. Ao invés do quantil com quatro intervalos (quantil), utilizamos o quantil com cinco intervalos (quintil). O conjunto de dados é o mesmo, apenas houve a reclassificação com o mesmo método utilizado pelo RCGI, porém, com maior número de classes. 	
Classes originais de vulnerabilidade social	Classes modificadas de vulnerabilidade social
<ul style="list-style-type: none"> • Baixíssima • Muito Baixa • Baixa • Média • Alta • Muito Alta 	<ul style="list-style-type: none"> • Muito Baixa • Baixa • Média • Alta • Muito Alta
O que mudou?	
<ul style="list-style-type: none"> • As classes “alta” e “muito alta” foram agrupadas. O agrupamento é válido, pois, de acordo com a metodologia empregada pela Fundação Seade, ambas as classes possuem o mesmo escore matemático. Portanto, esse agrupamento não alterou os dados originais, uma vez que a classe “muito alta” apenas foi criada para destacar os aglomerados subnormais. • A fim de equalização com a vulnerabilidade energética, as classes foram renomeadas, sem alteração de conteúdo: a classe “baixíssima” foi renomeada para “muito baixa”; a classe “muito baixa”, para “baixa”; a classe “baixa” para “média”; a classe “média” para “alta”; e, a classe “alta” para “muito alta”. Neste caso, apenas trocamos os nomes.⁸ 	

⁷ A Fundação Seade também considera uma sétima classe, a de “vulnerabilidade alta em áreas rurais”. Contudo, como esta classe não foi mapeada para o município de São Paulo, esta foi desconsiderada para a presente pesquisa. É por isso que na metodologia do IPVS há sete classes, mas nesse estudo, apenas seis.

⁸ Aparentemente, pode dar a impressão errônea de que o agrupamento ocorreu com as classes “baixíssima” e “muito baixa”, já que o termo “baixíssima” não foi mais utilizado. No entanto, o que ocorreu, na verdade, foi o agrupamento das classes “alta” e “muito alta” e a renomeação das classes, da mais baixa para a mais alta — por exemplo, de “baixíssima” para “muito baixa”.

Em síntese: para a vulnerabilidade energética, reclassificamos os dados do RCGI – de quatro para cinco – respeitando o mesmo método empregado pela instituição; já para a vulnerabilidade social, além da renomeação, apenas agrupamos as classes iguais – “alta” e “muito alta” – que são matematicamente iguais, porém, diferem na presença de aglomerados subnormais. Com isso, ambas as vulnerabilidades ficaram com *cinco classes de mesmo nome*, uma padronização necessária aos processamentos que serão explicados a seguir.

Após a normalização das classes para as vulnerabilidades energética e social, estabelecemos o grau de correlação espacial entre os diferentes setores censitários, de acordo com o critério exposto no Quadro 06:

Quadro 06 – Graus de correlação entre as vulnerabilidades energética e social

Variáveis	Muito baixa	Baixa	Média	Alta	Muito Alta
Muito baixa	Muito alta	Alta	Média	Baixa	Muito baixa
Baixa	Alta	Muito alta	Alta	Média	Baixa
Média	Média	Alta	Muito alta	Alta	Média
Alta	Baixa	Média	Alta	Muito alta	Alta
Muito Alta	Muito baixa	Baixa	Média	Alta	Muito alta

Fonte: própria.

No quadro, colorimos os graus de correlação das variáveis (em preto) para que o entendimento fosse facilitado. A *muito alta* correlação – o maior grau de semelhança – ocorreu quando ambas as vulnerabilidades estavam exatamente na mesma classe como, por exemplo, quando o setor censitário tinha “muito alta” vulnerabilidade energética e, ao mesmo tempo, “muito alta” vulnerabilidade social.

A *alta* correlação ocorreu quando as vulnerabilidades distavam apenas *uma* classe na ordem estabelecida, quando havia uma pequena diferença; como, por exemplo, quando a vulnerabilidade social era “baixa”, porém, a vulnerabilidade social era “média”. Já a *média* correlação, foi definida quando as vulnerabilidades distavam *duas* classes entre si; e, *alta* correlação, quando havia três classes de diferença.

Por fim, a *muito baixa* correlação ocorreu quando as vulnerabilidades eram opostas e, portanto, estavam inversamente relacionadas. Isso ocorreu, por exemplo,

quando a vulnerabilidade social era “muito alta”, porém, a vulnerabilidade energética era “muito baixa”.

Doravante, os termos “*correlação muito baixa*”, “*correlação baixa*”, “*correlação média*”, “*correlação alta*” e “*correlação muito alta*” serão assim designados de acordo com os critérios explicados no Quadro 06 — e o mesmo quando referirmo-nos às variantes linguísticas “*muito baixa correlação*”, “*baixa correlação*”, entre outros.

A partir deste ponto, quando a correlação for “muito alta” ou “alta”, consideraremos no texto que há uma correlação diretamente proporcional — ou, simplesmente, uma correlação direta. Já nas classes “muito baixa” ou “baixa”, consideraremos a existência de correlação inversa ou inversamente proporcional.

No final, conforme apresentaremos nos resultados, as classes de elevada correlação (alta e muito alta) predominaram sobre as classes de baixa correlação (baixa e muito baixa) e, sendo assim, evidenciamos que as vulnerabilidades estão diretamente correlacionadas no município.

3.3. Método AHP – Análise Hierárquica de Processos

Delimitamos os pesos dos indicadores de vulnerabilidade energética utilizando a Análise Hierárquica de Processos (AHP), método criado pelo matemático Thomas Saaty (1980) que visa estabelecer pesos para cada um dos indicadores que compõem uma determinada variável e, assim sendo, auxiliar na tomada de decisões por meio da hierarquização dos elementos (SAATY, 1980). Esse método é útil para definir quais dos indicadores são mais importantes em um determinado conjunto. Para a vulnerabilidade energética, a AHP respondeu a uma questão fundamental: o que importa/influencia mais? A densidade de árvores viárias, o tamanho do conjunto elétrico, a distância de vias arteriais, ou outros indicadores? Quais deles contribuem mais – e *quanto* contribuem – para a vulnerabilidade energética? Evidenciamos, por exemplo, que a densidade de árvores viárias contribui muito mais para as quedas de energia do que a distância de vias arteriais e, sendo assim, recebeu um percentual maior.

Trata-se, portanto, de um método de decisão em que todos os indicadores envolvidos têm seus pesos estipulados de acordo com números ímpares entre 1 e 9, de acordo com a tabela 02:

Tabela 02 – Escala de pesos da Análise Hierárquica de Processos (AHP)

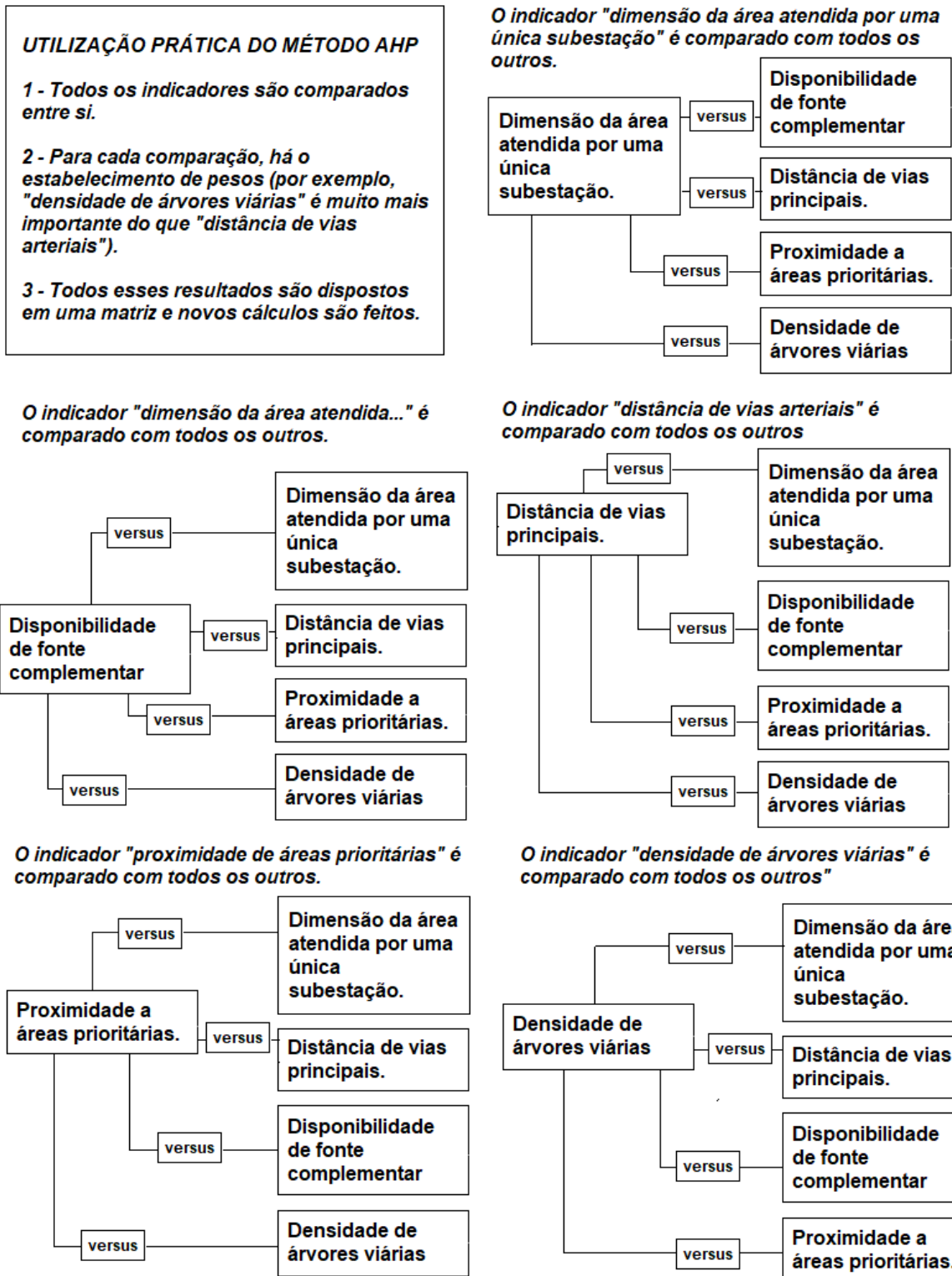
Intensidade da importância	Definição	Explicação
1	Importância igual de um relação ao outro.	As duas atividades contribuem igualmente para o objetivo.
3	Importância moderada de um sobre o outro.	Julgamento e experiência favorecem fortemente um em detrimento do outro.
5	Importância forte de um sobre o outro.	Julgamento e experiência favorecem fortemente um em detrimento do outro.
7	Importância muito forte de um sobre o outro.	Uma atividade é fortemente favorecida sobre a outra e a dominância é demonstrada na prática.
9	Importância extrema de um sobre o outro.	As evidências favorecendo um em detrimento do outro são as maiores possíveis.
2, 4, 6, 8	Valores intermediários entre dois julgamentos adjacentes.	

Fonte: Saaty. Adaptado e traduzido para a pesquisa.

Ao compararmos, por exemplo, “densidade de árvores viárias” com “distância de vias arteriais”, sabemos, pelo julgamento e pela experiência, que quedas de árvores em fiações contribuem mais para a vulnerabilidade energética do que a distância das avenidas principais da cidade. Sendo assim, o indicador “densidade de árvores viárias” possui maior peso do que “distância de vias arteriais”. Decidimos, nesse caso, atribuir peso 7 (importância muito forte de um sobre o outro) para a “densidade de árvores”.

Para que o resultado seja satisfatório, em todas as aplicações do método AHP, todos os indicadores devem ser comparados, de forma exaustiva, um com o outro. A Figura 04 ilustra esse processo, já com o exemplo que utilizamos nesta pesquisa.

Figura 04 – Utilização prática do método AHP na presente pesquisa



Embora aparentemente maçante, o processo da Figura 04 é feito de forma simplificada em uma matriz (conforme Tabela 03). Para o caso da vulnerabilidade

energética, os indicadores resultaram a seguinte composição (VENTURI et. al, 2019):

Tabela 03 – Matriz AHP para os indicadores de vulnerabilidade energética

MATRIZ AHP	Dimensão da área atendida por uma única subestação	Disponibilidade de fonte complementar	Distância das vias principais	Proximidade a áreas prioritárias	Densidade de árvores viárias	Auto Vetor	Normalizado
Dimensão da área atendida por uma única subestação	1	1	9	3	1	1,9	29,83%
Disponibilidade de fonte complementar	1	1	6	2	0,33	1,3	20,32%
Distância das vias principais	0,11	0,17	1	0,33	0,14	0,2	3,76%
Proximidade a áreas prioritárias	0,33	0,5	3	1	0,33	0,7	10,74%
Densidade de árvores viárias	1	3	7	3	1	2,3	35,34%
Total						6,5	100,00%

Isso significa que, por exemplo, a “densidade de árvores viárias” tem peso 7 (quinta linha, terceira coluna) sobre a “distância das vias principais”, ou seja, é muito mais importante que esta. Os números decimais da matriz significam o espalhamento dos valores. Se, por exemplo, “densidade de árvores viárias” tem peso 7 sobre “distância das vias principais”, isso significa que, na perspectiva inversa, “distância das vias principais” tem peso 1/7 sobre a “densidade de árvores”; o que, no caso, corresponde a 0,14 décimos de 1 (conforme expresso na linha 3, coluna 5). Se, por exemplo, no caso anterior, o valor atribuído fosse 3, o espelhamento seria de 1/3; se o peso fosse 5, o espalhamento seria 1/5, e assim por diante.

A matriz é montada de acordo com a expertise e o *know-how* dos operadores que a constroem. Embora esse processo esteja sujeito a falhas humanas, isso faz parte do próprio método AHP, amplamente utilizado em pesquisas científicas. É a sabedoria humana que define quais pesos serão mais e menos importantes (Saaty, 1980). No caso da vulnerabilidade energética, os pesos foram definidos em

exaustivas reuniões com a equipe do Projeto 28 do RCGI. Esta equipe foi composta de geógrafos, engenheiros elétricos, engenheiros químicos, pesquisadores, matemáticos e profissionais do setor elétrico (RCGI, 2019) fato que garante credibilidade ao processo de decisão.

Após a construção da matriz, segundo o método AHP, é calculada a média geométrica dos elementos de uma mesma linha, resultando na coluna “auto vetor”. Depois, é calculada uma porcentagem, que fica registrada na coluna “normalizado”. Essa porcentagem é o resultado final (SAATY, 1980). Neste caso, a “dimensão da área atendida por uma única subestação” (linha 1), por exemplo, possui influência de 28,83% na vulnerabilidade energética. A “densidade de árvores viárias” é o fator mais influente, possuindo 35,34% de peso. Por outro lado, a “distância de vias principais” é o fator que menos influi, possuindo peso de apenas 3,76% na vulnerabilidade energética. Logo, a “densidade de árvores viárias” é quase dez vezes mais importante e, conseqüentemente, decisiva para a vulnerabilidade energética total, do que a “distância de vias arteriais”.

Interessante mencionar que, conforme veremos posteriormente na seção de resultados, a elevada influência do indicador “densidade de árvores viárias” na vulnerabilidade energética ajuda a explicar o fato de as interrupções de energia serem mais frequentes em algumas áreas nobres do que em periféricas na realidade paulistana, justamente nos distritos Alto de Pinheiros, Pinheiros, Morumbi, Vila Andrade e Socorro que, no final, foram os únicos a corroborar a hipótese inicial. Dados oficiais de São Paulo evidenciam que, no geral, há mais árvores viárias em regiões de classe média e média-alta (GEOSAMPA, 2020).

Após a construção da matriz, segundo estipula Saaty (1980), os valores devem ser expostos ao Índice de Consistência. Isso é necessário para calcular o quão verdadeiras são as relações da matriz e para corrigir eventuais deslizes da equipe que atribuiu os pesos. Considerando, por exemplo, $A > B$ e $B > C$; logo, seria totalmente inconsistente dizer, dentro do contexto da matriz, que $C > A$.

De acordo com Saaty (2005): (1) quanto *menor* o resultado do Índice de Consistência, *maior* a consistência e mais confiável a matriz é; (2) o Índice de Consistência deve ser inferior a 10% (SAATY, 2008). No caso da vulnerabilidade

energética do RCGI, o Índice de Consistência foi de 2,8%. Isso significa que, sendo um valor inferior a 10%, as relações expressas foram coerentes e consistentes do ponto de vista lógico e, sendo assim, a matriz é matematicamente válida⁹.

Por fim, para fins de mapeamento, inserimos a matriz em um software de Sistema de Informação Geográfica, considerando a seguinte fórmula (VENTURI et al. 2019):

$$V = [(I1 \times S1)w1] + [(I2 \times S2)w2] + [(I3 \times S3)w3] + [(I4 \times S4)w4] + [(I5 \times S5)w5]$$

Onde

V = Vulnerabilidade energética do setor censitário

I = Valor do indicador

S = Classe de vulnerabilidade do indicador (onde baixa = 1; média = 2; alta = 3; e, muito alta = 4).

W = Peso relativo expresso pela matriz AHP (onde $w1 + w2 + w3 + w4 + w5 = 1$)

Nota-se que o valor de cada indicador (por exemplo, X árvores por hectare, no caso de “densidade de árvores viárias) foi multiplicado pela sua classe de vulnerabilidade (S) (1, 2, 3 ou 4); e, depois, pelo seu peso resultante da matriz AHP (w). Fizemos esse procedimento para cada um dos indicadores, cuja soma resultou na vulnerabilidade energética total (V) para cada setor censitário residencial do município de São Paulo.

Na etapa do RCGI, submetemos este intervalo de dados resultante de vulnerabilidade energética (V) à classificação cartográfica por *quantil*, resultando em *quatro* classes com número semelhante de elementos – no caso, setores censitários. Na etapa do doutorado, conforme citado anteriormente, reclassificamos também o intervalo da vulnerabilidade energética (V) com base no método *quantil*, porém, ao invés de *quatro* classes, utilizamos *cinco*: muito baixa, baixa, média, alta e muito alta.

⁹ Para o cálculo do índice de consistência, utilizamos o software online BPMSG, elaborado por Klaus D. Goepel <<https://bpmsg.com/>>

3.4. Instrumentos de apoio e forma de análise de resultados: Sistemas de Informação Geográfica (SIG)

De forma geral, diferentes autores concordam que os Sistemas de Informação Geográfica, que foram utilizados como técnica e forma de análise de resultados na pesquisa, são sistemas computadorizados para o processamento de dados georreferenciados; ou seja, sistemas que lidam com dados espacialmente referenciados (BURROUGH, 1998; CAMARA, 2001; GOODCHILD, 1992; LONGLEY ET. AL, 2007; MAGUIRE, 1991). Ou seja, foi o SIG que possibilitou, de forma prática, o mapeamento e a correlação espacial entre os dados das vulnerabilidades.

Contudo, de acordo com alguns os autores, embora o SIG tenha características em comum, sua definição não é consensual, sobretudo devido à sua grande utilização em diferentes campos do conhecimento (LONGLEY ET, AL, 2007; MAGUIRE, 1991), que, além da geografia, também incluem as demais ciências humanas, naturais, exatas e, inclusive, aplicações tecnológicas. “Também é difícil de definir SIG porque há muitas maneiras diferentes de classificar objetos e temas. Não surpreendentemente, dada à diversidade do SIG, muitos métodos diferentes têm sido aplicados” (MAGUIRE, 1991; p.9). É importante mencionar, portanto, que as definições de SIG variam de acordo com os diferentes pontos de vista dos profissionais e teóricos envolvidos em suas aplicações.

De forma geral, independentemente das divergências conceituais, todo sistema de informação geográfica é dotado de elevada capacidade de poder de resposta a questões voltadas à localização. Conforme analisa Longley et. al. (2007), os SIGs são capazes de prover respostas espaciais a todas as atividades humanas, incluindo também áreas abaixo do solo e as camadas inferiores da atmosfera. Do mesmo modo, Câmara et. al (2001) afirma que “sempre que o ‘onde’ aparecer dentre as questões e problemas que precisam ser resolvidos por um sistema informatizado, haverá uma oportunidade para considerar a adoção de um SIG” (CÂMARA et al., 2001; p. 1).

Para Goodchild (1992) o que distingue o SIG dos outros sistemas de informação é o seu caráter dual: enquanto o dado comum pode ser acessado somente pelo seu atributo, o dado em SIG pode ser acessado tanto pelo seu atributo quanto pela sua localização. De forma geral, “SIG é um conjunto poderoso de

ferramentas para coleta, armazenamento, recuperação à vontade, transformação e exibição de dados espaciais do mundo real para um determinado conjunto de propósitos” (BURROUGH, 1998; p.12). “Sistemas de informações geográficas são uma classe especial de sistemas de informação que controlam não só eventos, atividades e coisas, mas também onde esses eventos, atividades, e coisas acontecem ou existem” (LONGLEY et al., 2007; p.4). Percebe-se, portanto, que a diferença dos Sistemas de Informações Geográficas para os demais sistemas de processamento de dados está justamente no foco nos dados espaciais, aqueles com coordenadas atribuídas. Esse diferencial permite uma série de processamentos que os demais sistemas não permitem como, por exemplo, a própria realização desta pesquisa, que foi pautada no cruzamento de informações espaciais das vulnerabilidades energética e social no município de São Paulo, em cada setor censitário, com dados espacialmente referenciados; o que não seria possível nos demais sistemas.

Para Maguire (1991), sistemas de informações geográficas também resolvem indagações mais complexas, como: condições “O que é?”; tendências “O que mudou?”; roteirizações “Qual é o melhor caminho?”; padrões “Qual é o padrão?”; e modelagens “E se...?”. Subsidiando a tomada de decisões e a visualização espacial, os SIGs apresentam o grau de complexidade ideal para atingir os objetivos propostos neste projeto de pesquisa. Além de fornecer informações de *onde* as vulnerabilidades energética e social são mais problemáticas, o SIG também possibilitou saber *como* estas estão relacionadas nas áreas residenciais de São Paulo. Ou seja, para além de uma mera questão locacional, o SIG permitiu o estabelecimento de informações qualitativas, ajudando a compreender *em que condições* as vulnerabilidades energética e social estão distribuídas no território paulistano.

Para a realização deste projeto utilizamos técnicas de cruzamento e sobreposição de camadas em ambiente SIG. Denominada *overlay* (sobreposição), esta técnica vem sendo amplamente utilizada em estudos científicos para diversos propósitos (BASHARAT, SHAH, & HAMEED, 2016; FAISAL & SHAKER, 2017; KALIRAJ, CHANDRASEKAR, & MAGESH, 2015; MUKHERJEE, KRISHNA, & PATEL, 2016). É por meio do *overlay* que conseguimos sobrepor as camadas de vulnerabilidade energética e vulnerabilidade social, chegando a uma camada-síntese

em comum. É importante não confundir: enquanto o SIG é o *sistema* geral, o *overlay* é apenas uma das muitas *ferramentas* de análise que esse sistema oferece, sendo, portanto, algo mais específico/pontual. Ambos foram essenciais para esta tese.

4. RESULTADOS DO RCGI (VULNERABILIDADE ENERGÉTICA) E DA FUNDAÇÃO SEADE (VULNERABILIDADE SOCIAL)

Em primeiro lugar, apresentamos resultados de vulnerabilidade energética e vulnerabilidade social, respectivamente mapeados pelo RCGI e pela Fundação Seade, para as áreas residenciais do município de São Paulo. Para este item, inserimos e processamos as bases cartográficas originais em ambiente SIG e, deste modo, geramos mapas para toda a capital, com base no setor censitário do IBGE – a unidade padrão analisada por ambas as instituições, para ambas as variáveis.

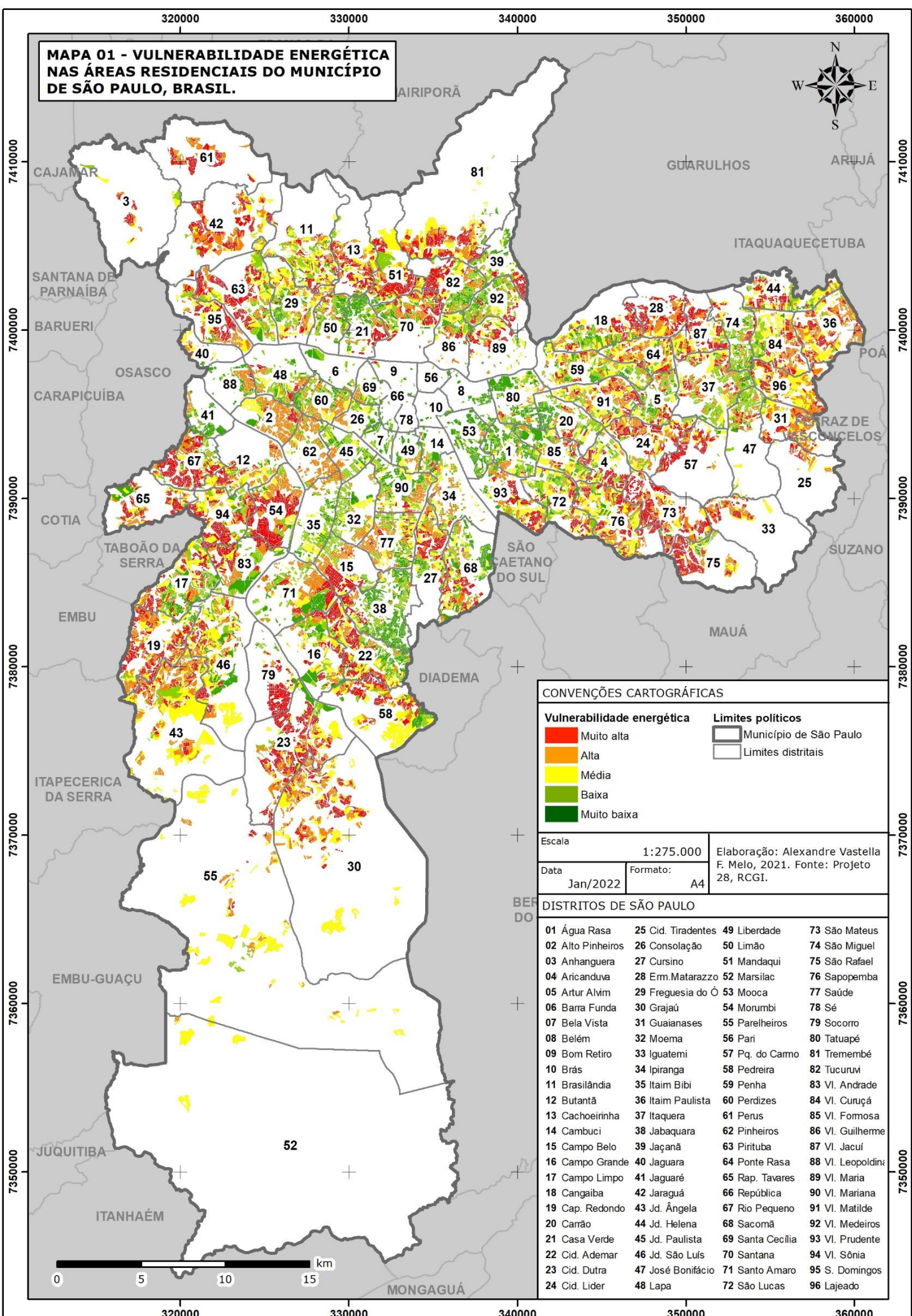
De acordo com o IBGE, “o setor censitário é a unidade territorial estabelecida para fins de controle cadastral, formado por área contínua, situada em um único quadro urbano ou rural, com dimensão e número de domicílios que permitam o levantamento por um recenseador”. Em áreas urbanas – como, por exemplo, no caso do município de São Paulo – o tamanho dos setores varia entre 250 e 400 domicílios (IBGE, 2010b). Portanto, o que determina a delimitação e o tamanho de um setor censitário é a quantidade de residências que existem dentro daquele perímetro. É por isso que quanto maior a densidade demográfica, menor é sua dimensão. Em áreas rurais, por exemplo, os setores são maiores do que em áreas urbanas densamente povoadas.

4.1. Vulnerabilidade energética

Tomando o setor censitário como base, o mapa 01, cuja base cartográfica foi produzida pelo RCGI (VENTURI et. al, 2019), mostra a vulnerabilidade energética das áreas residenciais do município de São Paulo considerando, conforme exposto anteriormente, as áreas predominantemente residenciais com ao menos 60% das residências nesta tipologia (PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO, 2016). As manchas em branco dizem respeito às áreas não-residenciais — ou

majoritariamente não-residenciais — como, por exemplo, indústrias, comércio ou parques urbanos. Lembrando que conforme exposto na metodologia, a fim de

MAPA 01 - VULNERABILIDADE ENERGÉTICA NAS ÁREAS RESIDENCIAIS DO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO, BRASIL.



CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS

Vulnerabilidade energética		Limites políticos	
■	Muito alta		Município de São Paulo
■	Alta		Limites distritais
■	Média		
■	Baixa		
■	Muito baixa		

Escala	1:275.000	Elaboração: Alexandre Vastella F. Melo, 2021. Fonte: Projeto 28, RCGI.
Data	Jan/2022	
Formato:	A4	

DISTRITOS DE SÃO PAULO

01 Água Rasa	25 Cid. Tiradentes	49 Liberdade	73 São Mateus
02 Alto Pinheiros	26 Consolação	50 Limão	74 São Miguel
03 Anhanguera	27 Cursino	51 Mandaqui	75 São Rafael
04 Aricanduva	28 Erm.Matarazzo	52 Marsilac	76 Sapopemba
05 Artur Alvim	29 Freguesia do Ó	53 Mooca	77 Saúde
06 Barra Funda	30 Grajaú	54 Morumbi	78 Sé
07 Bela Vista	31 Guaianases	55 Parelheiros	79 Socorro
08 Belém	32 Moema	56 Pari	80 Tatuapé
09 Bom Retiro	33 Iguatemi	57 Pq. do Camo	81 Tremembé
10 Brás	34 Ipiranga	58 Pedreira	82 Tucuruvi
11 Brasilândia	35 Itaim Bibi	59 Penha	83 Vi. Andrade
12 Butantã	36 Itaim Paulista	60 Perdizes	84 Vi. Cunúá
13 Cachoeirinha	37 Itaquera	61 Perus	85 Vi. Fomosa
14 Cambuci	38 Jabaquara	62 Pinheiros	86 Vi. Guilherme
15 Campo Belo	39 Jaçanã	63 Pirituba	87 Vi. Jacuí
16 Campo Grande	40 Jaguará	64 Ponte Rasa	88 Vi. Leopoldina
17 Campo Limpo	41 Jaguaré	65 Rap. Tavares	89 Vi. Maria
18 Cangaíba	42 Jaraguá	66 República	90 Vi. Mariana
19 Cap. Redondo	43 Jd. Ângela	67 Rio Pequeno	91 Vi. Matilde
20 Carrão	44 Jd. Helena	68 Sacomã	92 Vi. Medeiros
21 Casa Verde	45 Jd. Paulista	69 Santa Cecília	93 Vi. Prudente
22 Cid. Ademar	46 Jd. São Luís	70 Santana	94 Vi. Sônia
23 Cid. Dutra	47 José Bonifácio	71 Santo Amaro	95 S. Domingos
24 Cid. Líder	48 Lapa	72 São Lucas	96 Lajeado



harmonizar com a base cartográfica de vulnerabilidade social, reclassificamos os dados de quatro para cinco classes.

Com base no mapa, percebemos um fenômeno ambíguo: ao mesmo tempo em que existe um padrão espacial, notadamente das baixas vulnerabilidades nas regiões centrais e das altas vulnerabilidades em regiões periféricas, esse padrão não se repete para o município inteiro. Há, inclusive, muitos distritos que apresentam literalmente todas as classes de vulnerabilidade. À primeira vista, apesar da existência de um padrão espacial, as cores do mapa mais se assemelham a um mosaico multicolorido do que a um degradê contínuo.

As classes de vulnerabilidade, em algumas porções da cidade, são muito bem delimitadas. Há, na região central – e próxima à central, uma clara predominância de setores de baixa e muito baixa vulnerabilidade, na área relativamente homogênea compreendida pelos distritos Sé, Brás, Belém, Tatuapé, Água Rasa, Mooca, Cambuci, Liberdade, Bela Vista, Consolação, Santa Cecília e Barra Funda. Embora longe do centro, o distrito Jabaquara, já na zona sul, também é quase totalmente preenchido por setores de muito baixa e baixa vulnerabilidade.

Por outro lado, alguns distritos periféricos formam agrupamentos de muito alta e alta vulnerabilidade. É o caso de Sapopemba, São Mateus, São Rafael, Iguatemi e Parque do Carmo (zona leste); Socorro, Cidade Dutra, Grajaú (zona sul); Anhanguera, Perus, Jaraguá, Pirituba e São Domingos (zona norte); e, Tremembé, Mandaqui e Cachoeirinha (também na zona norte). Áreas geograficamente afastadas, sobretudo no extremo sul, formam agrupamentos de média e alta vulnerabilidade. É o caso dos extensos distritos de Parelheiros e Marsilac.

Contudo, conforme mencionado acima, esse padrão espacial, caracterizado pelas mais altas vulnerabilidades em regiões periféricas, nem sempre é verdadeiro. Os distritos de Rio Pequeno, Raposo Tavares, Morumbi e Vila Sônia, por exemplo, formam uma região contínua de setores de alta e muito alta vulnerabilidade. Neste caso, é curioso mencionar Morumbi e Vila Sônia – principalmente este primeiro – pois são distritos que contam com muitas residências de alto poder aquisitivo. Outros distritos de alto padrão como, por exemplo, Cidade Ademar, Campo Belo e Saúde também apresentam vulnerabilidades elevadas. Do mesmo modo, distritos periféricos como Itaquera, São Miguel e José Bonifácio (zona leste) são constituídos, em sua maior parte, por setores de baixa e muito baixa vulnerabilidade; mais

energeticamente estáveis, inclusive, do que muitas áreas da nobre zona sul como, por exemplo, Saúde e Ipiranga¹⁰.

Essas anomalias no padrão espacial, inclusive, constituíram as forças motivadoras para a realização desta pesquisa. Todo paulistano sabe pela própria experiência cotidiana, que alguns dos distritos classificados como alta ou muito alta vulnerabilidade energética como, por exemplo, Morumbi, Campo Belo e Ipiranga são partes das áreas nobres da cidade. Sabem também, que o distrito de José Bonifácio, situado no extremo leste da cidade, classificado como baixa e muito baixa vulnerabilidade, é, em sua grande parte, abrangido por conjuntos residenciais de baixa renda. Sendo assim, seria necessário sobrepor esses dados aos de vulnerabilidade social, cuja base cartográfica será exposta no item abaixo.

4.2. Vulnerabilidade social

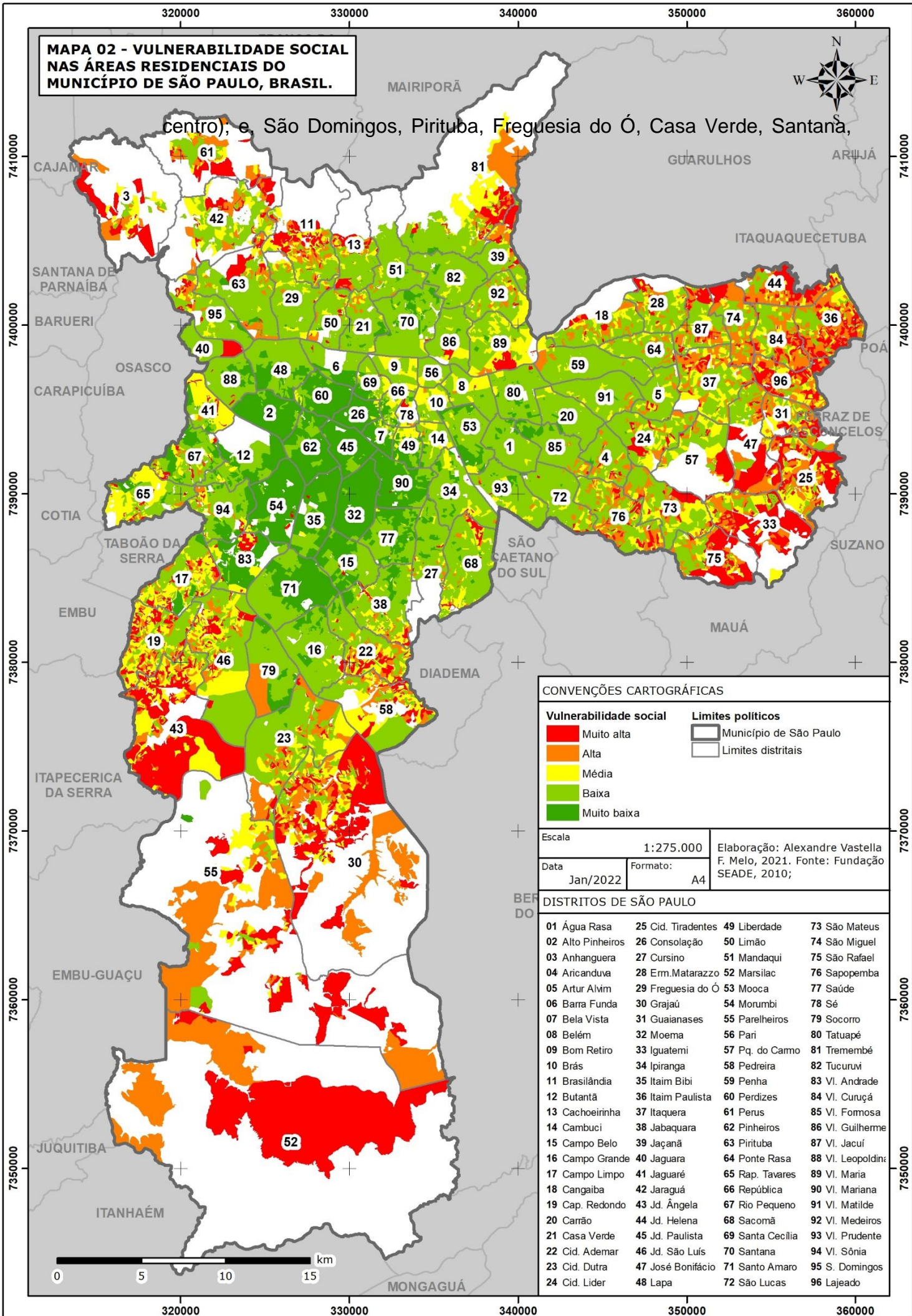
O mapa 02 mostra a vulnerabilidade social por setor censitário nas áreas residenciais do município de São Paulo. Conforme explicado anteriormente na metodologia, reclassificamos os dados para fins de compatibilização com a base cartográfica de vulnerabilidade energética; e, além disso, conforme também mencionado, diferenças metodológicas entre o RCGI e a Fundação Seade resultaram em diferentes concepções de “áreas residenciais” – o mapa de vulnerabilidade social abrange mais áreas que o de vulnerabilidade energética.

Percebemos, com base no mapa, a existência de um padrão espacial bem mais claro, nítido e bem delimitado do que os setores de vulnerabilidade energética apresentados anteriormente. Nas áreas popularmente conhecidas como nobres – nos distritos de Perdizes, Consolação, Bela Vista, Vila Mariana, Jardim Paulista, Pinheiros, Alto de Pinheiros, Butantã, Itaim Bibi, Moema, Saúde, Campo Belo e Morumbi – há um claro agrupamento de setores de muito baixa vulnerabilidade social. Igualmente, nos demais distritos do centro expandido e, além disso, mesmo nos distritos mais próximos ao centro das zonas leste, norte e sul há o nítido

¹⁰ Visualmente, estes distritos da zona leste, como Itaquera, São Miguel e José Bonifácio, também poderiam corroborar a hipótese, já que de acordo com a leitura do mapa, aparentam ser socialmente vulneráveis mas energeticamente estáveis. No entanto, conforme demonstrado no item 6 “Resultados de correlação por distrito”, ao calcularmos e compararmos as classes de indicadores para ambas as vulnerabilidades, estes distritos estão de acordo com o padrão observado no restante do município de São Paulo.

predomínio de baixa vulnerabilidade social. É o caso de Mooca, Tatuapé, Água Rasa, Vila Prudente, Penha, Vila Matilde, Carrão, Vila Formosa, São Lucas e Aricanduva (distritos da zona leste que estão mais próximos do centro); Ipiranga, Cursino, Jabaquara e Campo Belo (distritos da zona sul que estão mais próximos do

MAPA 02 - VULNERABILIDADE SOCIAL NAS ÁREAS RESIDENCIAIS DO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO, BRASIL.



CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS

Vulnerabilidade social	Limites políticos
■ Muito alta	 Município de São Paulo
■ Alta	 Limites distritais
■ Média	
■ Baixa	
■ Muito baixa	

Escala	1:275.000		Elaboração: Alexandre Vastella F. Melo, 2021. Fonte: Fundação SEADE, 2010;
Data	Jan/2022	Formato: A4	

DISTRITOS DE SÃO PAULO

01 Água Rasa	25 Cid. Tiradentes	49 Liberdade	73 São Mateus
02 Alto Pinheiros	26 Consolação	50 Limão	74 São Miguel
03 Anhanguera	27 Cursino	51 Mandaqui	75 São Rafael
04 Aricanduva	28 Erm. Matarazzo	52 Marsilac	76 Sapopemba
05 Artur Alvim	29 Freguesia do Ó	53 Mooca	77 Saúde
06 Barra Funda	30 Grajaú	54 Morumbi	78 Sé
07 Bela Vista	31 Guaianases	55 Parelheiros	79 Socorro
08 Belém	32 Moema	56 Pari	80 Tatuapé
09 Bom Retiro	33 Iguatemi	57 Pq. do Carmo	81 Tremembé
10 Brás	34 Ipiranga	58 Pedreira	82 Tucuruvi
11 Brasilândia	35 Itaim Bibi	59 Penha	83 Vi. Andrade
12 Butantã	36 Itaim Paulista	60 Perdizes	84 Vi. Curuçá
13 Cachoeirinha	37 Itaquera	61 Perus	85 Vi. Fomosa
14 Cambuci	38 Jabaquara	62 Pinheiros	86 Vi. Guilherme
15 Campo Belo	39 Jaçanã	63 Pirituba	87 Vi. Jacuí
16 Campo Grande	40 Jaguará	64 Ponte Rasa	88 Vi. Leopoldina
17 Campo Limpo	41 Jaguaré	65 Rap. Tavares	89 Vi. Maria
18 Cangaíba	42 Jaraguá	66 República	90 Vi. Mariana
19 Cap. Redondo	43 Jd. Ângela	67 Rio Pequeno	91 Vi. Matilde
20 Carrão	44 Jd. Helena	68 Sacomã	92 Vi. Medeiros
21 Casa Verde	45 Jd. Paulista	69 Santa Cecília	93 Vi. Prudente
22 Cid. Ademar	46 Jd. São Luís	70 Santana	94 Vi. Sônia
23 Cid. Dutra	47 José Bonifácio	71 Santo Amaro	95 S. Domingos
24 Cid. Líder	48 Lapa	72 São Lucas	96 Lajeado



Tucuruvi e Mandaqui (distritos da zona norte que estão mais próximos do centro).

Se, nas áreas próximas do centro, ocorre o predomínio de baixa vulnerabilidade, nos extremos do município, há a preponderância de setores de muito alta e alta vulnerabilidade social, áreas comumente associadas à maior pobreza e falta de recursos. É o caso de Jardim Ângela, Marsilac, Parelheiros e Grajaú (extremo sul, nos limites com Embu, Embu Guaçu, Itapeperica da Serra e São Bernardo do Campo); Anhanguera, Perus, Brasilândia e Tremembé (extremo norte, nos limites com Cajamar, Santana de Parnaíba, Mairiporã e Guarulhos); e, nos distritos de Jardim Helena, Itaim Paulista, Lajeado, Guaianases, José Bonifácio, Cidade Tiradentes, Iguatemi e São Rafael (extremo leste, nos limites com Guarulhos, Itaquaquetuba, Poá, Ferraz de Vasconcelos e Mauá). É interessante notar que, nas áreas realmente centrais, há maior diversificação de condições sociais. É o caso de Sé, República, Brás, Belém, Bom Retiro e Liberdade; distritos com várias diferenças internas que, embora possam ser agrupados no grupo de muito baixa vulnerabilidade, também apresentam outras classes.

Portanto, enquanto o mapa de vulnerabilidade energética possui um padrão espacial fraco, caracterizado por várias exceções, o mapa de vulnerabilidade social é provido de um padrão bem delimitado, com poucas exceções a este padrão.

5. RESULTADOS DE CORRELAÇÃO ENTRE VULNERABILIDADES

5.1. Método de correlação e comparação entre vulnerabilidades energética e social

Conforme explicitado na metodologia, correlacionamos e comparamos as bases cartográficas de vulnerabilidade energética e vulnerabilidade social de acordo com o critério disposto no Quadro 07 (*é o mesmo material do Quadro 06*):

Quadro 07 – Graus de correlação entre as vulnerabilidades energética e social:

<i>Variáveis</i>	Muito baixa	Baixa	Média	Alta	Muito Alta
Muito baixa	Muito alta	Alta	Média	Baixa	Muito baixa
Baixa	Alta	Muito alta	Alta	Média	Baixa
Média	Média	Alta	Muito alta	Alta	Média
Alta	Baixa	Média	Alta	Muito alta	Alta
Muito Alta	Muito baixa	Baixa	Média	Alta	Muito alta

Fonte: própria.

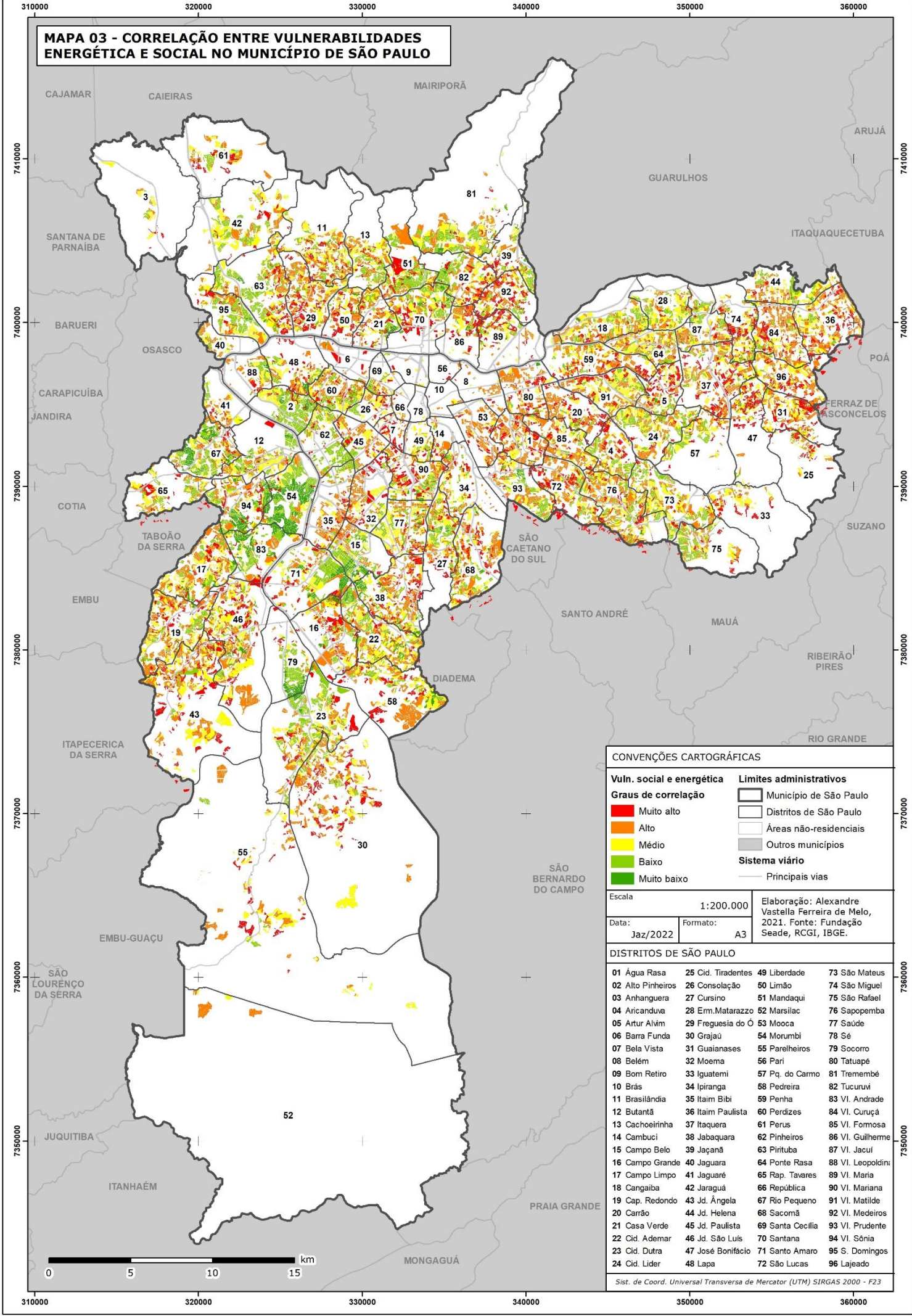
Sendo assim, os resultados foram os seguintes: *muito alta correlação* quando as classes de vulnerabilidade são iguais; *alta correlação* quando as classes distam apenas um nível (por exemplo, do alto para o muito alta); *média correlação*, quando há dois níveis de diferença (por exemplo, do média para o muito alta); *baixa correlação*, três níveis de diferença (por exemplo, do baixa para o muito alta); e, finalmente, *muito baixa correlação*, quando há quatro níveis de distância, no maior grau de discrepância possível; neste caso, do muito baixa para o muito baixa.

5.2. Correlação entre vulnerabilidades energética e social

Retomadas essas considerações metodológicas, o mapa 03 ilustra os graus de correlação entre as vulnerabilidades social e energética nas áreas residenciais do município de São Paulo. É importante mencionar que, ao contrário dos dois mapas anteriores, neste caso, agregamos as cores não aos graus de vulnerabilidade, mas sim, aos graus de correlação; ou seja, ao grau de similaridade entre as classes. Por isso, as cores quentes, por exemplo, não estão associadas às altas vulnerabilidades, mas às altas correlações.

Primeiramente, ao contrário dos mapas de vulnerabilidade energética e social, o mapa de correlação não possui um padrão espacial. Há um verdadeiro mosaico de cores quentes e frias, indicando os diferentes graus de similaridade entre as vulnerabilidades. No geral, observamos maior incidência de muito alta e alta correlação, indicando que, de forma genérica, as áreas energeticamente vulneráveis coincidem com as socialmente vulneráveis e que, além disso, áreas pouco vulneráveis do ponto de vista energético também o são do ponto de vista social; o

MAPA 03 - CORRELAÇÃO ENTRE VULNERABILIDADES ENERGÉTICA E SOCIAL NO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO



CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS

Vuln. social e energética	Limites administrativos
Graus de correlação	<ul style="list-style-type: none"> Município de São Paulo Distritos de São Paulo Áreas não-residenciais Outros municípios
<ul style="list-style-type: none"> Muito alto Alto Médio Baixo Muito baixo 	Sistema viário <ul style="list-style-type: none"> Principais vias

Escala	1:200.000	Elaboração: Alexandre Vastella Ferreira de Melo, 2021. Fonte: Fundação Seade, RCGI, IBGE.
Data:	Jaz/2022	
Formato:	A3	

DISTRITOS DE SÃO PAULO

01 Água Rasa	25 Cid. Tiradentes	49 Liberdade	73 São Mateus
02 Alto Pinheiros	26 Consolação	50 Limão	74 São Miguel
03 Anhanguera	27 Cursino	51 Mandaqui	75 São Rafael
04 Aricandua	28 Erm.Matarazzo	52 Marsilac	76 Sapopemba
05 Artur Alvim	29 Freguesia do Ó	53 Mooca	77 Saúde
06 Barra Funda	30 Grajaú	54 Morumbi	78 Sé
07 Bela Vista	31 Guaianases	55 Parelheiros	79 Socorro
08 Belém	32 Moema	56 Pari	80 Tatuapé
09 Bom Retiro	33 Iguatemi	57 Pq. do Carmo	81 Tremembé
10 Brás	34 Ipiranga	58 Pedreira	82 Tucuruvi
11 Brasilândia	35 Itaim Bibi	59 Penha	83 VI. Andrade
12 Butantã	36 Itaim Paulista	60 Perdizes	84 VI. Curuçã
13 Cachoeirinha	37 Itaquera	61 Perus	85 VI. Fomosa
14 Cambuci	38 Jabaquara	62 Pinheiros	86 VI. Guilherme
15 Campo Belo	39 Jaçanã	63 Pirituba	87 VI. Jacuí
16 Campo Grande	40 Jaguaré	64 Ponte Rasa	88 VI. Leopoldina
17 Campo Limpo	41 Jaguaré	65 Rap. Tavares	89 VI. Maria
18 Cangaíba	42 Jaraguá	66 República	90 VI. Mariana
19 Cap. Redondo	43 Jd. Ângela	67 Rio Pequeno	91 VI. Matilde
20 Carrão	44 Jd. Helena	68 Sacomã	92 VI. Medeiros
21 Casa Verde	45 Jd. Paulista	69 Santa Cecília	93 VI. Prudente
22 Cid. Ademar	46 Jd. São Luis	70 Santana	94 VI. Sônia
23 Cid. Dutra	47 José Bonifácio	71 Santo Amaro	95 S. Domingos
24 Cid. Líder	48 Lapa	72 São Lucas	96 Lajeado

Sist. de Coord. Universal Transversa de Mercator (UTM) SIRGAS 2000 - F23

que, pelo menos a princípio, contraria a hipótese desta pesquisa de que as vulnerabilidades não estariam – ou pouco estariam – relacionadas nas áreas residenciais do município.

Apesar do padrão espacial fraco e pouco definido do mapa, algumas áreas do município chamam a atenção pela sua relativa homogeneidade correlacional. Na zona norte, há duas áreas – distritos de Brasilândia, Freguesia do Ó, Limão e Casa Verde; e, distritos de Tucuruvi, Vila Medeiros, Vila Maria e Vila Guilherme – com a predominância de alta a muito alta correlação. A mesma situação pode ser observada nas áreas da zona leste mais próximas do centro, notadamente nos distritos Mooca, Tatuapé, Carrão, Vila Formosa, Água Rasa, e São Lucas; e também, nas áreas mais afastadas do extremo leste, especificamente em São Miguel, Vila Curuçá, Itaim Paulista, Lajeado, Guaianases, Itaquera, Artur Alvim, José Bonifácio, Cidade Tiradentes e Iguatemi. E, além disso, na porção central, porém mais ao sul/sudoeste, nos distritos de Vila Mariana, Moema, Jardim Paulista, Bela Vista e Itaim Bibi; e, ainda na zona sul, na periferia, nos distritos de Campo Limpo, Capão Redondo, Jardim São Luís, Jardim Ângela, Parelheiros e Grajaú. Todas essas áreas formam agrupamentos de muito alta e alta correlação, indicando, à princípio, que ambas as vulnerabilidades estão relacionadas, uma realidade condizente com o padrão mundial urbano detalhado no início da tese, no qual famílias pobres tendem a sofrer mais com a falta de acesso à energia e, do mesmo modo, famílias de classe alta tendem a ter fornecimento energético mais estável e de melhor qualidade.

Embora aparentemente, pelo menos do ponto de vista visual, a maior parte da cidade esteja nas classes de correlação direta, algumas regiões chamam atenção pela discrepância entre as vulnerabilidades energética e social. É o caso do polígono formado pela quase totalidade do distrito do Morumbi e partes consideráveis de Vila Sônia e Vila Andrade – os três vizinhos; bem como pela região formada por partes dos distritos de Campo Belo, Santo Amaro, Jabaquara e Cidade Ademar; e, além disso, pelos distritos de Alto de Pinheiros e Pinheiros; e, por fim, pelo limite entre Cidade Dutra e Socorro. Na maior parte dessas áreas, as vulnerabilidades energética e social *não* estão correlacionadas, indicando que há residências de alto padrão sofrendo com falta de energia e, por outro lado, uma população socialmente vulnerável com maior estabilidade energética.

Este mapa de correlação apenas apontou a similaridade/diferença entre as classes de vulnerabilidade, não especificando as características dessa correlação. Setores com muito alta vulnerabilidade energética e também, com muito alta vulnerabilidade social, por exemplo – uma condição normalmente observada nas periferias e nos extremos do município – foram inseridos na classe de muito alta correlação. Do mesmo modo, setores com muito baixa vulnerabilidade social e muito baixa vulnerabilidade energética (o oposto da situação anterior e uma realidade geralmente presente nas áreas nobres da cidade) também foram agrupados por nós como muito alta correlação (*para a correção destas distorções, ver o item 9.3. sobre a correlação detalhada*).

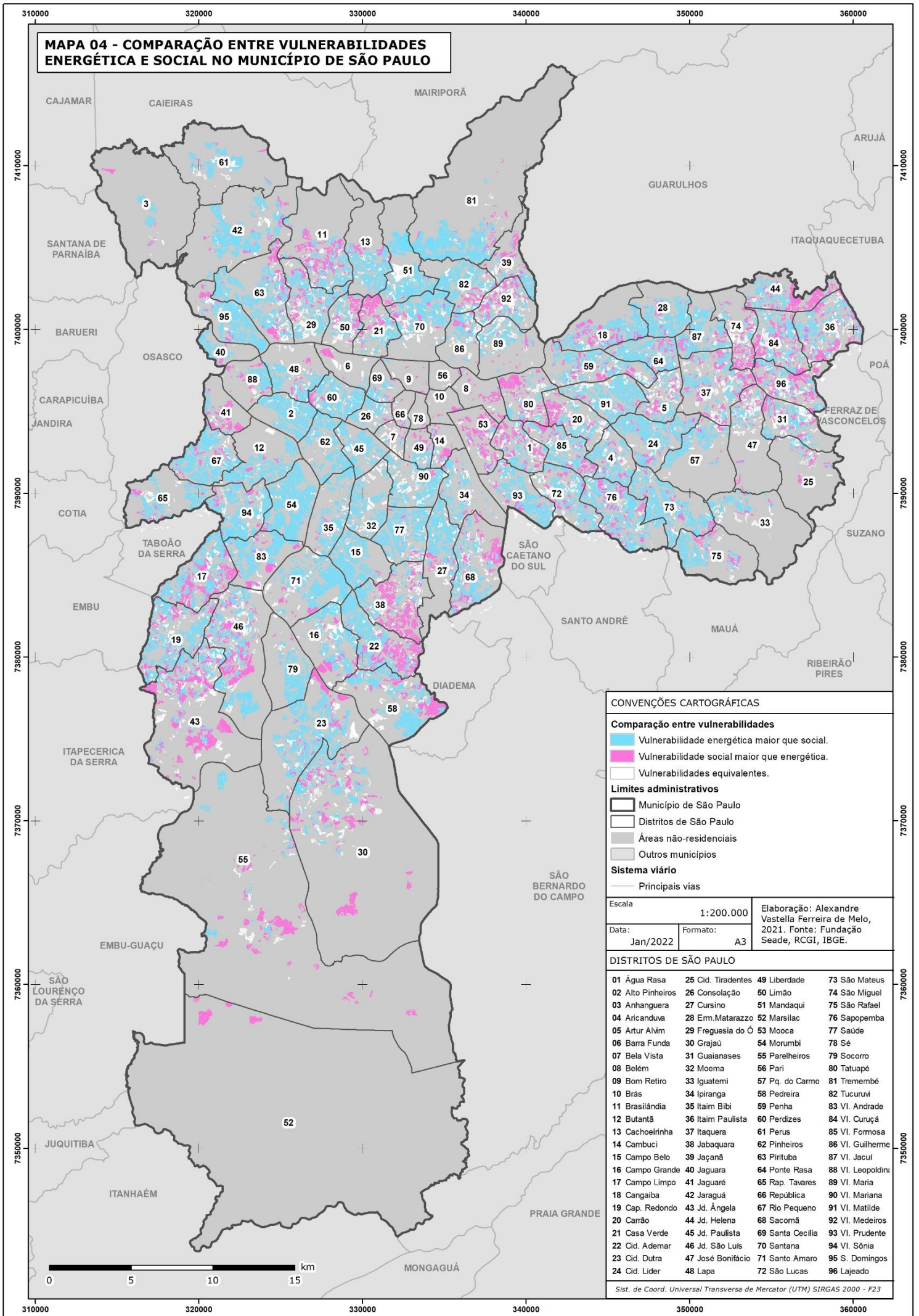
Apesar de o padrão espacial deste mapa pouco definido, é possível observamos uma correlação direta entre as vulnerabilidades, para a maioria dos setores, quando essas informações são dispostas em gráficos. Isso foi feito no item 07, na parte de Resultados, e pode elucidar melhor a questão.

5.3. Comparação entre as vulnerabilidades energética e social

Com base nestes dois mapas, determinamos qual vulnerabilidade é predominante em cada um dos setores censitários. Isso foi feito no mapa de comparação (Mapa 04) no qual os setores foram agrupados independentemente do quanto acima as vulnerabilidades estão umas das outras. Desta vez, mostramos apenas três classes: a) onde a vulnerabilidade social é maior que a energética (em rosa); b) onde a vulnerabilidade energética é maior que a social (em azul); e, c) onde as vulnerabilidades estão na mesma classe (em amarelo).

Notamos que, conforme já evidenciado no mapa anterior, na parte majoritária do município, a vulnerabilidade energética é maior que a social, uma realidade que ocorre na maioria dos distritos paulistanos. Contudo, conseguimos perceber algumas exceções, áreas onde, comparativamente, a vulnerabilidade social é maior que a energética. Isso ocorre especialmente em cinco regiões: nos distritos de Pari, Brás, Belém, Tatuapé, Cambuci, Mooca e Água Rasa (a centro-leste do município); em parte dos distritos de Pedreira, Cidade Ademar, Jabaquara, Cursino e Sacomã (a sudeste do município, no limite com Diadema); em parte dos distritos de Jardim Ângela, Jardim São Luís e Campo Limpo (a sudoeste do município, próximo aos

MAPA 04 - COMPARAÇÃO ENTRE VULNERABILIDADES ENERGÉTICA E SOCIAL NO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO



CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS

Comparação entre vulnerabilidades

- Vulnerabilidade energética maior que social.
- Vulnerabilidade social maior que energética.
- Vulnerabilidades equivalentes.

Limites administrativos

- Município de São Paulo
- Distritos de São Paulo
- Áreas não-residenciais
- Outros municípios

Sistema viário

- Principais vias

Escala: 1:200.000

Data: Jan/2022

Formato: A3

Elaboração: Alexandre Vastella Ferreira de Melo, 2021. Fonte: Fundação Seade, RCGI, IBGE.

DISTRITOS DE SÃO PAULO

01 Água Rasa	25 Cid. Tiradentes	49 Liberdade	73 São Mateus
02 Alto Pinheiros	26 Consolação	50 Limão	74 São Miguel
03 Anhanguera	27 Cursino	51 Mandaqui	75 São Rafael
04 Aricandua	28 Erm. Matarazzo	52 Marsilac	76 Sapopemba
05 Artur Alvim	29 Freguesia do Ó	53 Mooca	77 Saúde
06 Barra Funda	30 Grajaú	54 Morumbi	78 Sé
07 Bela Vista	31 Guaianases	55 Parelheiros	79 Socorro
08 Belém	32 Moema	56 Pari	80 Tatuapé
09 Bom Retiro	33 Iguatemi	57 Pq. do Carmo	81 Tremembé
10 Brás	34 Ipiranga	58 Pedreira	82 Tucuruvi
11 Brasilândia	35 Itaim Bibi	59 Penha	83 Vi. Andrade
12 Butantã	36 Itaim Paulista	60 Perdizes	84 Vi. Curuçá
13 Cachoeirinha	37 Itaquera	61 Perus	85 Vi. Formosa
14 Cambuci	38 Jabaquara	62 Pinheiros	86 Vi. Guilherme
15 Campo Belo	39 Jaçanã	63 Pirituba	87 Vi. Jacuí
16 Campo Grande	40 Jaguará	64 Ponte Rasa	88 Vi. Leopoldini
17 Campo Limpo	41 Jaguaré	65 Rap. Tavares	89 Vi. Maria
18 Cangaíba	42 Jaraguá	66 República	90 Vi. Mariana
19 Cap. Redondo	43 Jd. Ângela	67 Rio Pequeno	91 Vi. Matilde
20 Carrão	44 Jd. Helena	68 Sacomã	92 Vi. Medeiros
21 Casa Verde	45 Jd. Paulista	69 Santa Cecília	93 Vi. Prudente
22 Cid. Ademar	46 Jd. São Luís	70 Santana	94 Vi. Sônia
23 Cid. Dutra	47 José Bonifácio	71 Santo Amaro	95 S. Domingos
24 Cid. Líder	48 Lapa	72 São Lucas	96 Lajeado

Sist. de Coord. Universal Transversa de Mercator (UTM) SIRGAS 2000 - F23

limites com Itapeverica da Serra e Taboão da Serra); em partes dos distritos de São Miguel, Jardim Helena, Vila Curuçá, Itaim Paulista, Lajeado e Itaquera (no extremo leste e nordeste do município); e, em menor grau, em porções isoladas nos distritos de Casa Verde, Limão, Brasilândia, Jaçanã e Vila Medeiros (zona norte da capital).

É interessante notar que essa última realidade – vulnerabilidade social maior que energética – ocorre tanto nas periferias quanto nas áreas centrais e mais próximas ao centro. Isso ocorre porque, ao contrário do mapa anterior, esse mapa não evidencia o quão vulnerável um setor é em relação aos demais. Um setor com vulnerabilidades social muito baixa e energética muito baixa – uma realidade confortável e desejável – foi incluído na mesma categoria de, por exemplo, um setor com vulnerabilidades social e energética muito alta, um cenário negativo em ambas as dimensões.

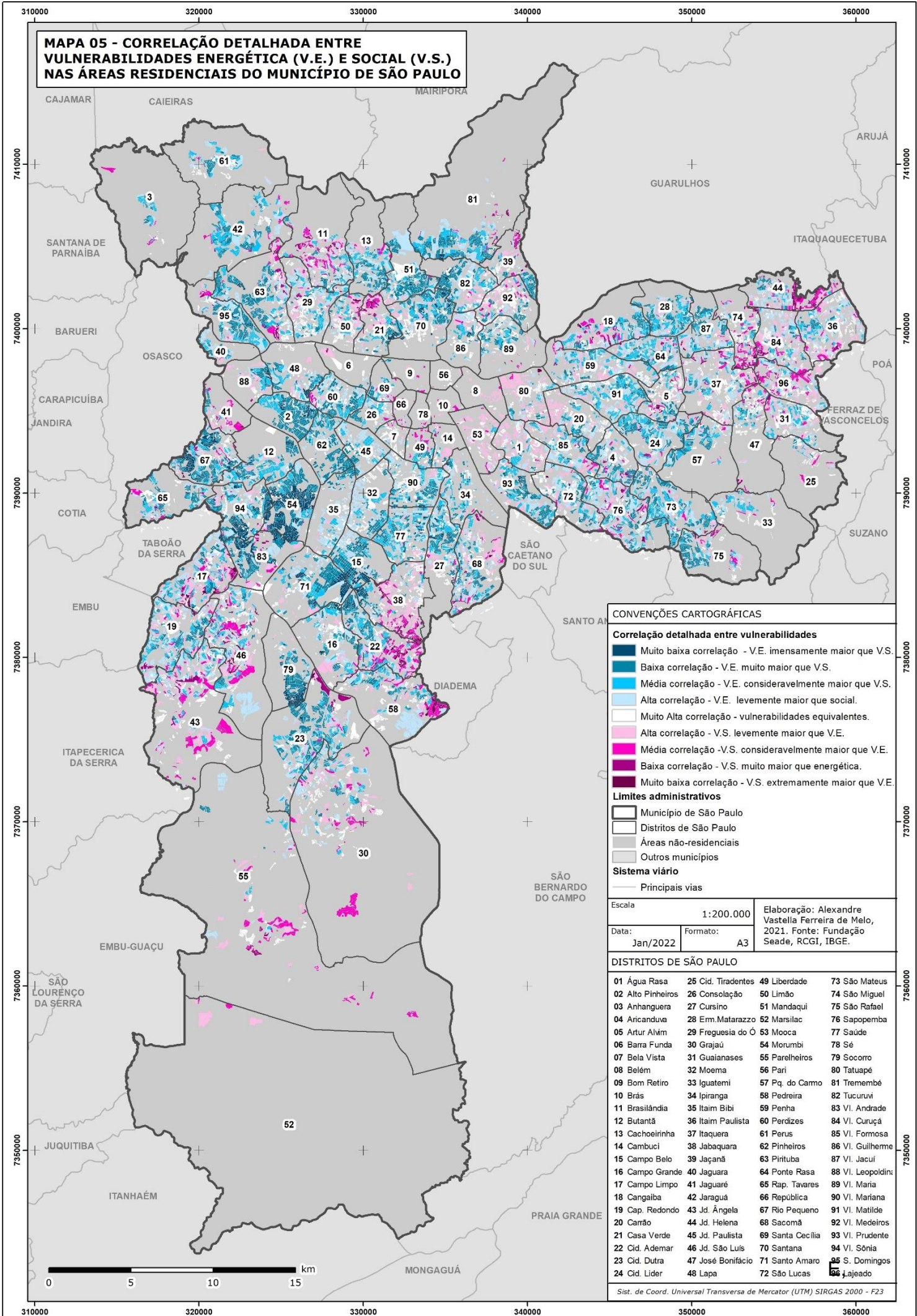
5.4. Correlação detalhada entre as vulnerabilidades energética e social

Para além da comparação e do grau de correlação, é preciso saber as *características* dessa correlação. Ou seja, se a população residente está *mal posicionada* ou *bem posicionada* em ambas as vulnerabilidades – em outras palavras, se a correlação ocorre porque ambas são boas ou ruins. É em razão dessa necessidade que neste item apresentamos a correlação *detalhada* entre as vulnerabilidades.

Esta correlação detalhada das vulnerabilidades social e energética nas áreas residenciais de São Paulo pode ser observada no mapa 05. As cores frias indicam o predomínio de vulnerabilidade energética sobre a social – áreas socialmente estáveis com problemas no fornecimento de energia. Já as cores quentes, demonstram o predomínio da vulnerabilidade social sobre a energética – áreas energeticamente vulneráveis com problemas sociais. Quanto mais intensa a cor, maior a diferença entre as vulnerabilidades.

Percebemos, com base no mapa 05 que na maior parte dos setores censitários, a vulnerabilidade energética ultrapassa a social. Essa realidade é

MAPA 05 - CORRELAÇÃO DETALHADA ENTRE VULNERABILIDADES ENERGÉTICA (V.E.) E SOCIAL (V.S.) NAS ÁREAS RESIDENCIAIS DO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO



CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS

Correlação detalhada entre vulnerabilidades

- Muito baixa correlação - V.E. imensamente maior que V.S.
- Baixa correlação - V.E. muito maior que V.S.
- Média correlação - V.E. consideravelmente maior que V.S.
- Alta correlação - V.E. levemente maior que social.
- Muito Alta correlação - vulnerabilidades equivalentes.
- Alta correlação - V.S. levemente maior que V.E.
- Média correlação - V.S. consideravelmente maior que V.E.
- Baixa correlação - V.S. muito maior que energética.
- Muito baixa correlação - V.S. extremamente maior que V.E.

Limites administrativos

- Município de São Paulo
- Distritos de São Paulo
- Áreas não-residenciais
- Outros municípios

Sistema viário

- Principais vias

Escala: 1:200.000
 Data: Jan/2022
 Formato: A3
 Elaboração: Alexandre Vastella Ferreira de Melo, 2021. Fonte: Fundação Seade, RCGI, IBGE.

DISTRITOS DE SÃO PAULO

01 Água Rasa	25 Cid. Tiradentes	49 Liberdade	73 São Mateus
02 Alto Pinheiros	26 Consolação	50 Limão	74 São Miguel
03 Anhanguera	27 Cursino	51 Mandaquê	75 São Rafael
04 Aricanduva	28 Erm. Matarazzo	52 Marsilac	76 Sapopemba
05 Artur Alvim	29 Freguesia do Ó	53 Mooca	77 Saúde
06 Barra Funda	30 Grajaú	54 Morumbi	78 Sé
07 Bela Vista	31 Guaianases	55 Parelheiros	79 Socorro
08 Belém	32 Moema	56 Pari	80 Tatuapé
09 Bom Retiro	33 Iguatemi	57 Pq. do Carmo	81 Tremembé
10 Brás	34 Ipiranga	58 Pedreira	82 Tucuruvi
11 Brasilândia	35 Itaim Bibi	59 Penha	83 Vi. Andrade
12 Butantã	36 Itaim Paulista	60 Perdizes	84 Vi. Curuçá
13 Cachoeirinha	37 Itaquera	61 Perus	85 Vi. Formosa
14 Cambuci	38 Jabaquara	62 Pinheiros	86 Vi. Guilherme
15 Campo Belo	39 Jaçanã	63 Pirituba	87 Vi. Jacuí
16 Campo Grande	40 Jaguaré	64 Ponte Rasa	88 Vi. Leopoldina
17 Campo Limpo	41 Jaguaré	65 Rap. Tavares	89 Vi. Maria
18 Cangaíba	42 Jaraguá	66 República	90 Vi. Mariana
19 Cap. Redondo	43 Jd. Ângela	67 Rio Pequeno	91 Vi. Matilde
20 Carrão	44 Jd. Helena	68 Sacomã	92 Vi. Medeiros
21 Casa Verde	45 Jd. Paulista	69 Santa Cecília	93 Vi. Prudente
22 Cid. Ademar	46 Jd. São Luís	70 Santana	94 Vi. Sônia
23 Cid. Dutra	47 José Bonifácio	71 Santo Amaro	95 S. Domingos
24 Cid. Líder	48 Lapa	72 São Lucas	96 Lajeado

Sist. de Coord. Universal Transversa de Mercator (UTM) SIRGAS 2000 - F23

particularmente notável na porção centro-oeste do município, na grande porção formada pelos distritos Santa Cecília, Lapa, Perdizes, Consolação, Vila Leopoldina, Alto de Pinheiros, Pinheiros, Jardim Paulista, Morumbi, Butantã e Vila Sônia.

Além disso, disso, no eixo formado pelos distritos Ipiranga, Cursino, Vila Mariana, Saúde, Campo Belo e Santo Amaro, no centro-sul do município. Nessas regiões, áreas de classe média, média alta e alta, a vulnerabilidade energética é imensamente ou muito maior que a vulnerabilidade social. O mesmo ocorre na zona norte, sobretudo em parte dos distritos Mandaqui, Tucuruvi, Santana e Casa Verde. No mais, na maior parte dos distritos da zona leste, especialmente naqueles mais próximos ao centro, a vulnerabilidade energética mostra-se levemente ou consideravelmente maior que a social. Isso ocorre em grande parte dos distritos da zona leste, tais como Ermelino Matarazzo, Vila Jacuí, Ponte Rasa, Vila Matilde, Cidade Líder, Parque do Carmo, São Mateus, São Lucas, Vila Prudente e São Rafael, por exemplo.

Apesar da predominância da vulnerabilidade energética sobre a social na maior parte do município, em algumas áreas específicas a vulnerabilidade social ultrapassa a energética. Nessas áreas, a pobreza e a falta de acesso a boas condições sociais são problemas mais relevantes do que a carência de energia. Na zona sul, isso ocorre nos distritos de Jabaquara, Cidade Ademar e Pedreira, notadamente nos limites com Diadema; e, além disso, nas áreas periurbanas do extremo sul, nos distritos de Grajaú, Paralheiros e Marsilac; bem como em partes do Campo Limpo, Jardim São Luís e Jardim Ângela. Na zona norte, partes consideráveis de Brasilândia, Casa Verde e Jaçanã também apresentam vulnerabilidade social mais elevada que a energética. O mesmo ocorre no extremo leste do município, próximo a Ferraz de Vasconcelos e Itaquaquecetuba, na porção formada por partes dos distritos de Lajeado, Vila Curuçá, São Miguel e Itaquera. Na zona oeste, por fim, o único distrito nessa condição é Jaguaré.

É importante mencionarmos que, nesse mapa específico, como se preferiu deixar as correlações muito baixas com cores mais fortes – tanto para predomínio de vulnerabilidade social quanto para de energética –, há a falsa impressão de que esses setores censitários são os predominantes. Na verdade, os setores de muito alta correlação (em branco) e alta correlação (em azul claro e rosa claro) são os predominantes no total do município. Inclusive, como os setores com muito alta

correlação, em amarelo, quando as vulnerabilidades estão na mesma classe, não apresentam padrão espacial e, em razão disso, não formam agrupamentos, há a falsa sensação de que são minoritários.

Além disso, também é importante citar que setores censitários com maiores áreas, pelas próprias dimensões, tendem a aparecer mais no mapa do que aqueles com áreas pequenas — mesmo que tenham populações equivalentes. Nas áreas centrais, onde há elevada densidade demográfica, os setores aparecem menos do que nas áreas periféricas, onde há menor densidade demográfica.

O fato é que analisando esses três mapas – de correlação, de correlação detalhada e de comparação – observamos que: a) no geral, há mais setores com vulnerabilidade energética elevada do que vulnerabilidade social elevada; b) o padrão espacial é fraco, pouco consistente e permite apenas a visualização de agrupamentos de realidades semelhantes, tanto nas periferias quanto nas áreas centrais; c) apesar de o padrão espacial pouco consistente – e, desta vez, a conclusão mais importante – pelo menos do ponto de vista visual, ainda que haja exceções regionais, as vulnerabilidades social e energética não parecem estar exatamente correlacionadas nas áreas residenciais do município de São Paulo, pelo menos não na maioria dos setores censitários.

5.2. Resultados detalhados por região

Nos APÊNDICES (A ao X)¹¹, ao final da tese, detalharemos os resultados do Mapa 05. Nesta abordagem, mostramos a correlação detalhada entre as vulnerabilidades energética e social de acordo com cada região de São Paulo para entendermos, de certo modo, como as diferenças regionais afetam o total do município.

Para tal, utilizou-se a regionalização oficial da Prefeitura do Município de São Paulo, elaborada em 2002, que conta com oito divisões administrativas:

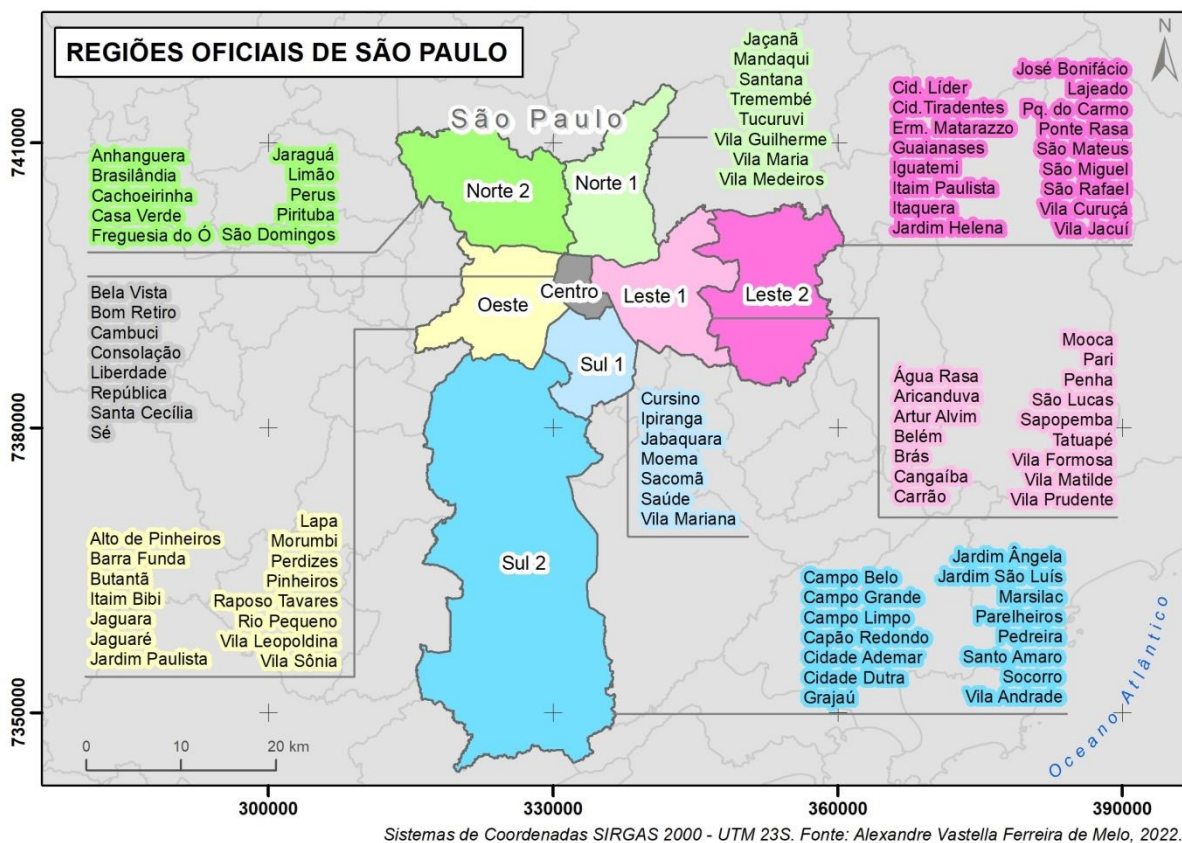
- **Região Centro:** Subprefeitura Sé.
- **Região Norte I:** Subprefeituras Jaçanã/Tremembé, Santana/Tucuruvi e Vila Maria/Vila Guilherme.

¹¹ A opção pelos apêndices foi justificada devido ao grande volume de dados detalhados que esta análise gerou, o que poderia, se estivesse no corpo do texto, prejudicar a leitura da tese.

- **Região Norte II:** Subprefeituras Casa Verde/Cachoeirinha, Freguesia/ Brasilândia, Perus e Pirituba.
- **Região Leste I:** Subprefeituras Aricanduva/Formosa/Carrão, Mooca, Penha, Sapopemba e Vila Prudente.
- **Região Leste II:** Subprefeituras Cidade Tiradentes, Ermelindo Matarazzo, Guaianases, Itaim Paulista, Itaquera, São Mateus e São Miguel.
- **Região Sul I:** Subprefeituras Ipiranga, Jabaquara e Vila Mariana.
- **Região Sul II:** Subprefeituras Campo Limpo, Capela do Socorro, Cidade Ademar, M'Boi Mirim, Parelheiros e Santo Amaro.
- **Região Oeste:** subprefeituras Butantã, Lapa e Pinheiros. (Prefeitura do Município de São Paulo, 2019).

A figura 05 mostra a distribuição espacial dessas regiões, bem como a totalidade dos distritos pertencentes para cada uma destas.

Figura 05 – Regiões oficiais do município de São Paulo



O município foi dividido em cinco regiões: centro, norte, sul, leste e oeste. Contudo, como as regiões norte, leste e sul são de grande dimensão territorial, a Prefeitura preferiu subdividi-las, criando assim, as regiões Norte 1, Norte 2, Leste 1, Leste 2, Sul 1 e Sul 2; neste caso, a Oeste continuou sendo apenas uma única

região. Conforme explanado acima, estes resultados, de correlação detalhada por região, estão apresentados nos apêndices (A ao X).

6. RESULTADOS DE CORRELAÇÃO POR DISTRITO

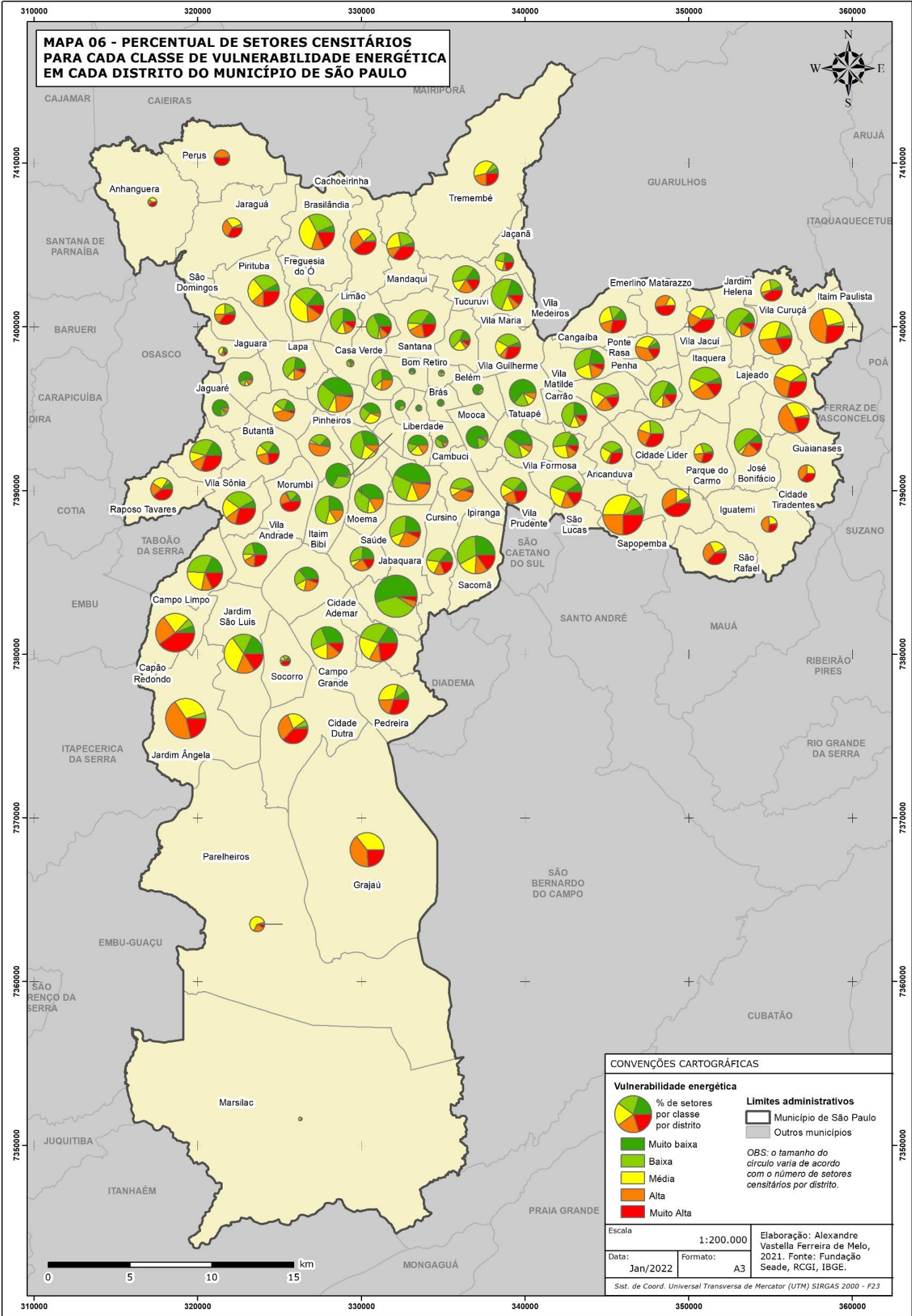
Neste item, agrupamos e apresentamos os resultados, originalmente colhidos para cada setor censitário de São Paulo, para cada um dos 96 distritos da capital. Primeiramente, no mapa 06, demonstramos o percentual de setores censitários para cada classe de vulnerabilidade energética, em cada distrito paulistano, com gráficos para cada uma dessas unidades administrativas. Determinamos os tamanhos das “pizzas” pela quantidade de setores censitários em cada distrito – e, conseqüentemente, de acordo com a população residente. Já as cores das “pizzas” dizem respeito às classes de vulnerabilidade energética predominantes.

6.1. Vulnerabilidade energética por distrito

Primeiramente, percebemos que, ao contrário do mapa de vulnerabilidade energética por setor censitário apresentado no item anterior, o mapa de vulnerabilidade energética por distrito, disposto abaixo, apresenta um padrão espacial mais nítido, marcado por diferenças entre as áreas centrais e periféricas. Enquanto nas primeiras, predominam os distritos de baixa e muito baixa vulnerabilidade; nas bordas do município, são maioria os setores de alta e muito alta vulnerabilidade. Portanto, pelo menos no que diz respeito ao aspecto visual, este mapa não ajuda a corroborar a hipótese da pesquisa de que as vulnerabilidades energéticas *não* estariam relacionadas às sociais; afinal, segundo o observado, falta luz com mais intensidade nas periferias urbanas, especialmente nos extremos leste e sul do município.

Deste modo, é possível visualizar que distritos centrais possuem menor vulnerabilidade energética: Na Sé, por exemplo, 84% dos setores possuem muito

MAPA 06 - PERCENTUAL DE SETORES CENSITÁRIOS PARA CADA CLASSE DE VULNERABILIDADE ENERGÉTICA EM CADA DISTRITO DO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO



CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS

Vulnerabilidade energética

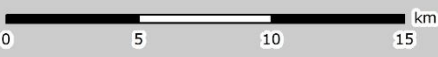
- % de setores por classe por distrito
- Muito baixa
- Baixa
- Média
- Alta
- Muito Alta

Limites administrativos

- Município de São Paulo
- Outros municípios

OBS: o tamanho do círculo varia de acordo com o número de setores censitários por distrito.

Escala	1:200.000	Elaboração: Alexandre Vastella Ferreira de Melo, 2021. Fonte: Fundação Seade, RCGI, IBGE.
Data:	Jan/2022	Formato: A3
Sist. de Coord. Universal Transversa de Mercator (UTM) SIRGAS 2000 - F23		



baixa vulnerabilidade energética. Uma realidade também observada em, por exemplo, Bela Vista (67%), República (70%), Belém (79%), Mooca (76%) e Tatuapé (63%) – os percentuais indicam a proporção de setores censitários classificados como “muito baixa” (conforme o item que apresenta dados para todos os distritos).

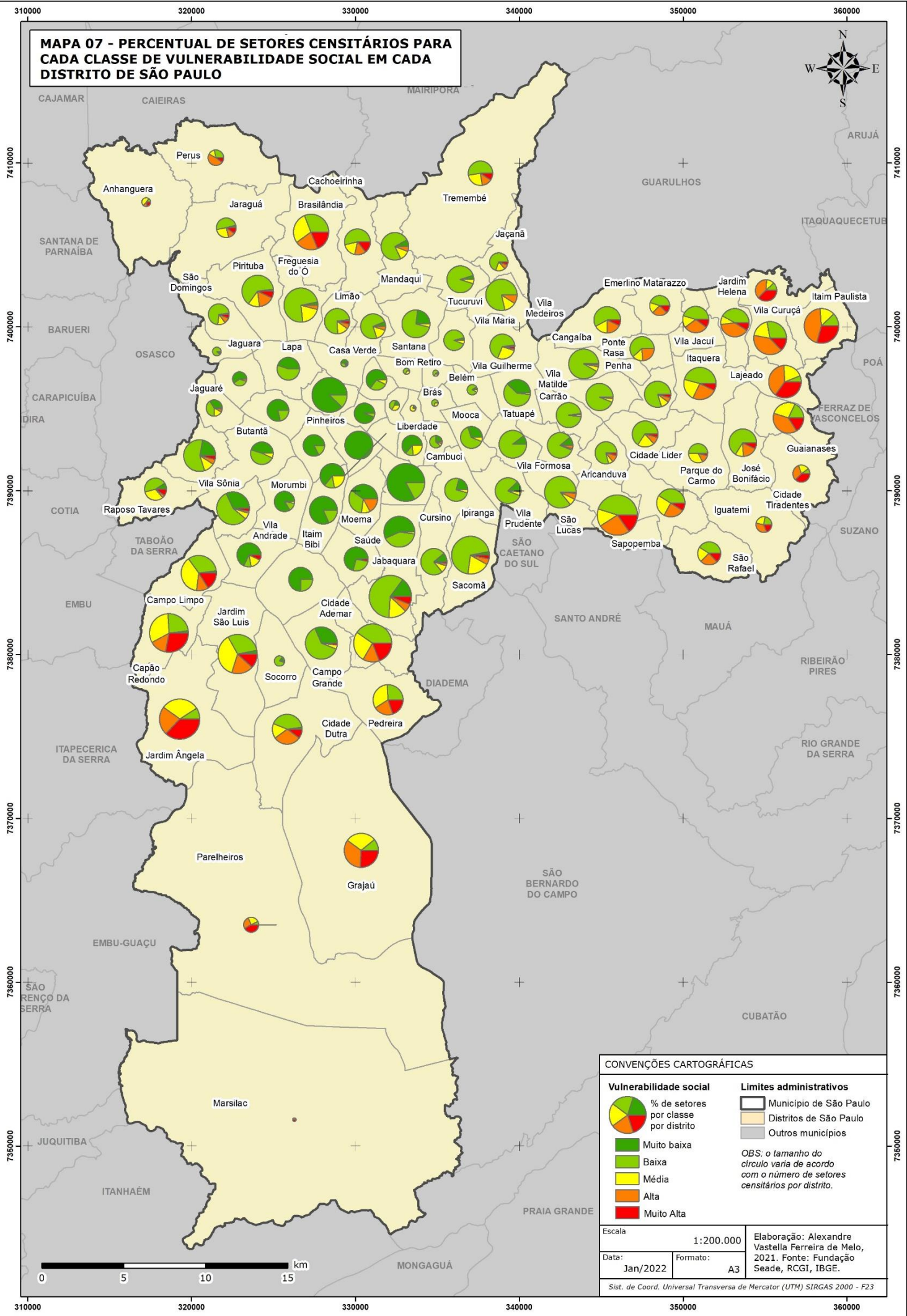
Por outro lado, as periferias apresentam maiores percentuais de vulnerabilidade energética, se agrupadas por distrito. Nos extremo sul e sudoeste do município, Capão Redondo, Jardim Ângela, Grajaú e Pedreira apresentam, respectivamente, 40%, 21%, 24% e 30% de setores classificados como muito alta vulnerabilidade energética. O mesmo ocorre no extremo leste da capital, em distritos como Sapopemba (25%), Itaim Paulista (26%), Vila Jacuí (39%), Lajeado (28%), Guaianases (20%), São Rafael (37%) e Cidade Tiradentes (36%) – novamente, as porcentagens se referem a classe muito alta vulnerabilidade. Em todos esses distritos, tanto na zona sul quanto na leste, a as classes de vulnerabilidade energética “muito alta” e “alta”, se somadas, ultrapassam 50%.

6.2. Vulnerabilidade social por distrito

Do mesmo modo, assim como o mapa acima de vulnerabilidade energética, o mapa de vulnerabilidade social (mapa 07) se agrupado por distrito, também apresenta um padrão espacial bem definido, com periferias mais vulneráveis e regiões centrais melhores posicionadas. Neste caso, a discrepância entre as regiões da cidade é ainda maior.

Percebemos, com base nesse mapa, que São Paulo é município de profundas desigualdades sociais e, conforme esperado nas hipóteses da pesquisa – e, também, de acordo com o padrão observado nas demais cidades do Brasil – os distritos com melhor vulnerabilidade social situam-se próximos ao centro, sobretudo nos bairros-jardins e nas circunvizinhanças dos principais centros financeiros do município. Jardim Paulista é o distrito com melhores resultados, com 99% de setores censitários com muito baixa vulnerabilidade social – e o 1% restante sendo de baixa vulnerabilidade. Outros distritos de ótima vulnerabilidade social – e também pertencentes à mesma região geográfica do município – são: Consolação (93%), Perdizes (87%), Morumbi e Pinheiros (83% cada), Vila Mariana (82%), Itaim Bibi (81%), Alto de Pinheiros (79%), Santo Amaro (75%) e Campo Belo (71%).

MAPA 07 - PERCENTUAL DE SETORES CENSITÁRIOS PARA CADA CLASSE DE VULNERABILIDADE SOCIAL EM CADA DISTRITO DE SÃO PAULO



CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS	
<p>Vulnerabilidade social</p> <ul style="list-style-type: none"> Muito baixa Baixa Média Alta Muito Alta 	<p>Limites administrativos</p> <ul style="list-style-type: none"> Município de São Paulo Distritos de São Paulo Outros municípios <p><i>OBS: o tamanho do círculo varia de acordo com o número de setores censitários por distrito.</i></p>
<p>Escala: 1:200.000</p> <p>Data: Jan/2022</p>	<p>Elaboração: Alexandre Vastella Ferreira de Melo, 2021. Fonte: Fundação Seade, RCGI, IBGE.</p>
<p>Sist. de Coord. Universal Transversa de Mercator (UTM) SIRGAS 2000 - F23</p>	



Por outro lado, como esperado, as periferias apresentam maiores valores de vulnerabilidade social. Neste caso, destacam-se os distritos dos extremos sul e leste da capital. Os periféricos Marsilac (50%), Parelheiros (41%), Jardim Helena (38%), Cidade Tiradentes (37%), Jardim Ângela (37%) e Lajeado (35%) (dados para vulnerabilidade social muito alta) encabeçam o ranking dos piores valores e, não por acaso, são justamente aqueles distritos situados nas extremidades da capital, próximo aos limites municipais. De acordo com a Fundação Seade (2010), é nessas áreas onde se situam a maioria dos aglomerados subnormais – domicílios em condições precárias de habitação – que, de acordo com a metodologia empregada, foram classificadas como “muito alta” vulnerabilidade social; fato que justifica a preponderância de altas vulnerabilidades nestas regiões.

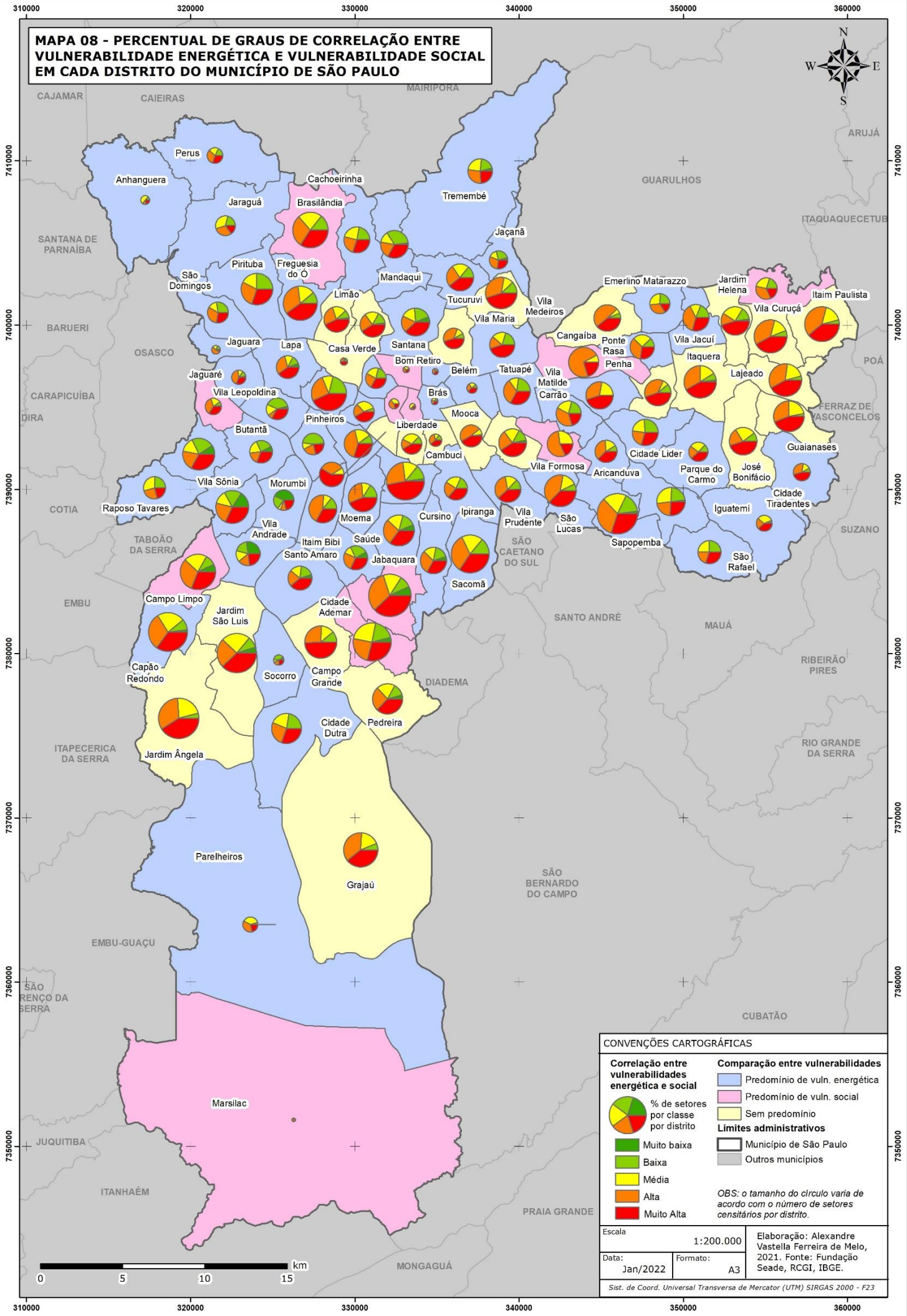
Tanto o mapa de vulnerabilidade energética quanto o de vulnerabilidade social por distrito apresentam padrões espaciais bem definidos, coincidindo com a situação de apresentarem melhores valores nas regiões centrais e piores nas periferias. Isso significa que, contrariando a hipótese desta pesquisa, pelo menos pelo aspecto visual, as vulnerabilidades social e energética parecem estar realmente correlacionadas no município.

6.3. Graus de correlação por distrito

O mapa 08, um dos mais importantes desta pesquisa, mostra a correlação entre as vulnerabilidades, de acordo com o percentual de setores censitários por distrito, juntamente à predominância do tipo de vulnerabilidade em cada uma dessas áreas administrativas.

Ao contrário dos produtos cartográficos anteriores, esse mapa não possui um padrão espacial bem definido no que diz respeito à predominância de vulnerabilidades. Em todas as regiões da cidade, de forma desconcentrada e dispersa, há distritos cuja vulnerabilidade social é maior que a energética e outros, pelo contrário, cuja vulnerabilidade energética é maior que a social. Em situação intermediária, alguns distritos simplesmente não possuem predominância, possuindo o mesmo número de classes para ambas as vulnerabilidades. As três situações ocorrem tanto em áreas centrais quanto em periferias, independentemente das condições locais.

MAPA 08 - PERCENTUAL DE GRAUS DE CORRELAÇÃO ENTRE VULNERABILIDADE ENERGÉTICA E VULNERABILIDADE SOCIAL EM CADA DISTRITO DO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO

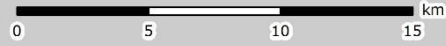


CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS

<p>Correlação entre vulnerabilidades energética e social</p> <p> % de setores por classe por distrito</p> <ul style="list-style-type: none"> Muito baixa Baixa Média Alta Muito Alta 	<p>Comparação entre vulnerabilidades</p> <ul style="list-style-type: none"> Predomínio de vuln. energética Predomínio de vuln. social Sem predominio <p>Limites administrativos</p> <ul style="list-style-type: none"> Município de São Paulo Outros municípios <p><i>OBS: o tamanho do círculo varia de acordo com o número de setores censitários por distrito.</i></p>
---	---

Escala		1:200.000	Elaboração: Alexandre Vastella Ferreira de Melo, 2021. Fonte: Fundação Seade, RCGI, IBGE.
Data:	Jan/2022	Formato:	

Sist. de Coord. Universal Transversa de Mercator (UTM) SIRGAS 2000 - F23



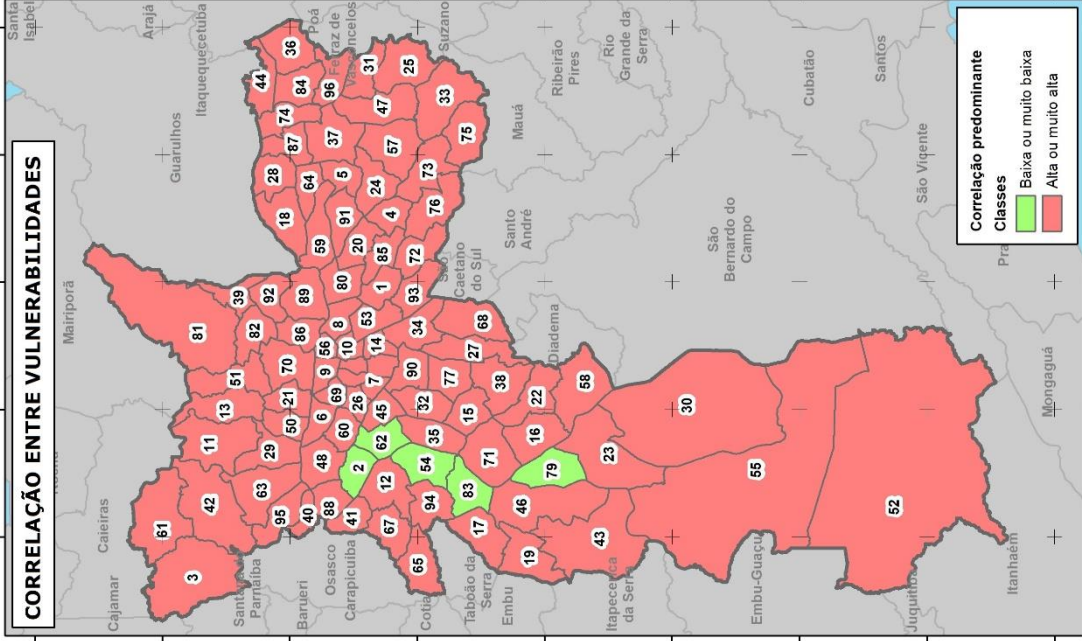
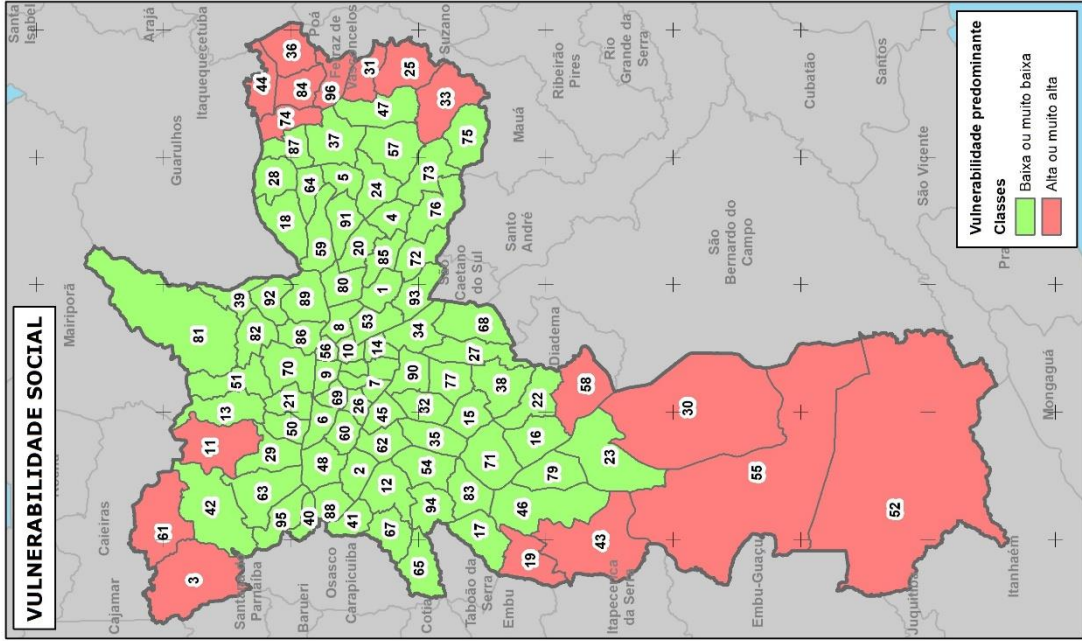
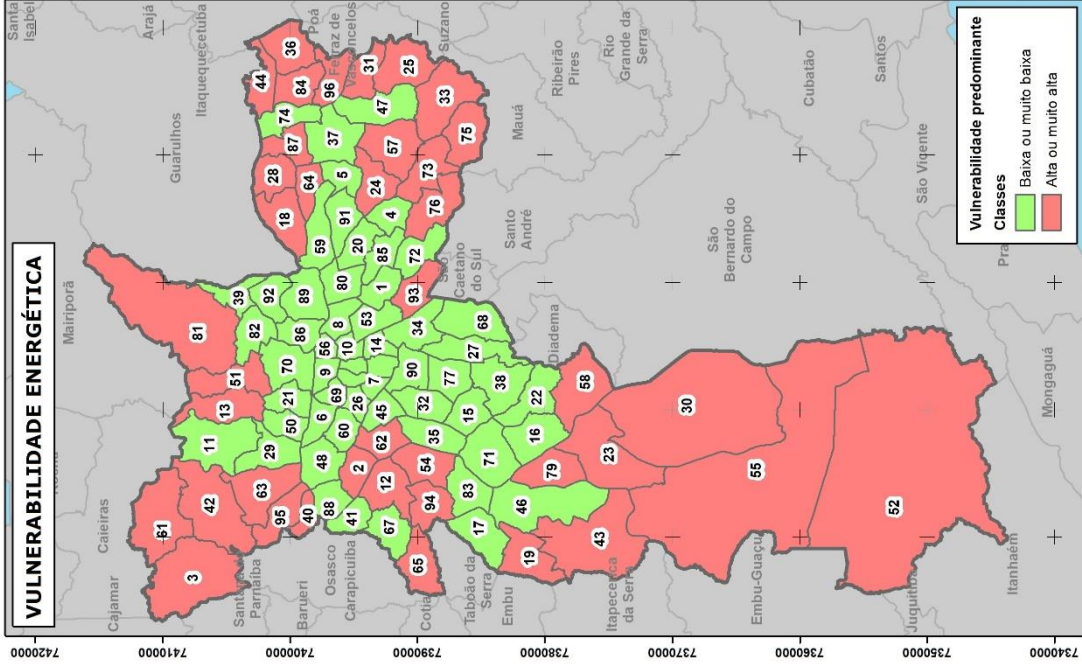
Outro aspecto a ser mencionado – e esse, mais importante para a pesquisa – é que na maioria dos distritos, há o predomínio de muito alta e alta correlação; e é por isso que visualmente, há a preponderância das cores quentes. Isso significa que, pelo menos do aspecto visual, existem relações diretas entre as vulnerabilidades energética e social nas áreas residenciais de São Paulo.

Na maioria absoluta de São Paulo, as vulnerabilidades estão diretamente relacionadas, sendo, de forma geral, proporcionais umas às outras: quando as correlações alta e muito alta são somadas, estes valores ultrapassam 50% dos setores em 84 dos 96 distritos, uma evidência matemática desta relação proporcional. Nos distritos de Penha (92%), Bela Vista (91%), Mooca (89%), Cangaíba (88%), Artur Alvim (82%) e Vila Guilherme (80%) estes valores equivalem ou ultrapassam 4/5 do total.

Por outro lado, são poucos os distritos que, somando as correlações baixa e muito baixa, ultrapassam a casa dos 30%. Isso ocorre somente em Morumbi (65%), Socorro (49%), Pinheiros (48%), Vila Andrade (46%), Alto de Pinheiros (43%), Mandaqui (34%), Vila Sônia (33%), Butantã (32%), Campo Belo (32%) e Rio Pequeno (32%) – aliás, o Morumbi é o único distrito cujo percentual ultrapassa a casa dos 50%. Isso evidencia que, ao contrário do esperado, os distritos paulistanos realmente estão correlacionados no que diz respeito às vulnerabilidades energética e social.

6.4. Síntese das vulnerabilidades e da correlação por distrito

No mapa 09, um dos mais relevantes da tese, sintetizamos as vulnerabilidades energética e social, bem como a correlação entre ambas, nos distritos do município de São Paulo. Para os três temas, ocorreram dois agrupamentos: (1) das classes baixa e muito baixa e (2) das classes alta e muito alta. Essa união permitiu evidenciar o agrupamento dominante para cada distrito – se ali predominam as elevadas ou pouco elevadas vulnerabilidades, bem como elevadas ou pouco elevadas correlações. Para essa representação, os valores de média vulnerabilidade e média correlação não foram considerados.



DISTRITOS DE SÃO PAULO

- 1 Água Rasa
- 2 Alto de Pinheiros
- 3 Anhanguera
- 4 Atacaduva
- 5 Artur Avim
- 6 Barra Funda
- 7 Bela Vista
- 8 Belém
- 9 Bom Retiro
- 10 Brás
- 11 Brasilândia
- 12 Butantã
- 13 Cachoeirinha
- 14 Cambuci
- 15 Campo Belo
- 16 Campo Grande
- 17 Campo Limpo
- 18 Cangaíba
- 19 Cap. Redondo
- 20 Carrão
- 21 Casa Verde
- 22 Cid. Ademar
- 23 Cid. Dutra
- 24 Cid. Líder
- 25 Cid. Tiradentes
- 26 Consolação
- 27 Cursino
- 28 Erm. Matarazzo
- 29 Freguesia do Ó
- 30 Grajaú
- 31 Guaianases
- 32 Moema
- 33 Iguatemi
- 34 Ipiranga
- 35 Itaim Bibi
- 36 Itaim Paulista
- 37 Itaquera
- 38 Jabaquara
- 39 Jaconã
- 40 Jaguará
- 41 Jaguaré
- 42 Jardim
- 43 Jd. Ângela
- 44 Jd. Helena
- 45 Jd. Paulista
- 46 Jd. São Luís
- 47 José Bonifácio
- 48 Lapa
- 49 Liberdade
- 50 Limão
- 51 Manducaí
- 52 Marsilac
- 53 Mooca
- 54 Morumbi
- 55 Parelheiros
- 56 Pari
- 57 Pq. do Carmo
- 58 Pedreira
- 59 Penha
- 60 Perceives
- 61 Perus
- 62 Pinheiros
- 63 Pirituba
- 64 Ponte Rasa
- 65 Rap. Tavares
- 66 República
- 67 Rio Pequeno
- 68 Sacomã
- 69 Santa Cecília
- 70 Santana
- 71 Santo Amaro
- 72 São Lucas
- 73 São Mateus
- 74 São Miguel
- 75 São Rafael
- 76 Sapopemba
- 77 Saúde
- 78 Sé
- 79 Socorro
- 80 Tatuapé
- 81 Tremembé
- 82 Tucuruvi
- 83 I. Andrade
- 84 V. Curuçá
- 85 V. Formosa
- 86 V. Guilherme
- 87 V. Jacuí
- 88 V. Leopoldina
- 89 V. Maria
- 90 V. Mariana
- 91 V. Matilde
- 92 V. Medeiros
- 93 V. Prudente
- 94 V. Sônia
- 95 São Domingos
- 96 Lajeado

**MAPA 09
VULNERABILIDADE ENERGÉTICA
VULNERABILIDADE SOCIAL E
CORRELAÇÃO ENTRE
VULNERABILIDADES NOS
DISTRITOS DE SÃO PAULO**

CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS

Limites políticos
 Município de São Paulo
 Outros limites municipais

Esala gráfica: 0 5 10 15 20 km

Esala numérica: 1:400.000

Data: Out/2019

Formato: A3

Elaboração: Alexandre Vastella F. Melo, 2019. Fonte: Projeto 28, RCGI.

Sistema de Coordenadas SIRGAS 2000 - UTM 23S

Com base nesse mapa, é possível observarmos importantes conclusões. Primeiramente, tanto a vulnerabilidade energética quanto a social apresentam padrões espaciais bem definidos – uma constatação já evidenciada nos produtos cartográficos anteriores. Neste caso, conforme já ilustrado nas linhas acima, os valores são elevados nas periferias, apresentando piores condições; e, por outro lado, baixos e relativamente confortáveis nas áreas centrais. Também já foi evidenciado que, pelo menos nodo ponto de vista espacial, a vulnerabilidade energética é maior que a social no município de São Paulo, uma realidade também perceptível nesse mapa síntese.

O que é mais importante perceber – e aí sim, um aspecto ainda não mencionado – é o conhecimento de quais distritos divergem em suas vulnerabilidades; ou seja, aqueles que corroboram com a hipótese inicial de que a energia e os aspectos sociais estariam pouco relacionados no município. Esses descompassos ocorrem, com maior intensidade, em duas áreas da cidade: na porção sudoeste, onde se encontram os distritos de Pinheiros, Alto de Pinheiros, Butantã, Morumbi, Vila Sônia, e Raposo Tavares; e, além disso, na porção leste/sudeste, onde se encontram os distritos Cidade Líder, Parque do Carmo, Vila Prudente, Sapopemba, São Mateus e São Rafael. Nestas duas áreas, a vulnerabilidade energética é predominantemente ruim, contudo, a vulnerabilidade social é predominantemente boa – ainda que alguns destes distritos, principalmente os do extremo leste, convivam com a pobreza em alguns de seus bairros. Dicotomias entre as vulnerabilidades também ocorrem, ainda na zona leste, nos distritos de Cangaíba, Ermelino Matarazzo, Ponte Rasa e Vila Jacuí; na zona norte, em Brasilândia, Tremembé, Mandaqui, Cachoeirinha, Pirituba, São Domingos, Jaraguá e Jaguará; e, em pequenas áreas da zona sul, nos distritos de Socorro e Cidade Dutra.

Os dados do parágrafo acima até poderiam evidenciar, pelo menos de forma parcial, a hipótese de que as vulnerabilidades não estariam correlacionadas; afinal, , esses distritos fogem o padrão e, conforme esperado no início da pesquisa, apresentam vulnerabilidade energética diferente da social. Contudo, no terceiro quadro do mapa 09, que mostra a correlação predominante entre as vulnerabilidades, é possível visualizar que a correlação direta é majoritariamente predominante.

Com exceção dos distritos de Alto de Pinheiros, Pinheiros, Morumbi, Vila Andrade e Socorro, para todos os outros distritos da capital, a soma das correlações alta e muito alta é majoritária em relação à soma das correlações baixa e muito baixa. Isso significa que, para quase todo o município, as vulnerabilidades social e energética mostraram-se variáveis associadas; e talvez, inclusive, possam ser interferentes umas às outras.

7. RESULTADOS GERAIS PARA O MUNICÍPIO, POR SETOR E POR POPULAÇÃO.

Neste item apresentamos os resultados gerais e comparativos, de forma resumida, para cada uma das regiões do município, de acordo com os graus de (1) vulnerabilidade energética, (2) vulnerabilidade social, (3) correlação entre estas e (4) comparação entre vulnerabilidades.

Primeiramente, analisaremos os setores censitários individualmente — tal como foi mapeado e quantificado para o restante da pesquisa —, e, posteriormente, pela população contida em cada um destes setores de acordo com o Censo Demográfico de 2010¹².

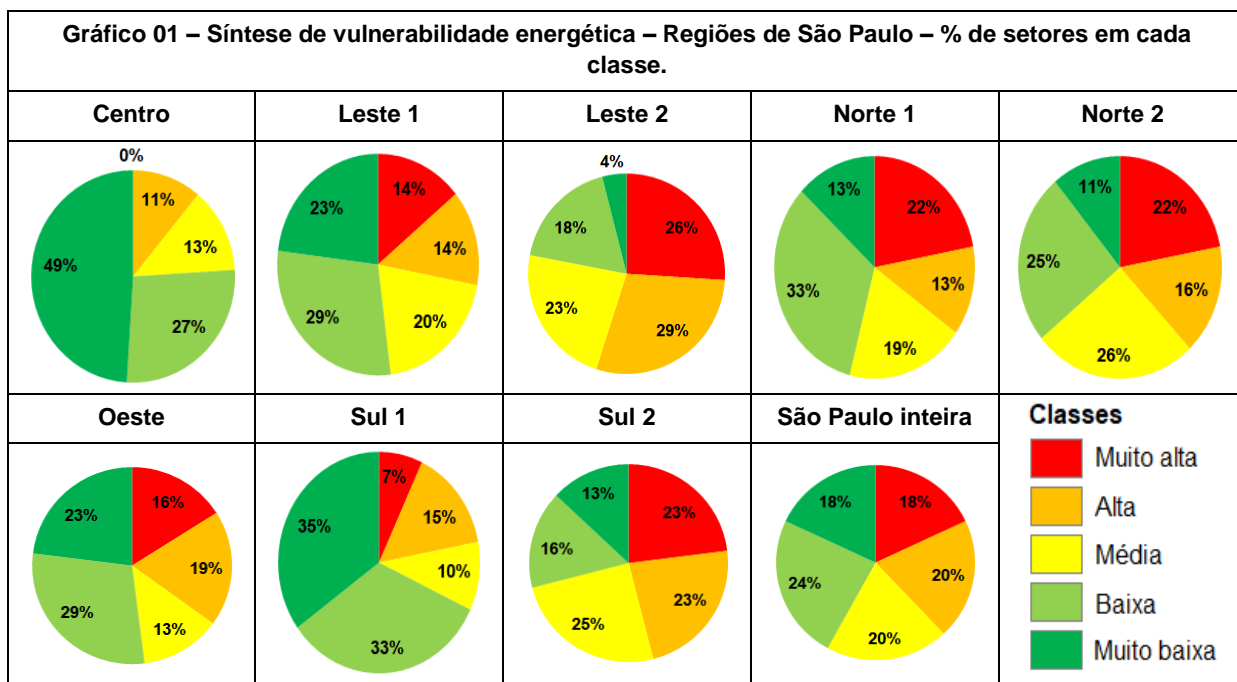
O objetivo de se analisar a população separadamente dos setores censitários foi ter maior precisão na correlação e comparação entre vulnerabilidades, uma vez que nem todos os setores possuem a mesma quantidade de habitantes.

7.1. Resultados gerais para vulnerabilidade energética

7.1.1. Por setor censitário

Primeiramente, no gráfico 01, mostramos o percentual dos setores censitários de cada classe de vulnerabilidade energética para cada uma das oito regiões de São Paulo, bem como para o município inteiro.

¹² Base de informações do Censo Demográfico 2010: Resultados do Universo por setor censitário. Arquivo Básico (planilha Básico_UF.xls ou Básico_UF.csv), coluna “V002” “Moradores em domicílios particulares permanentes ou população residente em domicílios particulares permanentes”.



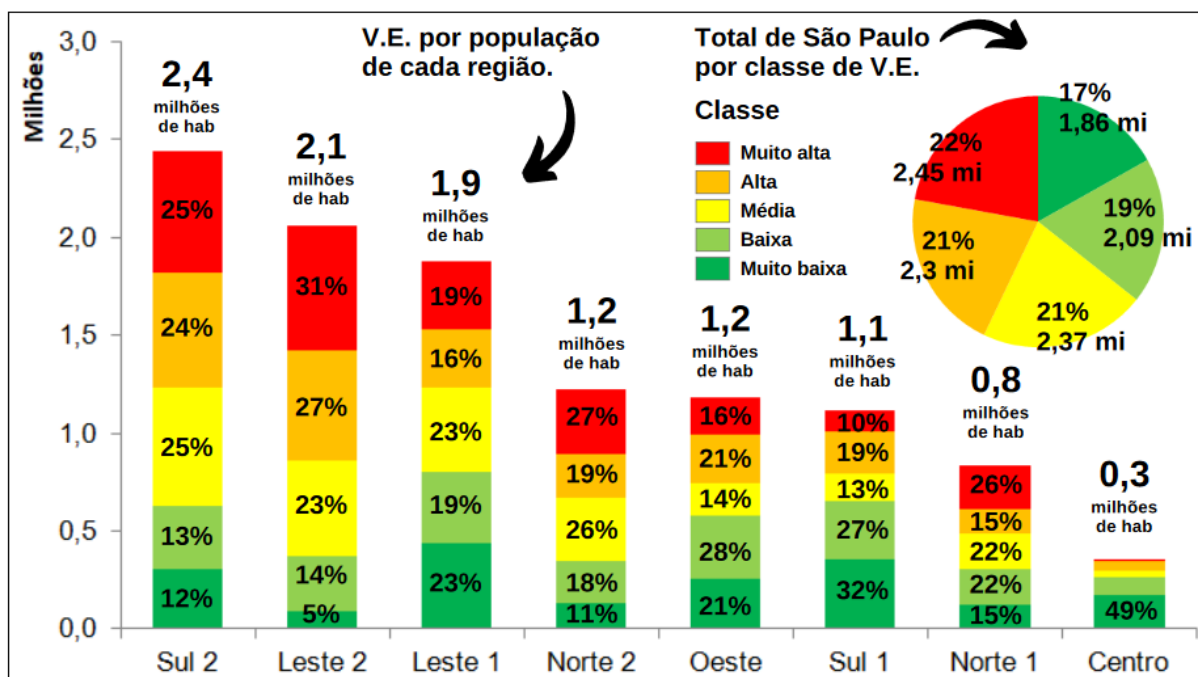
Fonte: própria

Com base no gráfico 01, evidenciamos que os melhores indicadores de vulnerabilidade energética estão nas regiões Centro e Sul 1 que, respectivamente, apresentam 76 e 68% de setores nas classes baixa e muito baixa somadas, quase $\frac{3}{4}$ de todo o conjunto. Embora em menor intensidade, os valores também são relativamente bons na Oeste, Leste 1, Norte 1 e Oeste com, respectivamente, 52%, 52%, 46% de setores nesta condição. Por outro lado, as regiões Leste 2 e Sul 2 – localizadas nos extremos do município, nas áreas mais afastadas do centro – apresentam piores quadros de vulnerabilidade com, respectivamente, 55% e 46% de setores somados nas classes alta e muito alta. Na Leste 2, apenas 4% dos setores estão na classe muito baixa, um valor muito abaixo às demais regiões da capital.

7.1.2. Por população.

Analisando a vulnerabilidade energética por população, temos o seguinte cenário, conforme o Gráfico 02:

Gráfico 02 – Habitantes por região de São Paulo e percentual da população em cada classe de vulnerabilidade energética.



Embora as classes de vulnerabilidade estejam bem distribuídas em São Paulo — afinal, conforme vimos anteriormente, foram classificadas pelo método quantil que iguala as proporções —, ocorre que as porcentagens variam entre as regiões. De maiores populações e área, a Sul 2 e Leste 2 se estendem, respectivamente, pelos extremos sul e leste do município, concentrando a maior parte das áreas periféricas paulistanas. Há, nestas duas regiões, predominância de alta e muito alta vulnerabilidades, evidenciando certa precariedade no acesso à energia – observe que apenas 5% dos habitantes da Leste 2 são providos por “muito baixa” vulnerabilidade.

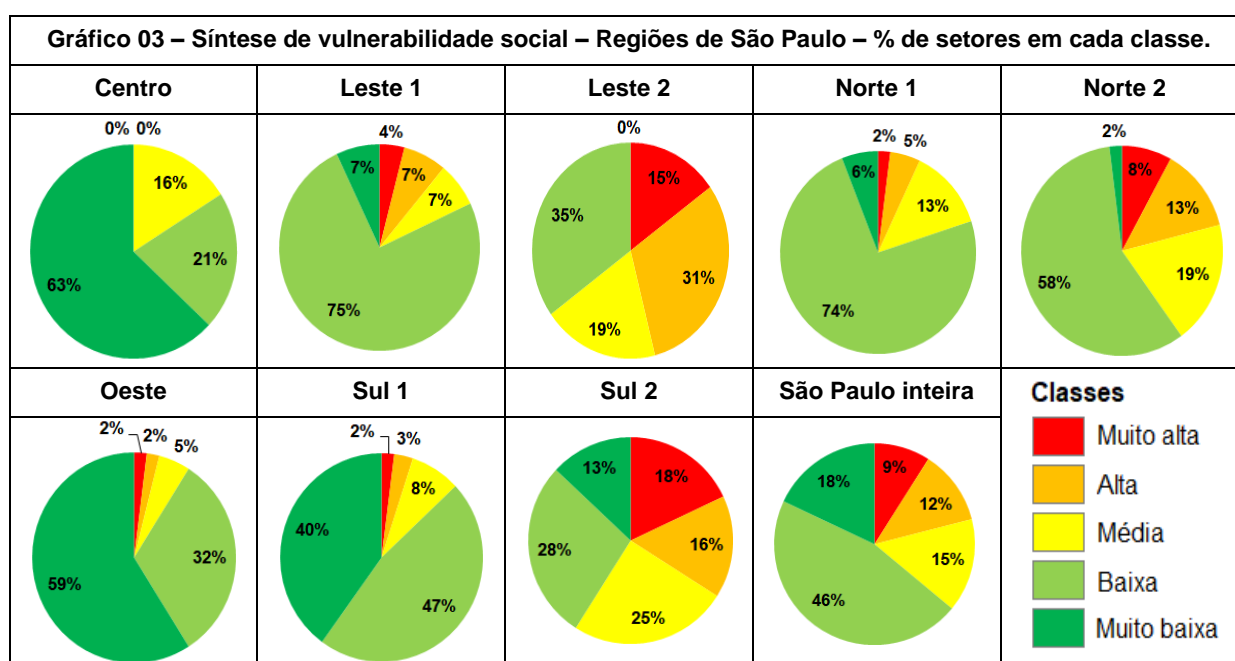
Situação diferente ocorre nas áreas centrais, de vulnerabilidades menores, onde predominam as classes “muito baixa” e “baixa”. Na própria região Centro, quase metade dos habitantes (49%) está em área de “muito baixa” vulnerabilidade, uma proporção bem maior do que São Paulo como um todo (17%). Do mesmo modo, nas regiões Leste 1, Sul 1 e Oeste — todas no centro expandido da capital —, há o predomínio de baixa e muito baixa vulnerabilidades.

No geral, quanto mais próxima a população estiver das áreas centrais, *menor* tende a ser a vulnerabilidade energética enfrentada. Do mesmo modo, quanto mais distante, *maior* tende a ser.

7.2. Resultados gerais para vulnerabilidade social

7.2.1. Por setor censitário

No gráfico 03, apresentamos a síntese dos valores para as regiões de São Paulo de acordo com a vulnerabilidade social. Assim como o gráfico anterior, os valores referem-se ao percentual de setores censitários em cada classe, para cada região do município.



Fonte: própria

De acordo com o gráfico, ainda que São Paulo apresente uma série de contradições socioespaciais, os dados de vulnerabilidade social são, no geral, mais satisfatórios do que os dados de vulnerabilidade energética. Para todas as regiões paulistanas, as classes baixa e muito baixa, se somadas, são a maioria dos setores censitários. As boas condições são predominantemente maiores nas regiões Centro, Oeste e Sul 1. Nestas áreas, há, respectivamente, 63%, 59% e 40% de setores somente na classe muito baixa. Caso os percentuais desta fossem somados aos da classe baixa, os valores saltariam para 84%, 91% e 87%, respectivamente.

Por outro lado, as regiões Leste 2 e Sul 2 são as mais socialmente vulneráveis. Enquanto 46% dos setores da Leste 2 são de alta e muito alta vulnerabilidade, apenas 35% estão na classe baixa – não há setores na categoria

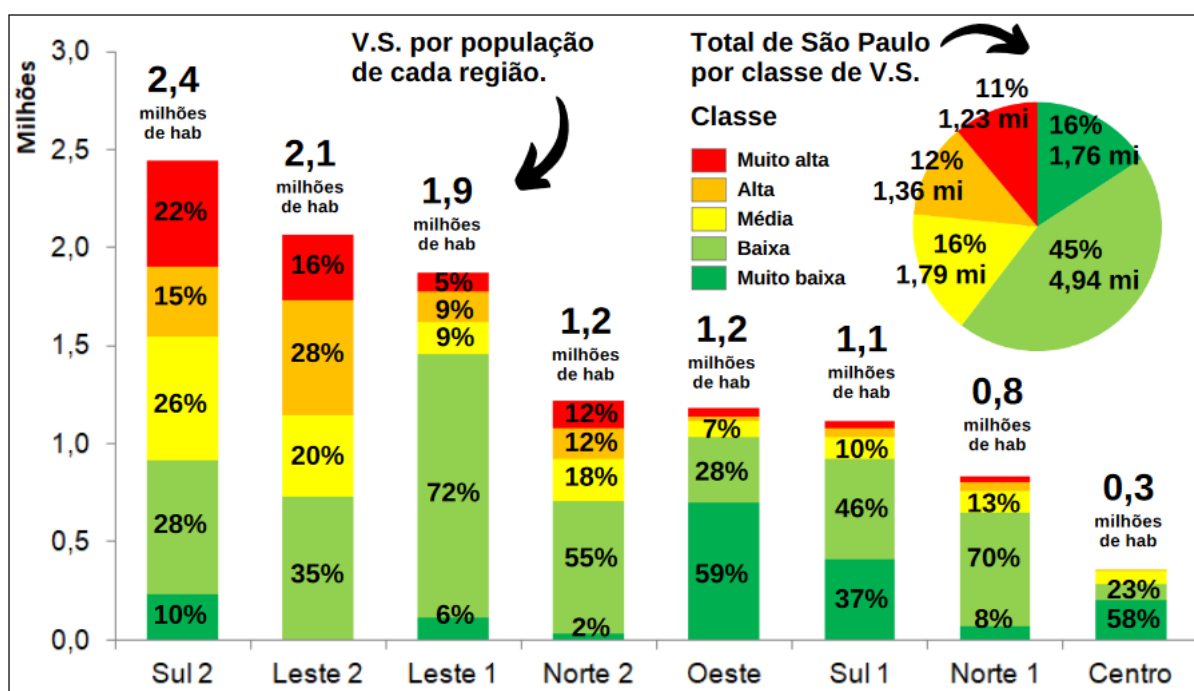
muito baixa. No caso da Sul 2 – e, ao contrário da Leste 2, os setores com boa vulnerabilidade são maioria, ainda que seja uma maioria ligeira. Embora, nessa região, haja 41% de setores nas classes alta e muito alta; há, por outro lado, 34% de setores de alta e muito alta vulnerabilidade social.

É importante notar que, com exceção da Região Oeste – justamente onde estão os distritos de baixa correlação como, por exemplo, Morumbi, Pinheiros e Alto de Pinheiros – há uma relação direta entre as vulnerabilidades no município. As regiões Centro e Sul 1 são líderes nas vulnerabilidade energética e social, apresentando bons valores para ambos. Já as regiões Leste 2 e Sul 2, computam valores ruins para as duas variáveis, cujo predomínio das classes alta e muito alta é registrado em ambos os casos. Portanto, onde é socialmente mais vulnerável, tende a ser energeticamente mais vulnerável também.

7.2.2. Por população

No gráfico 04, apresentamos os dados de vulnerabilidade social por população:

Gráfico 04 – Habitantes por região de São Paulo e percentual da população em cada classe de vulnerabilidade social.



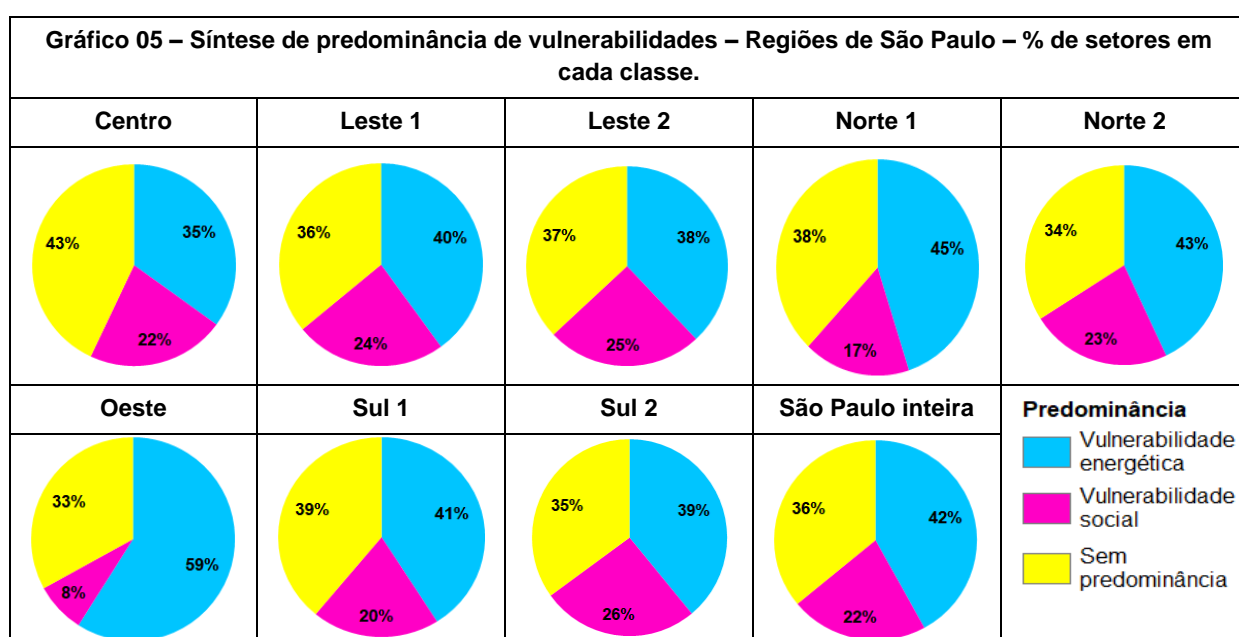
Notamos que, assim como ocorre com a vulnerabilidade energética, as maiores classes de vulnerabilidade estão nas periferias da capital, com a diferença de que, neste caso, a desigualdade é ainda mais visível.

Nas regiões Sul 2 e Leste 2, mais populosas e mais periféricas, respectivamente 38% e 35% da população está nas classes baixa ou muito baixa, um percentual inferior às regiões mais próximas às áreas centrais, tais como: Centro (81%); Oeste (87%); Sul (83%) ou Norte 1 (78%). Tanto em valores percentuais quanto absolutos, estas duas regiões apresentam a população mais socialmente vulnerável de São Paulo — somente na Sul 1, há mais de 500.000 habitantes vivendo com muito alta vulnerabilidade social.

7.3. Resultados gerais para o tipo de vulnerabilidade predominante

7.3.1. Por setor censitário

Considerando esse cenário, no gráfico 05, mostramos o tipo de vulnerabilidade predominante em cada região de São Paulo, de acordo com o percentual de setores censitários. A vulnerabilidade energética é considerada predominante quando a soma das suas classes alta e muito alta é maior do que a soma das classes alta e muito alta da vulnerabilidade social. O inverso também é verdadeiro.



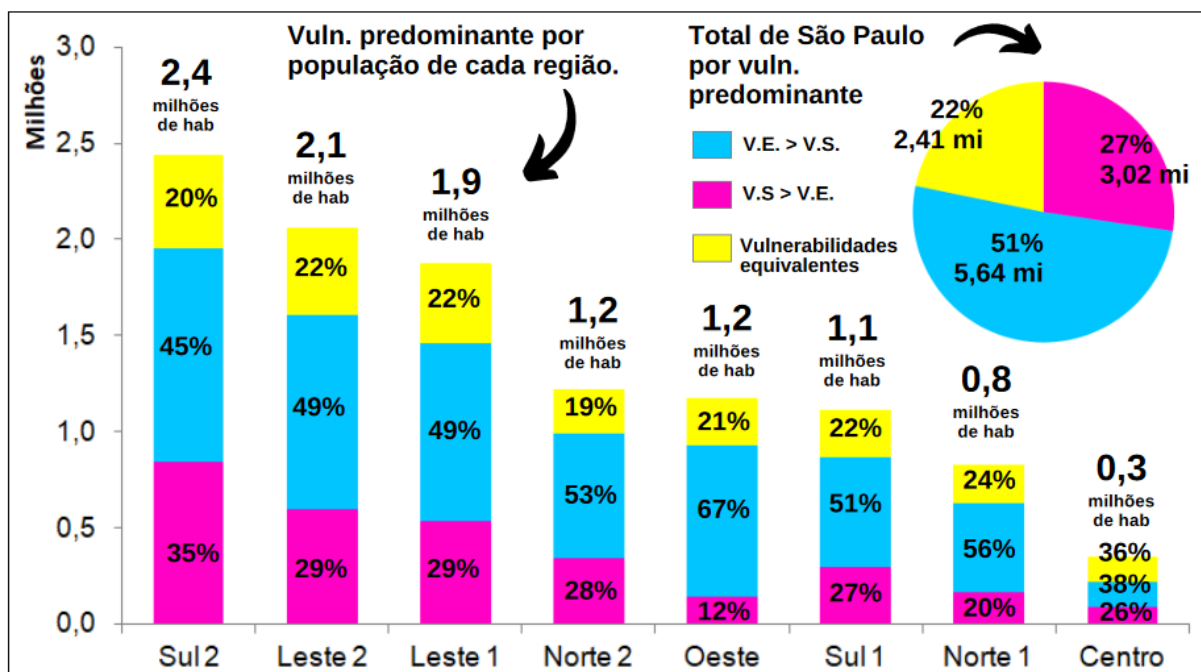
Fonte: própria

Conforme esperado, em todas as regiões o número de setores com vulnerabilidade energética predominante é maior que o número de setores com vulnerabilidade social predominante; e, considerando o município como um todo, essa proporção fica em 42% versus 22%. Além disso, há um grande número de setores sem predominância; ou seja, de muito alta correlação, fato que ajuda a refutar a hipótese inicial de que as vulnerabilidades pouco estão correlacionadas na cidade. No Centro, estes setores compõem a maioria de 43%.

7.3.2. Por população

O gráfico 06 mostra as vulnerabilidades predominantes para a população paulistana, de acordo com cada região do município.

Gráfico 06 – Habitantes por região de São Paulo e percentual da população de acordo com a vulnerabilidade predominante



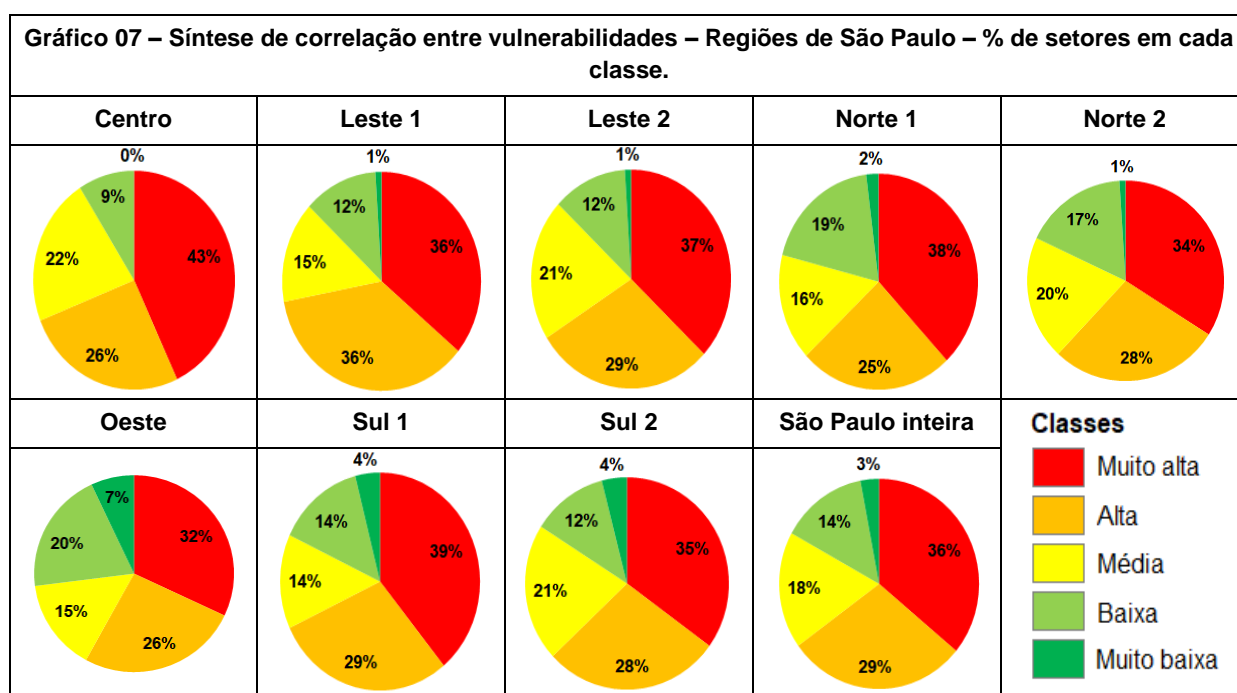
Notamos que a maior parte da população está sujeita à vulnerabilidade energética maior do que a vulnerabilidade social. Isso ocorre com 67% da população da região Oeste, com 56% da Norte 1 e com 53% da Norte 2. Ao todo, 51% da população paulistana estão mais sujeitas à vulnerabilidade energética do que social. Mas, para 22% da população, ambas as vulnerabilidades são equivalentes, um

percentual que é parecido para todas as regiões do município.

7.4. Resultados gerais para a correlação entre vulnerabilidades

7.4.1. Por setor censitário

No gráfico 07, mostramos o grau de correlação entre estas variáveis nas diferentes regiões de São Paulo e, assim como nos casos anteriores, também se refere ao percentual de setores censitários em cada classe.



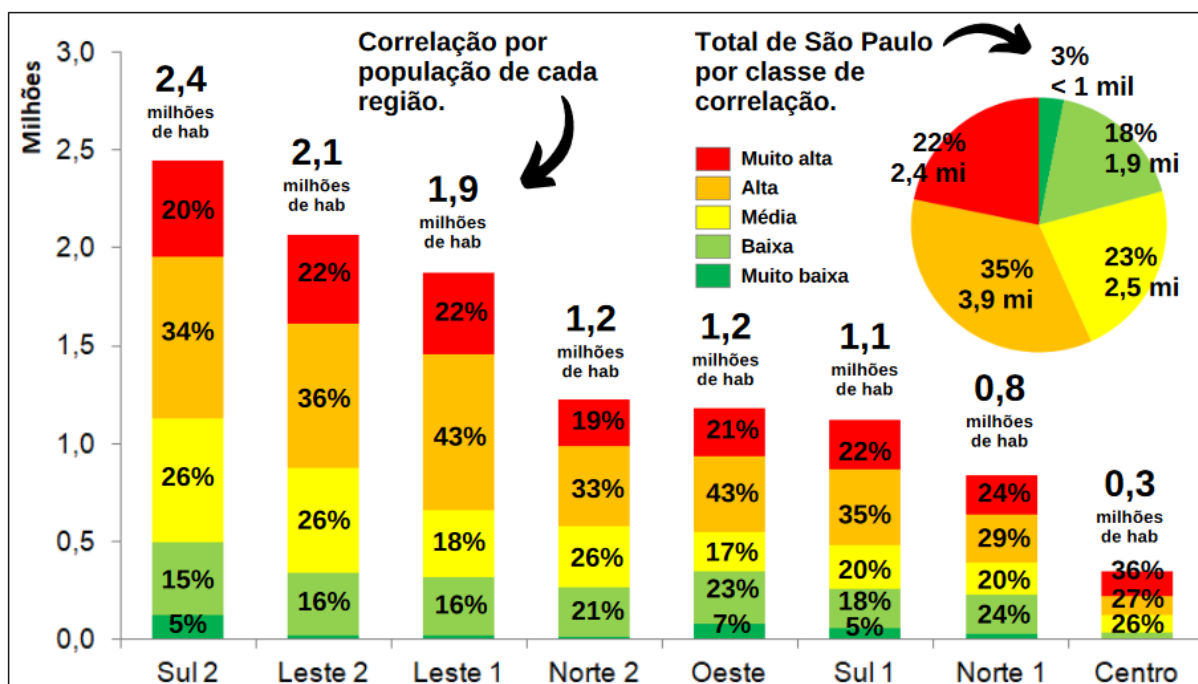
Fonte: própria

Conforme esperado após estas análises – e, diferentemente do que se esperava na hipótese inicial da pesquisa – para todas as regiões de São Paulo, predomina a classe muito alta correlação, indicando que as duas vulnerabilidades analisadas estão realmente correlacionadas. Caso as classes alta e muito alta fossem somadas, seriam mais da metade de todos os setores para todas as regiões, indicando maioria absoluta. Neste caso, seriam: 69% no Centro; 72% na Leste 1; 66% na Leste 2; 63% na Norte 1; 62% na Norte 2; 58% na Oeste; 68% na Sul 1; 63% na Sul 2; e, finalmente, 65% considerando todas as áreas residenciais de São Paulo. Repare que com exceção da Região Oeste, todas as áreas ultrapassam os 60% de setores diretamente correlacionados.

7.4.2. Por população

O gráfico 08 analisa os graus de correlação entre as vulnerabilidades de acordo com a população de cada região de São Paulo:

Gráfico 08 – Habitantes por região de São Paulo e percentual da população em cada classe de vulnerabilidade social.



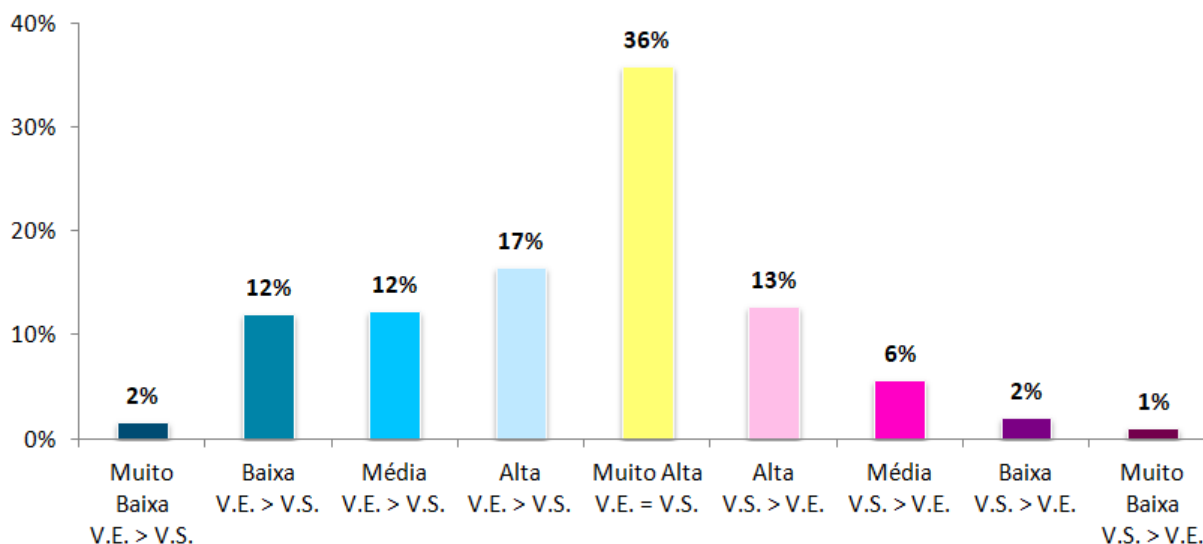
Primeiramente, levando em conta São Paulo como um todo, as classes alta e muito alta correlação somam 57%, correspondendo a mais de seis milhões de habitantes. Por outro lado, as classes baixa e muito baixa correlação são apenas 21%, menos de 2 milhões de habitantes. Isso significa que, diferentemente do que se esperava na hipótese inicial da pesquisa, as vulnerabilidades energética e social estão pouco correlacionadas em São Paulo, mesmo tomando a análise apenas para a população.

7.5. Síntese dos resultados para o município de São Paulo

Para encerrar o debate, no gráfico 09, agrupamos, para as áreas residenciais de todo o município de São Paulo, estas duas informações apresentadas: o percentual de setores em cada classe de vulnerabilidade e a vulnerabilidade predominante – se é a energética ou a social. Quanto mais escura a cor, maior a

predominância desta primeira; quanto mais quente, mais intensa é a social – exatamente a mesma rampa de cores do mapa 04.

Gráfico 09 – Síntese do percentual de setores em cada classe de vulnerabilidade e tipo de vulnerabilidade predominante no município de São Paulo



Concluimos, de acordo com o gráfico, que os setores de muito alta correlação compõem a maioria de todo o município de São Paulo, correspondendo a 42% do total. Caso as classes alta e muito alta fossem somadas, conforme já exposto anteriormente, este valor ficaria entre 65% e 66%; abrangendo, neste caso, a maioria absoluta. Além disso, percebemos que os setores com vulnerabilidade energética maior que social são predominantes para todas as classes – muito alta, alta, média, baixa e muito baixa. Isso corrobora o fato anteriormente exposto de que São Paulo possui mais setores com vulnerabilidade energética elevada do que com vulnerabilidade social elevada. E, além disso, conforme especificado anteriormente, há a refutação parcial da hipótese inicial.

8. DISCUSSÃO

Neste item apresentamos a discussão dos resultados apresentados na tese. Em primeiro lugar, procuramos estabelecer, ainda que de forma preliminar, as razões para que os setores dos distritos de Alto de Pinheiros, Pinheiros, Morumbi, Vila Andrade e Socorro tivessem fugido do padrão observado no restante do município. Em um segundo momento, mostramos as limitações da pesquisa e as sugestões para possíveis estudos futuros.

8.1. Possíveis explicações para a falta de correlação de alguns distritos de São Paulo

Conforme estudado no item Resultados, todos os distritos de São Paulo, contrariando a hipótese inicial, estão diretamente correlacionados no que diz respeito às vulnerabilidades energética e social. Contudo, isso não ocorre em Alto de Pinheiros, Pinheiros, Morumbi, Vila Andrade e Socorro. A fim de levantar respostas para essa situação peculiar, o Mapa 10 além de mostrar a vulnerabilidade social destes setores, também detalha a situação dos indicadores considerados para a vulnerabilidade energética.

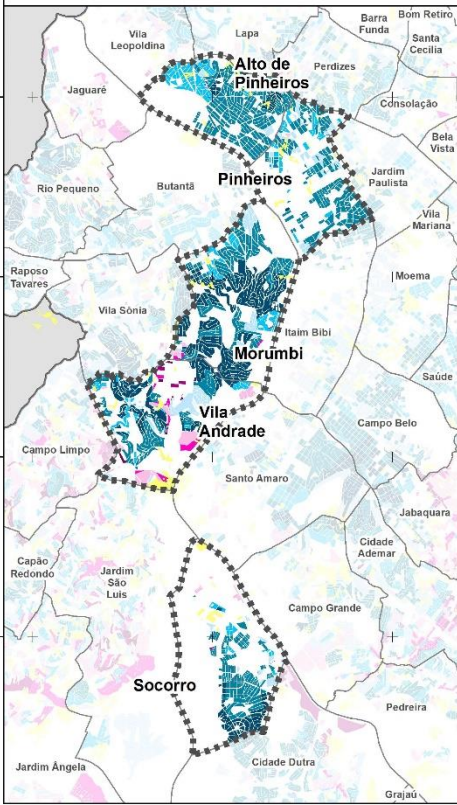
Primeiramente, com exceção de alguns poucos setores na Vila Andrade, a grande maioria dos distritos selecionados apresenta vulnerabilidade energética amplamente maior que social (tons de azul escuro). Logo, a falta de correlação entre as vulnerabilidades em Alto de Pinheiros, Pinheiros, Morumbi, Vila Andrade e Socorro é explicada pelo fato de a vulnerabilidade social, no geral, ser “boa”; porém, a vulnerabilidade energética ser, de modo geral, “ruim”. São regiões que, embora sejam classificadas como “baixíssima” e “baixa” vulnerabilidade social, sofrem com quedas constantes de energia elétrica. Ora, por que isso ocorre?

Analisando os outros quadros do mapa – que mostram os indicadores de vulnerabilidade energética – pudemos chegar a uma resposta; ou, pelo menos levantar hipóteses sobre esse fato.

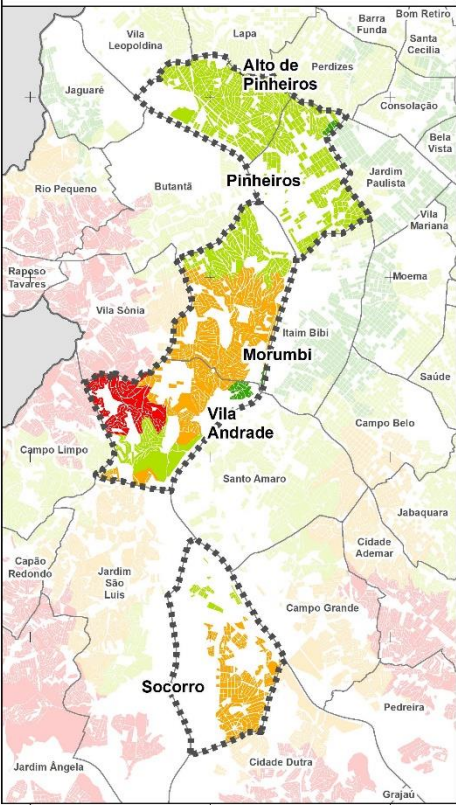
A “dimensão da área atendida por uma única subestação” é um indicador relevante, pois, de acordo com a Matriz AHP mostrada no item Metodologia, corresponde a 29,83% de todo o peso da vulnerabilidade energética total. É o segundo indicador mais importante, apenas atrás de “densidade de árvores viárias” com 35,34% deste montante.

As variações na dimensão do conjunto elétrico, dada a sua importância, até poderiam explicar a alta vulnerabilidade energética em partes da Vila Andrade, Socorro e Morumbi, áreas de “alta” e “muito alta” vulnerabilidade para este indicador. Nestes distritos, como os conjuntos elétricos são maiores, o fornecimento de energia é menos estável. Porém, esse fato não se repete em Pinheiros e Alto de Pinheiros, ao norte da região selecionada. Nestes casos, os conjuntos elétricos são de pequena dimensão e, pelo menos nessa perspectiva, são energeticamente mais

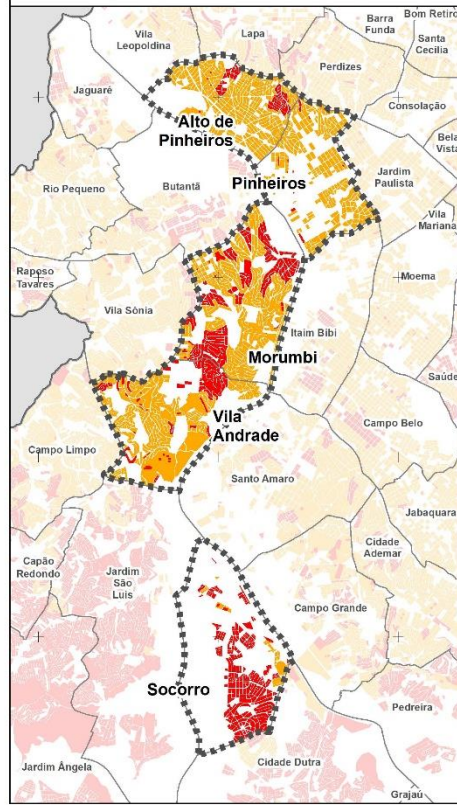
CORRELAÇÃO DETALHADA - V.E. x V.S.



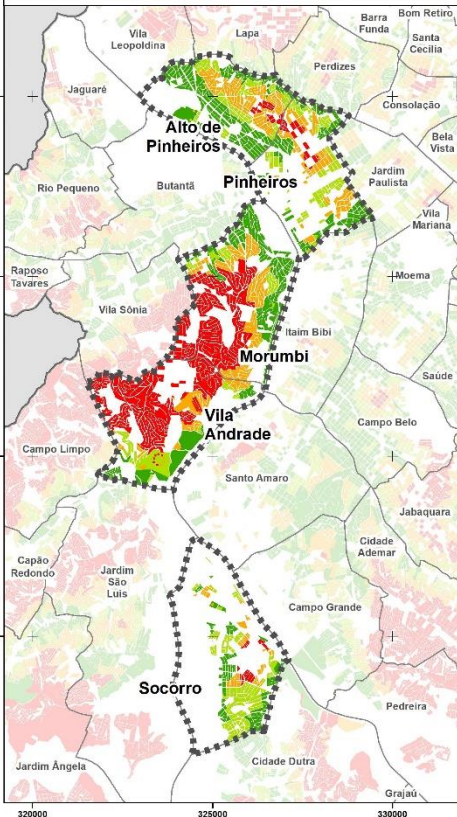
V.E - DIM. ÁREA AT. POR SUBESTAÇÃO



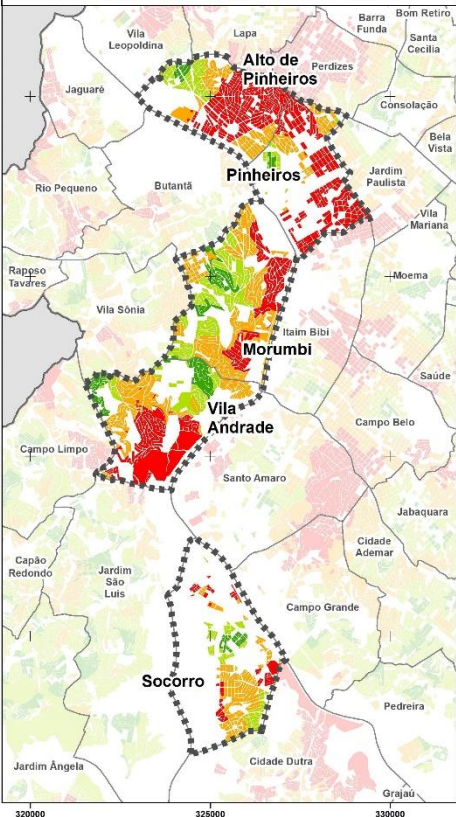
V.E - DISP.E DE FONTE COMP.



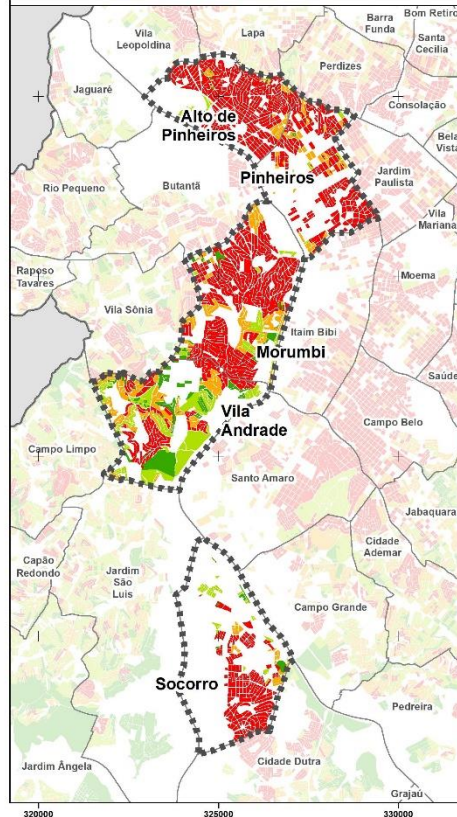
V.E - DISTÂNCIA DE VIAS PRINCIPAIS



V.E. - PROX. DE ÁREAS PRIORITÁRIAS



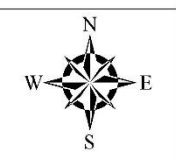
V.E. - DENS. DE ÁRVORES VIÁRIAS



CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS

<p>Limites políticos</p> <ul style="list-style-type: none"> Mun. de São Paulo Dist. selecionados Demais distritos Não-residencial 	<p>Correlação - V.E. x V.S. <i>Quadro 01</i></p> <ul style="list-style-type: none"> Muito baixa - V.E > V.S Baixa - V.E > V.S Média - V.E > V.S Alta - V.E > V.S Muito Alta - V.E = V.S 	<p>Classes de vulnerabilidade <i>Quadros 02, 03, 04, 05 e 06</i></p> <ul style="list-style-type: none"> Baixa Média Alta Muito alta
	<ul style="list-style-type: none"> Alta - V.E < V.S Média - V.E < V.S Baixa - V.E < V.S Muito baixa - V.E < V.S 	

MAPA 10 - VULNERABILIDADE SOCIAL E INDICADORES DE VULNERABILIDADE ENERGÉTICA NOS DISTRITOS DE BAIXA CORRELAÇÃO



Escala numérica	1:100.000	Elaboração: Alexandre Vastella F. Melo, 2022; Fonte: Projeto 28, RCGI; Fundação Seade.
Data	Jan/2022	
	Formato:	A2
Sistema de Coordenadas SIRGAS 2000 - UTM 23S		



estáveis. Portanto, há outros fatores que explicam a alta vulnerabilidade energética destes setores, o que será mostrado nas linhas abaixo.

No terceiro quadro, há o mapeamento do indicador “disponibilidade de fonte complementar” que contribui com 20,32% da vulnerabilidade energética total. Neste caso, pode-se observar que há apenas as classes “alta” (*presença* de gás encanado) e “muito alta” (*ausência* de gás encanado) para a região. A presença de altas classes para este indicador até poderia explicar a elevada vulnerabilidade energética para a região, contudo, conforme explicado no item Metodologia, o RCGI considerou que todo o município de São Paulo, em cenário *presente*, está incluído nestas duas classes de vulnerabilidade: alta e muito alta. As classes baixa e muito baixa, para este indicador, apenas foram aplicadas em cenário *futuro*, caso parte da energia elétrica fosse substituída por gás. Como isso não foi levado em consideração pela tese, a ausência ou presença de gás encanado não pode explicar, isoladamente, as altas vulnerabilidades destes distritos.

Já a “distância de vias principais”, ao contrário dos indicadores analisados acima, é bastante heterogênea. Enquanto algumas áreas do Morumbi e Vila Andrade são distantes das vias arteriais, grande parte de Pinheiros, Alto de Pinheiros e Socorro não o são. Nesta região, há uma ampla rede de vias estruturais como, por exemplo, a Marginal Pinheiros, uma das mais importantes do município. Portanto, a “distância de vias principais” até pode ajudar a explicar a alta vulnerabilidade energética, porém, assim como nos casos anteriores, não pode ser analisada isoladamente – ainda mais considerando que possui um peso diminuto e pouco representativo de 3,76% da matriz total.

De acordo com o mapa (e agora sim, a informação mais importante), os indicadores “proximidade de áreas prioritárias” e “densidade de árvores viárias” – principalmente este segundo – são majoritariamente “ruins” para a região, apresentando elevadas vulnerabilidades. Ainda que partes do Morumbi e da Vila Andrade sejam próximas a presídios ou hospitais e, portanto, menos suscetíveis a quedas de energia, o mesmo não pode ser dito de Pinheiros e Alto de Pinheiros, onde predomina a classe muito alta vulnerabilidade para o indicador.

Em relação à “densidade de árvores viárias”, em todos os distritos analisados, há a cristalina predominância da classe muito alta; há, portanto, muitas árvores viárias que, em caso de temporal ou vendaval, caem sobre os fios interrompendo o

fornecimento — ainda que uma grande presença de árvores, conforme veremos adiante, contribua positivamente para a cidade. Por mais que em algumas áreas pontuais da Vila Andrade este indicador não seja uma realidade preocupante, em absolutamente todas as regiões restantes de Alto de Pinheiros, Pinheiros, Morumbi e Socorro, a classe muito alta predomina quase de forma absoluta¹³. Além disso, há o problema da manutenção destas árvores, uma vez que grande parte destas se encontra em idade avançada.

Podemos concluir, portanto, que o fato de a região apresentar elevada “densidade de árvores viárias” contribuiu de forma incisiva para que houvesse o descompasso observado entre os valores bons de vulnerabilidade social e os valores ruins de vulnerabilidade energética. Deve-se lembrar que, de acordo com a Matriz AHP citada na Metodologia, este indicador é o que mais contribui para a vulnerabilidade energética, correspondendo a 35,34% do peso total para esta variável teórica. Ou seja, se o valor “densidade de árvores viárias” é elevado, isso compromete mais de 1/3 de toda a vulnerabilidade energética total.

Em seguida, conforme mencionamos acima, contribuíram para este cenário os valores ruins de “disponibilidade de fonte complementar” – sobretudo no distrito do Socorro – e, além disso, o fato de grande parte dos setores destes distritos apresentarem baixa “proximidade de áreas prioritárias”.

8.2. Considerações sobre o indicador densidade de árvores viárias

Por fim, precisamos dizer que embora contribua negativamente para a vulnerabilidade energética — como mostrou esta pesquisa —, a arborização viária é fundamental para o equilíbrio do ambiente das cidades, fornecendo serviços ecossistêmicos importantes para os cidadãos urbanos e ajudando as áreas urbanas a se adaptarem às mudanças climáticas. (ORDÓÑEZ BARONA, 2015).

Além disso, as árvores urbanas melhoram a qualidade do ar, reduzem o escoamento das águas pluviais e, durante a fase de crescimento, sequestram o carbono da atmosfera (OLDFIELD, WARREN, FELSON, & BRADFORD, 2013).

¹³ As árvores são fundamentais para o meio ambiente urbano. Portanto, não cabe aqui demonizá-las. Apenas explicamos que, conforme apontam os resultados da pesquisa, a falta de manutenção e manejo das mesmas pode intensificar a vulnerabilidade energética.

Também promovem a redução das temperaturas urbanas, a melhoria da qualidade do ar, a mitigação do escoamento de águas pluviais, a provisão de habitat para vida selvagem; e até mesmo a qualidade do solo urbano, interferindo positivamente na infiltração, decomposição, mineralização e retenção de nutrientes (OLDFIELD ET AL., 2014)

Justamente em razão destes benefícios, muitas cidades estão investindo em reflorestamento de áreas urbanas. Em Pequim, por exemplo, entre 2012 e 2015, o governo chinês plantou 50 milhões de árvores e aumentou em 10% a cobertura vegetal original. (YAO ET AL., 2019). Tais ações são incentivadas pelo Fórum Econômico Mundial que lançou a Iniciativa Um Trilhão de Árvores (*One Trillion Trees*) em 2020: na tentativa de “de restaurar a biodiversidade e ajudar a combater as mudanças climáticas”, planeja-se “cultivar, restaurar e conservar 1 trilhão de árvores em todo o mundo”. E vários países desenvolvidos aderiram ao projeto, inclusive os Estados Unidos. (POMEROY, 2020)

O Estado de São Paulo também reconhece a importância das árvores por meio do Decreto nº 30.443, de 20 de setembro de 1989, que declara “imunes de corte” determinados exemplares arbóreos que atendam critérios de “localização, raridade, beleza ou condição de porta-sementes” (GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO, 1989).

Todo ano, milhares de árvores caem em São Paulo: em 2017, foram 4.119 quedas no município; em 2018, 4.400; em 2019, mais de 2.800 apenas nos dois primeiros meses do ano (JORNAL NACIONAL, 2019; CARVALHO, 2018). Apesar destes números elevados, as árvores não devem ser suprimidas para elevar a segurança energética. Deve-se, ao invés disso, manejá-las corretamente a fim de evitar possíveis quedas que interfiram na rede elétrica, inclusive verificando periodicamente suas condições fitossanitárias. Esta visão é corroborada pelo Manual Técnico de Arborização Urbana, documento elaborado pela Secretaria Municipal do Verde e do Meio Ambiente que versa sobre o plantio, o manejo, a poda e a conservação de árvores no município de São Paulo (PREFEITURA DE SÃO PAULO, 2015).

Como um das soluções para a minimização da interferência das árvores viárias na rede elétrica, o manual recomenda, sempre que possível, a adoção do sistema subterrâneo ao invés do aéreo (PREFEITURA DE SÃO PAULO, 2015). Ou seja, recomenda o enterramento dos fios, já que o impacto das quedas das árvores na fiação poderia ser positivamente anulado com esta medida. Contudo, como as redes subterrâneas possuem custo elevado, este sistema é utilizado apenas de forma minoritária em São Paulo — como é o caso, por exemplo, do centro da cidade, de algumas ruas da Vila Olímpia ou de parques urbanos, como o do Ibirapuera¹⁴. Abrangendo apenas algumas áreas comerciais isoladas, a existência da rede subterrânea não afetou nossa análise, afinal, focamos apenas nas áreas residenciais.

8.3. Limitações da pesquisa e sugestões para estudos futuros

Neste item apresentamos as limitações da pesquisa – tanto para vulnerabilidade energética quanto para vulnerabilidade social – evidenciando: (1) como os resultados poderiam ser diferentes caso os dados fossem trabalhados de forma distinta; (2) como a ausência de dados para certos indicadores forçou adaptações na metodologia para que a pesquisa tornasse viável e (3) como estudos futuros poderiam trabalhar a correlação entre estas vulnerabilidades e quais as possibilidades que poderiam ser exploradas.

Em primeiro lugar, o problema que enfrentamos, ainda quando participava do RCGI, foi contornar a subjetividade da Matriz AHP. Conforme anteriormente evidenciado, embora a Análise Hierárquica de Processos seja matematicamente concreta, seus valores são atribuídos de forma subjetiva – e isso faz parte do próprio método AHP que, embora seja carregado dessa subjetividade, é amplamente utilizado em estudos científicos. Ainda na fase do RCGI, os dados que deram origem ao doutorado foram trabalhados por uma equipe multidisciplinar de geógrafos, professores, engenheiros elétricos, engenheiros químicos e demais profissionais envolvidos na questão energética, fato que garante maior credibilidade aos pesos estabelecidos. Além disso, conforme explicitado, foi calculado o Índice de

¹⁴ Como consideramos apenas as áreas residenciais, que são atendidas pela fiação aérea, a existência da rede subterrânea não afetou a pesquisa.

Consistência (IC). Este também faz parte da própria AHP e serve justamente para evitar que arbitrariedades subjetivas sejam cometidas. Apesar destes cuidados, caso a equipe de profissionais fosse outra, os pesos certamente seriam diferentes e, neste caso, o resultado da tese poderia ter sido diferente do que foi.

Em segundo lugar, destacou-se a falta de dados para alguns indicadores que resultou em adaptações metodológicas. Primeiramente, quanto à vulnerabilidade energética, ao invés da “dimensão da área atendida por uma única subestação”, a equipe do RCGI chegou a cogitar utilizar a *densidade* de moradores por km² em cada subestação. Ou seja, ao invés de apenas considerar a *área* de fornecimento, considerar-se-ia também a *população* atendida; em outras palavras, a *densidade* do conjunto elétrico (área/população). Isso seria feito sob o argumento de que uma maior densidade demográfica nestes conjuntos pressionaria mais os equipamentos existentes, podendo gerar sobrecargas, especialmente em horários de pico. Os dados sobre população estão facilmente disponíveis no Censo Demográfico do IBGE e essa é uma possibilidade válida e importante para eventuais estudos futuros.

Do mesmo modo, para a “disponibilidade de fonte complementar”¹⁵ consideramos somente a presença ou ausência de rede de gás encanado. Para estudos futuros e visando aperfeiçoar o indicador, o correto seria mapear outras fontes de energia tais como residências com energia solar ou geradores a diesel, e não apenas o gás encanado. Como estes dados não existem – pelo menos não de forma espacializada necessária ao *overlay* – seria necessária uma exaustiva pesquisa em todos os domicílios paulistanos, inclusive *in loco*, o que, tornaria esta tese inviável.

Já para a “proximidade a áreas prioritárias” levamos em consideração somente a distância radial de hospitais principais e presídios, sem considerar unidades de saúde e segurança de menor porte tais como delegacias, hospitais particulares, unidades básicas de saúde (UBS) e clínicas médicas. Talvez, para estudos futuros, fosse interessante analisar se estas unidades de menor porte também são consideradas prioritárias para o fornecimento de energia ou se, conforme considerado nesta tese e também no RCGI, apenas as grandes unidades

¹⁵ Em uma das reuniões do RCGI, o diretor da COMGÁS afirmou que, em São Paulo, apenas 30% da rede de gás é, de fato, utilizada. Por essa perspectiva, a vulnerabilidade energética poderia ser ainda maior, já que considerável parte desta infraestrutura é subutilizada.

geram essa preocupação maior com a constância no fornecimento.

A “densidade de árvores viárias” – o indicador mais importante em relação ao peso total da vulnerabilidade energética – também poderia ser aperfeiçoada. Consideramos para esta somente as espécies arbóreas (1) plantadas pela prefeitura e (2) nas margens de vias urbanas – ruas e avenidas. Não consideramos árvores que *não* fossem plantadas pela Secretaria do Verde e Meio Ambiente, característica que exclui os parques urbanos e as demais áreas verdes da capital que, ainda que situadas próximas à fiação, são praticamente impossíveis de serem mapeadas considerando cada árvore isoladamente. Caso estas últimas situações fossem levadas em conta por nós (o que seria inviável devido à ausência de dados), os distritos do extremo sul do município – Marsilac, Parelheiros e Grajaú – poderiam apresentar valores de vulnerabilidade energéticas ainda piores, afinal, são regiões com muitas áreas verdes próximas à fiação.

Quanto à vulnerabilidade social, o principal problema que encontramos foi a disparidade temporal para a correlação. Enquanto os dados de vulnerabilidade energética são de 2018/2019, os dados de vulnerabilidade social são de 2012 e foram baseados no Censo de 2010. Há, portanto, uma diferença de pelo menos seis anos entre as variáveis teóricas. Contudo, visto que a última edição do Índice Paulista de Vulnerabilidade Social (IPVS) é de 2012 e que não existem dados semelhantes, nem mesmo provenientes de outra instituição, para datas mais novas, não foi possível encurtarmos essa distância temporal. Para estudos futuros, sugerimos utilizar nova versão do IPVS, a ser publicada, provavelmente após 2022.

Em terceiro lugar, para aprimorar a vulnerabilidade energética de São Paulo, estudos futuros poderiam estudar como *questões técnicas* de distribuição influenciam nas quedas de energia. Sabemos que fatores como tipos e materiais de fiação, conexões com subestações, idades dos equipamentos, níveis de tensão, tipos de poste e disjuntores, por exemplo, influenciam na obsolescência e na resistência física destas estruturas e, conseqüentemente, na vulnerabilidade energética¹⁶.

¹⁶ Solicitamos estes dados ainda na época do RCGI, à Eletropaulo (atual ENEL); porém, o acesso foi negado dado o caráter sigiloso dos mesmos. O trabalho de Azevedo (2020) aprofunda a questão técnica, mas não apresenta os dados detalhados e georreferenciados para todo o município, dados que ainda seguem sigilosos.

No mais, a correlação entre as vulnerabilidades social e energética poderia ter sido facilitada caso o RCGI e a Fundação Seade utilizassem a mesma metodologia de delimitação de áreas residenciais. Conforme explicado no item Metodologia, no primeiro caso, foi considerado o Uso e Ocupação do Solo do município; já no segundo, a delimitação contínua do setor censitário no Censo de 2010 desconsiderando áreas não habitadas como parques, por exemplo. Na tabela 04, mostramos a precisão da presente tese considerando o percentual de setores analisados para cada variável teórica.

Tabela 04 – Precisão dos dados totais de setores censitários

Número de setores analisados na tese		% do total
Setores analisados para vulnerabilidade energética	18.081	98,64%
Setores analisados para vulnerabilidade social	17.415	95,01%
Setores não analisados	782	4,27%
Total de setores da capital	18.330	100,00%

Fonte: própria.

Para a vulnerabilidade energética, aproveitamos 98,64% dos setores da capital; já para a vulnerabilidade social, 95,01%. No geral, ficaram de fora 4,27% dos setores. Essas discrepâncias ocorreram justamente porque foi necessário (1) selecionar apenas os setores com pelo menos 60% de uso residencial — conforme as tipologias de uso do solo de São Paulo e (2) que estivessem presentes em ambos os estudos (RCGI e Fundação Seade). Mesmo assim, a presente tese analisou 95,73% dos setores censitários da capital, um valor que, embora não seja integral, é bastante representativo. Para estudos futuros, porém, sugerem-se alternativas metodológicas para que este valor atinja 100% do total.

9. CONCLUSÕES

De forma geral, os procedimentos metodológicos que empregamos na pesquisa foram suficientes e satisfatórios para a compreensão da relação entre as vulnerabilidades energética e social nas áreas residenciais do município de São Paulo, atendendo ao objetivo e à refutação parcial da hipótese apresentados.

Ao contrário do esperado na hipótese inicial, as vulnerabilidades energética e social estão *diretamente relacionadas* nas residências paulistanas na maioria dos

distritos. Observamos que o acesso à energia é mais precário nos setores e distritos carentes de boas condições socioeconômicas, uma realidade constatada principalmente nas periferias urbanas e/ou extremos do município. Do mesmo modo, áreas centrais dotadas de boa estrutura social – sobretudo financeira e familiar – são mais bem servidas de infraestrutura e estabilidade energéticas. Esta realidade é particularmente verdadeira no centro expandido de São Paulo, sobretudo na porção centro-oeste do município, nas circunvizinhanças aos centros financeiros da capital.

A hipótese só foi realmente corroborada em uma pequena parcela da cidade, em apenas cinco distritos dos noventa e seis presentes no município; especificamente na região formada pelos distritos de Alto de Pinheiros, Pinheiros, Morumbi, Vila Andrade e Socorro. Neste caso, o descompasso ocorreu porque a vulnerabilidade energética é significativamente superior à vulnerabilidade social que, nestes distritos, é predominantemente baixa e baixíssima. Isso ocorre, possivelmente, em razão da maciça presença de árvores viárias, plantadas e geridas pela Secretaria do Verde e Meio Ambiente que, na época de chuvas, costuma cair na fiação e interromper o fornecimento de energia nestas localidades. Outro fator que contribuiu decisivamente para essa discrepância, ainda que em menor grau, foi a ausência relativa de áreas prioritárias como hospitais e presídios, fato que possivelmente eleva a vulnerabilidade energética destes distritos — ainda que, alguns deles, como o Morumbi, sejam bem servidos de hospitais.

Esta conclusão não apresenta um padrão inovador e, conforme ressaltado na Introdução, está, em grande parte, de acordo com o ocorrido nas principais aglomerações urbanas do mundo, independentemente da condição geopolítica em países desenvolvidos, subdesenvolvidos e emergentes. Esperávamos que a hipótese fosse totalmente corroborada e que São Paulo apresentasse um padrão distinto destas localidades, o que não ocorreu. Na verdade, o padrão só destoou em Alto de Pinheiros, Pinheiros, Morumbi, Vila Andrade e Socorro.

Portanto, considerando estes distritos-exceção, a hipótese foi *majoritariamente refutada*. Isso resume, em linhas gerais, o resultado desta pesquisa.

Apesar de São Paulo apresentar um padrão energético-social condizente com as principais cidades do mundo, este estudo não pode simplesmente ser replicado em outros contextos urbanos. Na verdade, é perfeitamente possível analisar a

correlação entre as vulnerabilidades em demais cidades, porém, tomando o devido cuidado de escolher os indicadores corretos, de acordo com as especificadas locais.

Em algumas cidades dos Estados Unidos, por exemplo, eventos como furacões e tempestades podem danificar a rede elétrica, um perigo que não existe em São Paulo e que não poderia ser considerado nesse contexto. Em relação à vulnerabilidade social, por exemplo, questões socioculturais específicas das demais regiões do Brasil poderiam influenciar determinados contextos locais com culturas distintas à São Paulo. Em suma, caso o estudo fosse replicado para outras localidades, seria necessário ajustar os indicadores para melhor correlação, inclusive, para uma própria reformulação adequada da matriz AHP.

Além disso, há a carência de dados de eventuais indicadores como, por exemplo, o grande número de furto de cabos e fiação, um problema muito presente em São Paulo mas que, pela falta de dados confiáveis, abrangentes e sistemáticos, não foi debatido na pesquisa e tampouco considerado.

Embora a hipótese não tenha sido totalmente corroborada, este estudo mostrou sua relevância, pois, até o presente momento, não existiam trabalhos acadêmicos que mapeassem estas duas vulnerabilidades, nem para São Paulo e nem para as demais cidades do globo. Embora isso não esteja no objetivo inicial, esta pesquisa pode servir de inspiração para que outras semelhantes sejam realizadas ao redor do globo; ajudando, inclusive, à tomada de decisão do poder público e/ou dos atores privados, o que poderia melhorar o direcionamento de recursos no combate aos problemas energéticos e sociais, em qualquer cidade do mundo que essa relação fosse estudada.

REFERÊNCIAS

ACERVO MEMÓRIA DA ELETRICIDADE. **Eletricidade de São Paulo S.A. - Eletropaulo.** [s.d.]. Disponível em: <https://www.memoriadaeletricidade.com.br/acervo/1924/eletricidade-de-sao-paulo-sa-eletropaulo>.

ADGER, W. Neil. Vulnerability. **Global Environmental Change**, [S. l.], v. 16, n. 3, p. 268–281, 2006. DOI: 10.1016/j.gloenvcha.2006.02.006. Disponível em: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0959378006000422>.

ADILSON DE OLIVEIRA. **Pobreza Energética - Complexo do Caju** -. Universida ed. Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2005.

ALKON, Meir; HARISH, S. P.; URPELAINEN, Johannes. Household energy access and expenditure in developing countries: Evidence from India, 1987–2010. **Energy for Sustainable Development**, [S. l.], v. 35, p. 25–34, 2016. DOI: 10.1016/j.esd.2016.08.003. Disponível em: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0973082616302204>.

ANDREWS, C. J. National responses to energy vulnerability. **IEEE Technology and Society Magazine**, [S. l.], v. 25, n. 3, p. 16–25, 2006. DOI: 10.1109/MTAS.2006.1700018. Disponível em: 10.1109/MTAS.2006.1700018.

AZEVEDO, Gabriel José Mendonça De. **Vulnerabilidade energética na cidade de São Paulo (trabalho de TGI)**. 2020. [S. l.], 2020.

BANAL-ESTAÑOL, Albert; CALZADA, Joan; JORDANA, Jacint. How to achieve full electrification: Lessons from Latin America. **Energy Policy**, [S. l.], v. 108, p. 55–69, 2017. DOI: 10.1016/j.enpol.2017.05.036. Disponível em: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0301421517303208>.

BARBOSA, LARA DE MELO; SAWYER, Diana Oya. AIDS: a vulnerabilidade social e a evolução da epidemia nos municípios das regiões Nordeste e Sudeste do Brasil / AIDS: social vulnerability and the evolution of the epidemic in Northeastern and Southeastern Brazil. **Revista Brasileira de Estudos de População**, [S. l.], v. 20(2), n. 241–257, 2003.

BASHARAT, Muhammad; SHAH, Hamid Raza; HAMEED, Nasir. Landslide susceptibility mapping using GIS and weighted overlay method: a case study from NW Himalayas, Pakistan. **Arabian Journal of Geosciences**, [S. l.], v. 9, n. 4, p. 292, 2016. DOI: 10.1007/s12517-016-2308-y. Disponível em: 10.1007/s12517-016-2308-y.

BOHLE, Hans G.; DOWNING, Thomas E.; WATTS, Michael J. Climate change and social vulnerability. **Global Environmental Change**, [S. l.], v. 4, n. 1, p. 37–48, 1994. DOI: 10.1016/0959-3780(94)90020-5. Disponível em: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/0959378094900205>.

BOUZAROVSKI, Stefan; PETROVA, Saska. A global perspective on domestic

energy deprivation: Overcoming the energy poverty–fuel poverty binary. **Energy Research & Social Science**, [S. l.], v. 10, p. 31–40, 2015. DOI: 10.1016/j.erss.2015.06.007. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S221462961500078X>.

BOUZAROVSKI, Stefan; PETROVA, Saska; SARLAMANOV, Robert. Energy poverty policies in the EU: A critical perspective. **Energy Policy**, [S. l.], v. 49, p. 76–82, 2012. DOI: 10.1016/j.enpol.2012.01.033. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0301421512000584>.

BRAVO, Gonzalo; KOZULJ, Roberto; LANDAVERI, Raul. Energy access in urban and peri-urban Buenos Aires. **Energy for Sustainable Development**, [S. l.], v. 12, n. 4, p. 56–72, 2008. DOI: 10.1016/S0973-0826(09)60008-9. Disponível em: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0973082609600089>.

BULKELEY, Harriet; LUQUE-AYALA, Andrés; SILVER, Jonathan. Housing and the (re)configuration of energy provision in Cape Town and São Paulo: Making space for a progressive urban climate politics? **Political Geography**, [S. l.], v. 40, p. 25–34, 2014. DOI: 10.1016/j.polgeo.2014.02.003. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0962629814000213>.

BURROUGH, Peter. A. **Principles of Geographical Information Systems**. Oxford (UK): University Press, 1998.

BUTERA, Federico Maria; CAPUTO, Paola; ADHIKARI, Rajendra Singh; FACCHINI, Angelo. Urban Development and Energy Access in Informal Settlements. A Review for Latin America and Africa. **Procedia Engineering**, [S. l.], v. 161, p. 2093–2099, 2016. DOI: 10.1016/j.proeng.2016.08.680. Disponível em: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1877705816329095>.

CAMARA, Gilberto. **Introdução à Ciência da Geoinformação**. São José dos Campos, 2001.

CARVALHO, André Roncaglia De; SOUZA, Luciana Rosa De; GONÇALVES, Solange Ledi; ALMEIDA, Eloiza Regina Ferreira De. Vulnerabilidade social e crise sanitária no Brasil. **Cadernos de Saúde Pública**, [S. l.], v. 37, n. 9, 2021. DOI: 10.1590/0102-311x00071721. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-311X2021000900602&tlng=pt.

CARVALHO, Marco Antonio. Nº de quedas de árvore é o maior em cinco anos em SP; podas diminuem. **O Estado de São Paulo**, [S. l.], 2018.

COELHO, Suani T.; GOLDEMBERG, José. Energy access: Lessons learned in Brazil and perspectives for replication in other developing countries. **Energy Policy**, [S. l.], v. 61, p. 1088–1096, 2013. DOI: 10.1016/j.enpol.2013.05.062. Disponível em: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S030142151300414X>.

COHEN, Claude; LENZEN, Manfred; SCHAEFFER, Roberto. Energy requirements of households in Brazil. **Energy Policy**, [S. l.], v. 33, n. 4, p. 555–562, 2005. DOI: 10.1016/j.enpol.2003.08.021. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0301421503002702>.

COLLAÇO, Flávia Mendes de Almeida; DIAS, Luís Pereira; SIMOES, Sofia G.; PUKŠEC, Tomislav; SEIXAS, Júlia; BERMANN, Célio. What if São Paulo (Brazil) would like to become a renewable and endogenous energy -based megacity? **Renewable Energy**, [S. l.], v. 138, p. 416–433, 2019. a. DOI: 10.1016/j.renene.2019.01.073. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0960148119300667>.

COLLAÇO, Flávia Mendes de Almeida; SIMOES, Sofia G.; DIAS, Luís Pereira; DUIC, Neven; SEIXAS, Júlia; BERMANN, Célio. The dawn of urban energy planning – Synergies between energy and urban planning for São Paulo (Brazil) megacity. **Journal of Cleaner Production**, [S. l.], v. 215, p. 458–479, 2019. b. DOI: 10.1016/j.jclepro.2019.01.013. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0959652619300137>.

CUTTER, Susan L.; BORUFF, Bryan J.; SHIRLEY, W. Lynn. Social Vulnerability to Environmental Hazards*. **Social Science Quarterly**, [S. l.], v. 84, n. 2, p. 242–261, 2003. DOI: 10.1111/1540-6237.8402002. Disponível em: <http://doi.wiley.com/10.1111/1540-6237.8402002>.

DALMO, Francisco César; SIMÃO, Nathalia Machado; LIMA, Heleno Quevedo De; MEDINA JIMENEZ, Ana Carolina; NEBRA, Silvia; MARTINS, Gilberto; PALACIOS-BERECHE, Reynaldo; HENRIQUE DE MELLO SANT'ANA, Paulo. Energy recovery overview of municipal solid waste in São Paulo State, Brazil. **Journal of Cleaner Production**, [S. l.], v. 212, p. 461–474, 2019. DOI: 10.1016/j.jclepro.2018.12.016. Disponível em:

<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0959652618337181>.

DE LUCENA, André Frossard Pereira; SZKLO, Alexandre Salem; SCHAEFFER, Roberto; DE SOUZA, Raquel Rodrigues; BORBA, Bruno Soares Moreira Cesar; DA COSTA, Isabella Vaz Leal; JÚNIOR, Amaro Olímpio Pereira; DA CUNHA, Sergio Henrique Ferreira. The vulnerability of renewable energy to climate change in Brazil. **Energy Policy**, [S. l.], v. 37, n. 3, p. 879–889, 2009. DOI: 10.1016/j.enpol.2008.10.029. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0301421508006058>.

DEARO, Guilherme. As 21 mega-cidades do mundo. **Exame**, [S. l.], 2014. Disponível em: <https://exame.abril.com.br/ciencia/as-21-mega-cidades-do-mundo/>.

DÉMURGER, Sylvie; FOURNIER, Martin. Poverty and firewood consumption: A case study of rural households in northern China. **China Economic Review**, [S. l.], v. 22, n. 4, p. 512–523, 2011. DOI: 10.1016/j.chieco.2010.09.009. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1043951X10001239>.

DHANANI, Shafiq; ISLAM, Iyanatul. Poverty, Vulnerability and Social Protection in a Period of Crisis: The Case of Indonesia. **World Development**, [S. l.], v. 30, n. 7, p. 1211–1231, 2002. DOI: 10.1016/S0305-750X(02)00028-1. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0305750X02000281>.

DOW, Kirstin. Exploring differences in our common future(s): the meaning of vulnerability to global environmental change. **Geoforum**, [S. l.], v. 23, n. 3, p. 417–436, 1992. DOI: 10.1016/0016-7185(92)90052-6. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/0016718592900526>.

ENEL. A Enel. Conheça a Enel Distribuição São Paulo. [S. l.], 2019. Disponível em: <https://www.eneldistribuicaoosp.com.br/a-enel/quem-somos>.

ELETROBRÁS. Programa Luz para Todos. Disponível em: <<https://eletrobras.com/pt/Paginas/Luz-para-Todos.aspx>>.

FAISAL, Kamil; SHAKER, Ahmed. An Investigation of GIS Overlay and PCA Techniques for Urban Environmental Quality Assessment: A Case Study in Toronto, Ontario, Canada. **Sustainability**, [S. l.], v. 9, n. 3, p. 380, 2017. DOI: 10.3390/su9030380. Disponível em: <http://www.mdpi.com/2071-1050/9/3/380>.

FALL, Abdoulaye; SARR, Sécou; DAFRALLAH, Touria; NDOUR, Abdou.

Modern energy access in peri-urban areas of West Africa: the case of Dakar, Senegal. **Energy for Sustainable Development**, [S. l.], v. 12, n. 4, p. 22–37, 2008.

DOI: 10.1016/S0973-0826(09)60005-3. Disponível em: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0973082609600053>.

FAPESP, Agência. Pesquisadores apresentam mapa de vulnerabilidade energética em SP. **Revista Exame**, [S. l.], 2017. a. Disponível em: <https://exame.abril.com.br/brasil/pesquisadores-apresentam-mapa-de-vulnerabilidade-energetica-em-sp/>.

FAPESP, Agência. Pesquisadores apresentam mapa de vulnerabilidade energética em São Paulo. **Agência Fapesp**, [S. l.], 2017. b. Disponível em: http://agencia.fapesp.br/pesquisadores_apresentam_mapa_de_vulnerabilidade_energetica_em_sao_paulo/25379/.

GALLOPÍN, Gilberto C. Linkages between vulnerability, resilience, and adaptive capacity. **Global Environmental Change**, [S. l.], v. 16, n. 3, p. 293–303, 2006. DOI: 10.1016/j.gloenvcha.2006.02.004. Disponível em: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0959378006000409>.

GALVÃO, Maria Luiza de Medeiros; DOS SANTOS, Marco Aurélio; DA SILVA, Neilton Fidelis; DA SILVA, Valdenildo Pedro. Connections Between Wind Energy, Poverty and Social Sustainability in Brazil's Semiarid. **Sustainability**, [S. l.], v. 12, n. 3, p. 864, 2020. DOI: 10.3390/su12030864. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2071-1050/12/3/864>.

GATTO, Andrea; BUSATO, Francesco. Energy vulnerability around the world: The global energy vulnerability index (GEVI). **Journal of Cleaner Production**, [S. l.], v. 253, p. 118691, 2020. DOI: 10.1016/j.jclepro.2019.118691. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0959652619335619>.

GIANNINI PEREIRA, Marcio; VASCONCELOS FREITAS, Marcos Aurélio; DA SILVA, Neilton Fidelis. The challenge of energy poverty: Brazilian case study. **Energy Policy**, [S. l.], v. 39, n. 1, p. 167–175, 2011. DOI: 10.1016/j.enpol.2010.09.025. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0301421510007111>.

GNANSOUNOU, Edgard. Assessing the energy vulnerability: Case of industrialised countries. **Energy Policy**, [S. l.], v. 36, n. 10, p. 3734–3744, 2008. DOI:

10.1016/j.enpol.2008.07.004. Disponível em:
<http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0301421508003510>.

GOMES, JOÃO PAULO POMBEIRO; VIEIRA, Marcelo Milano Falcão. O campo da energia elétrica no Brasil de 1880 a 2002. **Revista de Administração Pública**, [S. l.], v. 43(2), p. 295–321, 2009. Disponível em:
<https://www.scielo.br/j/rap/a/NWxd9HmK8wJBGKMPq6GcLqz/?format=pdf&lang=pt>.

GOMES, Monica Araujo; PEREIRA; Maria Lucia Duarte. Família em situação de vulnerabilidade social: uma questão de políticas públicas Socially vulnerable families: a public issue. **Ciência & Saúde Coletiva**, [S. l.], v. 10(2), p. 357–363, 2005. Disponível em:
<https://www.scielo.br/j/csc/a/tw4jYGw65NMVCC4ryKNKzPv/?format=pdf&lang=pt>.

GOODCHILD, Michael F. Geographical information science. **International journal of geographical information systems**, [S. l.], v. 6, n. 1, p. 31–45, 1992. DOI: 10.1080/02693799208901893. Disponível em:
<http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/02693799208901893>.

GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO. Decreto 30443/89. . 1989.

HUMANAS, Letras E. Ciências; PAULO, São. **Rogério Caron Gayoso Fragilidade Ambiental e Vulnerabilidade Social para análise integrada do espaço geográfico: bacia hidrográfica no Jardim Ângela (São Paulo-SP)** Rogério Caron Gayoso **Fragilidade Ambiental e Vulnerabilidade Social para análise integra**. 2014. University of São Paulo, [S. l.], 2014. Disponível em:
<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/8/8135/tde-29042015-161323/pt-br.php>.

HURTADO, Daniela Haertel. **Projetos de vida e projetos vitais: um estudo sobre projetos de jovens estudantes em condição de vulnerabilidade social na cidade de São Paulo**. 2012. University of São Paulo, [S. l.], 2012. Disponível em:
http://www.teses.usp.br/teses/.../DANIELA_HAERTEL_HURTADO_rev.pdf.

IANONNE, Roberto Antônio. **Evolução do Setor Elétrico Paulista**. 2006. Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas (FFLCH), [S. l.], 2006. Disponível em: <http://www.abphe.org.br/uploads/Banco de Teses/Evolução do setor elétrico paulista.pdf>.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Região de Influência**

das Cidades (REGIC). [s.l.: s.n.]. Disponível em: <https://www.google.com.br/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwj5-zlxMXXAhXEIZAKHSJMAglQFggnMAA&url=https%3A%2F%2Fbiblioteca.ibge.gov.br%2Fvisualizacao%2Flivros%2Fliv40677.pdf&usg=AOvVaw2J1XFtmLkngOVeOyrQjj1l>.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Região de Influência das Cidades (REGIC)**, 2007. Disponível em: <https://www.google.com.br/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwj5-zlxMXXAhXEIZAKHSJMAglQFggnMAA&url=https%3A%2F%2Fbiblioteca.ibge.gov.br%2Fvisualizacao%2Flivros%2Fliv40677.pdf&usg=AOvVaw2J1XFtmLkngOVeOyrQjj1l>

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Demográfico**. 2010.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **IBGE Cidades - São Paulo**. 2021. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/painel/painel.php?codmun=355030>.

JANCZURA, Rosana. Risco ou vulnerabilidade social? **Textos & Contextos (Porto Alegre)**, [S. l.], n. 11(2), 301–308, 2012. Disponível em: <https://revistaseletronicas.pucrs.br/index.php/fass/article/view/12173>.

KALIRAJ, S.; CHANDRASEKAR, N.; MAGESH, N. S. Evaluation of multiple environmental factors for site-specific groundwater recharge structures in the Vaigai River upper basin, Tamil Nadu, India, using GIS-based weighted overlay analysis. **Environmental Earth Sciences**, [S. l.], v. 74, n. 5, p. 4355–4380, 2015. DOI: 10.1007/s12665-015-4384-9. Disponível em: <http://link.springer.com/10.1007/s12665-015-4384-9>.

KAREKEZI, Stephen; KIMANI, John; ONGURU, Oscar. Energy access among the urban poor in Kenya. **Energy for Sustainable Development**, [S. l.], v. 12, n. 4, p. 38–48, 2008. DOI: 10.1016/S0973-0826(09)60006-5. Disponível em: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0973082609600065>.

KAYGUSUZ, K. Energy services and energy poverty for sustainable rural

development. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, [S. l.], v. 15, n. 2, p. 936–947, 2011. DOI: 10.1016/j.rser.2010.11.003. Disponível em: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1364032110003722>.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. **Fundamentos de metodologia científica**. 6. ed. 5. ed. São Paulo.

LEITE, João G. D. B.; LEAL, Manoel R. L. V.; NOGUEIRA, Luiz A. H.; CORTEZ, Luís A. B.; DALE, Bruce E.; DA MAIA, Rui C.; ADJORLOLO, Clement. Sugarcane: a way out of energy poverty. **Biofuels, Bioproducts and Biorefining**, [S. l.], v. 10, n. 4, p. 393–408, 2016. DOI: 10.1002/bbb.1648. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/bbb.1648>.

LINO, Valeria T. S.; PORTELA, Margareth C.; CAMACHO, Luiz A. B.; ATIE, Soraya; LIMA, Maria J. B. Assessment of Social Support and Its Association to Depression, Self-Perceived Health and Chronic Diseases in Elderly Individuals Residing in an Area of Poverty and Social Vulnerability in Rio de Janeiro City, Brazil. **PLoS ONE**, [S. l.], v. 8, n. 8, p. e71712, 2013. DOI: 10.1371/journal.pone.0071712. Disponível em: <https://dx.plos.org/10.1371/journal.pone.0071712>.

LONGLEY, PAUL, GOODCHILD, MIKE, MAGUIRE, DAVID, RHIND, David. **Geographic Information Systems and Science**. [s.l: s.n.].

LOUGHBOROUGH UNIVERSITY. **The World According to Globalization and World Cities GaWC**. [s.l: s.n.]. Disponível em: <http://www.lboro.ac.uk/gawc/>.

MAGUIRE, D. .. An Overview and definition of GIS. *In: **Geographic Information Systems 1ed***. New Jersey (USA): Wiley & Sons, 1991. Disponível em: http://www.wiley.com/legacy/wileychi/gis/Volume1/BB1v1_ch1.pdf.

MALISZEWSKI, Paul J.; PERRINGS, Charles. Factors in the resilience of electrical power distribution infrastructures. **Applied Geography**, [S. l.], v. 32, n. 2, p. 668–679, 2012. DOI: 10.1016/j.apgeog.2011.08.001. Disponível em: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0143622811001524>.

MARSH, Terry. Environmental hazards: Assessing risk and reducing disaster by Keith Smith. Routledge, London and New York. Third edition, 2000. 392 pp. Hardback £60.00, paperback £19.99. isbns 0415224632, 0 415 22464 0. **Weather**, [S. l.], v. 57, n. 1, p. 42–43, 2002. DOI: 10.1002/wea.6080570114. Disponível em:

<http://doi.wiley.com/10.1002/wea.6080570114>.

MELO, Luísa. Enel compra 70% da Eletropaulo por R\$5,5 bi e vira líder em distribuição de energia no Brasil. **Globo**, [S. l.], 2018. Disponível em: <https://g1.globo.com/economia/noticia/enel-vai-ter-de-desembolsar-r-55-bi-para-comprar-eletropaulo.ghtml>.

MENTIS, Dimitrios; ANDERSSON, Magnus; HOWELLS, Mark; ROGNER, Holger; SIYAL, Shahid; BROAD, Oliver; KORKOVELOS, Alexandros; BAZILIAN, Morgan. The benefits of geospatial planning in energy access – A case study on Ethiopia. **Applied Geography**, [S. l.], v. 72, p. 1–13, 2016. DOI: 10.1016/j.apgeog.2016.04.009. Disponível em: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0143622816300522>.

MUKHERJEE, Alok Bhushan; KRISHNA, Akhoury Pramod; PATEL, Nilanchal. Bayesian-Fuzzy GIS Overlay to Construe Congestion Dynamics. *In*: [s.l.: s.n.]. p. 397–411. DOI: 10.1007/978-81-322-2755-7_42. Disponível em: http://link.springer.com/10.1007/978-81-322-2755-7_42.

MYERS, Candice A.; SLACK, Tim; SINGELMANN, Joachim. Social vulnerability and migration in the wake of disaster: the case of Hurricanes Katrina and Rita. **Population and Environment**, [S. l.], v. 29, n. 6, p. 271–291, 2008. DOI: 10.1007/s11111-008-0072-y. Disponível em: <http://link.springer.com/10.1007/s11111-008-0072-y>.

NACIONAL, JORNAL. Em pouco mais de dois meses, mais de 2.800 árvores caem em São Paulo. **G1**, [S. l.], 2019. Disponível em: <https://g1.globo.com/jornal-nacional/noticia/2019/03/07/sao-paulo-tem-queda-de-2800-arvores-em-quase-tres.ghtml>.

NATIONS, United; ECONOMIC, Department of; AFFAIRS, And Social. **World Energy Assessment and the challenge of sustainability**. New York: World Energy Council, 2000.

NEIL ADGER, W. Social Vulnerability to Climate Change and Extremes in Coastal Vietnam. **World Development**, [S. l.], v. 27, n. 2, p. 249–269, 1999. DOI: 10.1016/S0305-750X(98)00136-3. Disponível em: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0305750X98001363>.

OLDFIELD, Emily E.; FELSON, Alexander J.; WOOD, Stephen A.; HALLETT, Richard A.; STRICKLAND, Michael S.; BRADFORD, Mark A. Positive effects of afforestation efforts on the health of urban soils. **Forest Ecology and Management**, [S. l.], v. 313, p. 266–273, 2014. DOI: 10.1016/j.foreco.2013.11.027. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0378112713007822>.

OLDFIELD, Emily E.; WARREN, Robert J.; FELSON, Alexander J.; BRADFORD, Mark A. FORUM: Challenges and future directions in urban afforestation. **Journal of Applied Ecology**, [S. l.], v. 50, n. 5, p. 1169–1177, 2013. DOI: 10.1111/1365-2664.12124. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/1365-2664.12124>.

OLIVEIRA, Flavia De. Pesquisadores apresentam mapa de vulnerabilidade energética em São Paulo. **Portal MundoGEO**, [S. l.], 2017. Disponível em: <http://mundogeo.com/blog/2017/05/30/pesquisadores-apresentam-mapa-de-vulnerabilidade-energetica-em-sao-paulo/>.

OPPENHEIM, Jerrold. The United States regulatory compact and energy poverty. **Energy Research & Social Science**, [S. l.], v. 18, p. 96–108, 2016. DOI: 10.1016/j.erss.2016.04.022. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S2214629616301013>.

ORDÓÑEZ BARONA, Camilo. Adopting public values and climate change adaptation strategies in urban forest management: A review and analysis of the relevant literature. **Journal of Environmental Management**, [S. l.], v. 164, p. 215–221, 2015. DOI: 10.1016/j.jenvman.2015.09.004. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0301479715302565>.

PACHAURI, S.; MUELLER, A.; KEMMLER, A.; SPRENG, D. On Measuring Energy Poverty in Indian Households. **World Development**, [S. l.], v. 32, n. 12, p. 2083–2104, 2004. DOI: 10.1016/j.worlddev.2004.08.005. Disponível em: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0305750X04001500>.

PAULO, PREFEITURA DE SÃO. **Manual Técnico de Arborização Urbana** Secretaria Municipal do Verde e do Meio Ambiente, , 2015. Disponível em: https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/upload/meio_ambiente/MARBOURB.pdf.

PAULO, Prefeitura do Município de São. **Portal Geosampa**. 2017. Disponível

em: www.geosampa.prefeitura.sp.gov.br.

PEREIRA, DANIELA DE ALMEIDA, VIEIRA, VIVIANE LAUDELINO, FIORE, ELAINE GOMES, MANCUSO, Ana Maria Cervato. Insegurança Alimentar em Região de Alta Vulnerabilidade Social da Cidade de São Paulo. **Segurança Alimentar e Nutricional, Campinas**, [S. l.], v. 13, n. 2, p. 32–42, 2006.

PEREIRA, Marcio Giannini; FREITAS, Marcos Aurélio Vasconcelos; DA SILVA, Neilton Fidelis. Rural electrification and energy poverty: Empirical evidences from Brazil. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, [S. l.], v. 14, n. 4, p. 1229–1240, 2010. DOI: 10.1016/j.rser.2009.12.013. Disponível em: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1364032109003025>.

PIAI, Juliani Chico; GOMES, Rodolfo Dourado Maia; JANNUZZI, Gilberto De Martino. Integrated resources planning as a tool to address energy poverty in Brazil. **Energy and Buildings**, [S. l.], v. 214, p. 109817, 2020. DOI: 10.1016/j.enbuild.2020.109817. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0378778818323880>.

PINTO, JUNIOR, Helder Queiroz. Energy dependence and vulnerability: the brazilian case of natural gas; Dependencia e vulnerabilidade energetica: o caso do gas natural no Brasil. **Dependencia e vulnerabilidade energetica: o caso do gas natural no Brasil**, [S. l.], 2007. Disponível em: <https://www.osti.gov/etdeweb/biblio/21001110>.

POMEROY, Robin. One trillion trees - World Economic Forum launches plan to help nature and the climate. **World Economic Forum**, [S. l.], 2020.

POPPER, Karl. **A lógica da pesquisa científica**. São Paulo.

PRODANOV, C.C; FREITAS, E. C. **Metodologia do Trabalho Científico: Métodos e Técnicas de Pesquisa e de Trabalho Acadêmico**. 2a. ed. [s.l: s.n.].

RCGI - RESEARCH CENTRE FOR GAS INNOVATION. **Projeto 28**. 2019. Disponível em: <https://www.rcgi.poli.usp.br/pt-br/programas-e-projetos/programa-de-politicas-de-energia-e-economia/projeto-28/>.

ROBERTO PIZARRO. **La vulnerabilidad social y sus desafíos: una mirada desde América Latina**. Santiago, Chile.: CEPAL: División de Estadística y Proyecciones Económicas, 2001. Disponível em:

https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/4762/S0102116_es.pdf.

ROLIM, MARIANA S. O PATRIMÔNIO INDUSTRIAL DO SETOR DE ENERGIA ELÉTRICA EM SÃO PAULO: APONTAMENTOS PARA UM INVENTÁRIO. **Fundação Energia e Saneamento**, [S. l.], 2008. Disponível em: https://www.energiaesaneamento.org.br/media/28659/rolim_mariana_o_patrimonio_industrial_do_setor_de_energia_eletrica.pdf.

SAATY, Thomas L. Decision making with the analytic hierarchy process. **Int. J. Services Sciences**, [S. l.], 2008. Disponível em: https://www.colorado.edu/geography/leyk/geog_5113/readings/saaty_2008.pdf.

SAGAR, Ambuj D. Alleviating energy poverty for the world's poor. **Energy Policy**, [S. l.], v. 33, n. 11, p. 1367–1372, 2005. DOI: 10.1016/j.enpol.2004.01.001. Disponível em: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0301421504000096>.

SALES, Robson. Sete cidades geram 25% do PIB e São Paulo perde participação, diz IBGE. **Valor Econômico**, [S. l.], 2015. Disponível em: <http://www.valor.com.br/brasil/4363626/sete-cidades-geram-25-do-pib-e-sao-paulo-perde-participacao-diz-ibge>.

SANEAMENTO, Fundação Energia e. **Acervo Energia e Saneamento**. [s.d.]. Disponível em: <http://acervo.energiaesaneamento.org.br/consulta/ExibirDetalhes.aspx?funcao=kFundo&id=1>.

SÃO PAULO, Secretaria de Infraestrutura e Ambiente. **DISTRIBUIÇÃO**. 2021a. Disponível em: <https://dadosenergeticos.energia.sp.gov.br/portalev2/intranet/Eletricidade/index.html>.

SÃO PAULO, Secretaria de Infraestrutura e Ambiente. **Geração de Energia Elétrica - Estado de São Paulo**. 2021b. Disponível em: <https://dadosenergeticos.energia.sp.gov.br/portalev2/intranet/Eletricidade/index.html>.

SEADE, Fundação. **Índice Paulista de Vulnerabilidade Social (IPVS)**. 2010. Disponível em: <http://indices-ilp.al.sp.gov.br/view/index.php?prodCod=2>.

SERWAA MENSAH, Gifty; KEMAUSUOR, Francis; BREW-HAMMOND,

Abeeku. Energy access indicators and trends in Ghana. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, [S. l.], v. 30, p. 317–323, 2014. DOI: 10.1016/j.rser.2013.10.032. Disponível em: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1364032113007314>.

SOLINGEN, Etel. Managing energy vulnerability: Brazil's adjustments to oil dependency. **Comparative Strategy**, [S. l.], v. 10, n. 2, p. 177–199, 1991. DOI: 10.1080/01495939108402841. Disponível em: <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/01495939108402841>.

SOUZA, Zilmar José De. Estado de São Paulo importa mais de 60% da energia que consome. **CEISE BR**, [S. l.], 2017. Disponível em: <http://www.ceisebr.com/conteudo/estado-de-sao-paulo-importa-mais-de-60-da-energia-que-consome.html>.

SOVACOOOL, Benjamin K. The political economy of energy poverty: A review of key challenges. **Energy for Sustainable Development**, [S. l.], v. 16, n. 3, p. 272–282, 2012. DOI: 10.1016/j.esd.2012.05.006. Disponível em: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0973082612000373>.

STIRLING, Andy. From Sustainability, through Diversity to Transformation: Towards More Reflexive Governance of Vulnerability. *In*: MIT PRESS, Forthcoming (org.). **A. Hommels, J. Mesman, and W. Bijker**, eds., **Vulnerability in Technological Cultures: New Directions in Research and Governance**. Cambridge MA.

TRABBOLD, Angela. so complementar de gás reduziria vulnerabilidade energética em SP. **Jornal da USP**, [S. l.], 2017. Disponível em: <https://jornal.usp.br/ciencias/ciencias-humanas/uso-complementar-de-gas-reduziria-vulnerabilidade-energetica-em-sp/>.

UOL. SP importa 99% da energia que gasta, e isso diz muito sobre nossas cidades. [S. l.], 2019. Disponível em: <https://www.uol.com.br/tilt/noticias/redacao/2019/05/29/dependencia-de-energia-importada-em-sp-acende-alerta-de-cidades-brasileiras.htm>.

VENTURI, LUIS ANTONIO BITTAR; MELO, ALEXANDRE VASTELLA FERREIRA DE; TSAI, DAVI SHILING; SANTOS, GRETA YALE LIMA DOS; AZEVEDO, GABRIEL JOSÉ MENDONÇA; SANTOS, Edmilson Moutinho Dos.

Lowering energy vulnerability in São Paulo by increasing the use of gas. **International Journal of Development and Sustainability**, [S. l.], v. 8, n. 4, p. 284–295, 2019. Disponível em: <https://isdsnet.com/ijds-v8n4-02.pdf>.

VENTURI, Luis Antonio Bittar; DA SILVA, Pedro Paulo F.; DE MELO, Alexandre Vastella F.; DOS SANTOS, Greta Yale Lima. Lowering energy vulnerability in Sao Paulo by increasing the use of gas. *In*: INTERNATIONAL GAS RESEARCH CONFERENCE PROCEEDINGS 2017, **Anais** [...]. [s.l: s.n.]

WEICHSELGARTNER, Juergen. Disaster mitigation: the concept of vulnerability revisited. **Disaster Prevention and Management: An International Journal**, [S. l.], v. 10, n. 2, p. 85–95, 2001. DOI: 10.1108/09653560110388609. Disponível em: <http://www.emeraldinsight.com/doi/10.1108/09653560110388609>.

WORLD BANK. TRACKING SDG7: The Energy Progress Report (2021). [s.l: s.n.]. Disponível em: <https://www.irena.org/publications/2021/Jun/Tracking-SDG-7-2021>.

WHELAN, Christopher T.; MAÎTRE, Bertrand. Welfare regime and social class variation in poverty and economic vulnerability in Europe: an analysis of EU-SILC. **Journal of European Social Policy**, [S. l.], v. 20, n. 4, p. 316–332, 2010. DOI: 10.1177/0958928710374378. Disponível em: <http://journals.sagepub.com/doi/10.1177/0958928710374378>.

WIND, Yoram; SAATY, Thomas L. Marketing Applications of the Analytic Hierarchy Process. **Management Science**, [S. l.], v. 26, n. 7, p. 641–658, 1980. DOI: 10.1287/mnsc.26.7.641. Disponível em: <http://pubsonline.informs.org/doi/abs/10.1287/mnsc.26.7.641>.

WOOD, Nathan J.; BURTON, Christopher G.; CUTTER, Susan L. Community variations in social vulnerability to Cascadia-related tsunamis in the U.S. Pacific Northwest. **Natural Hazards**, [S. l.], v. 52, n. 2, p. 369–389, 2010. DOI: 10.1007/s11069-009-9376-1. Disponível em: <http://link.springer.com/10.1007/s11069-009-9376-1>.

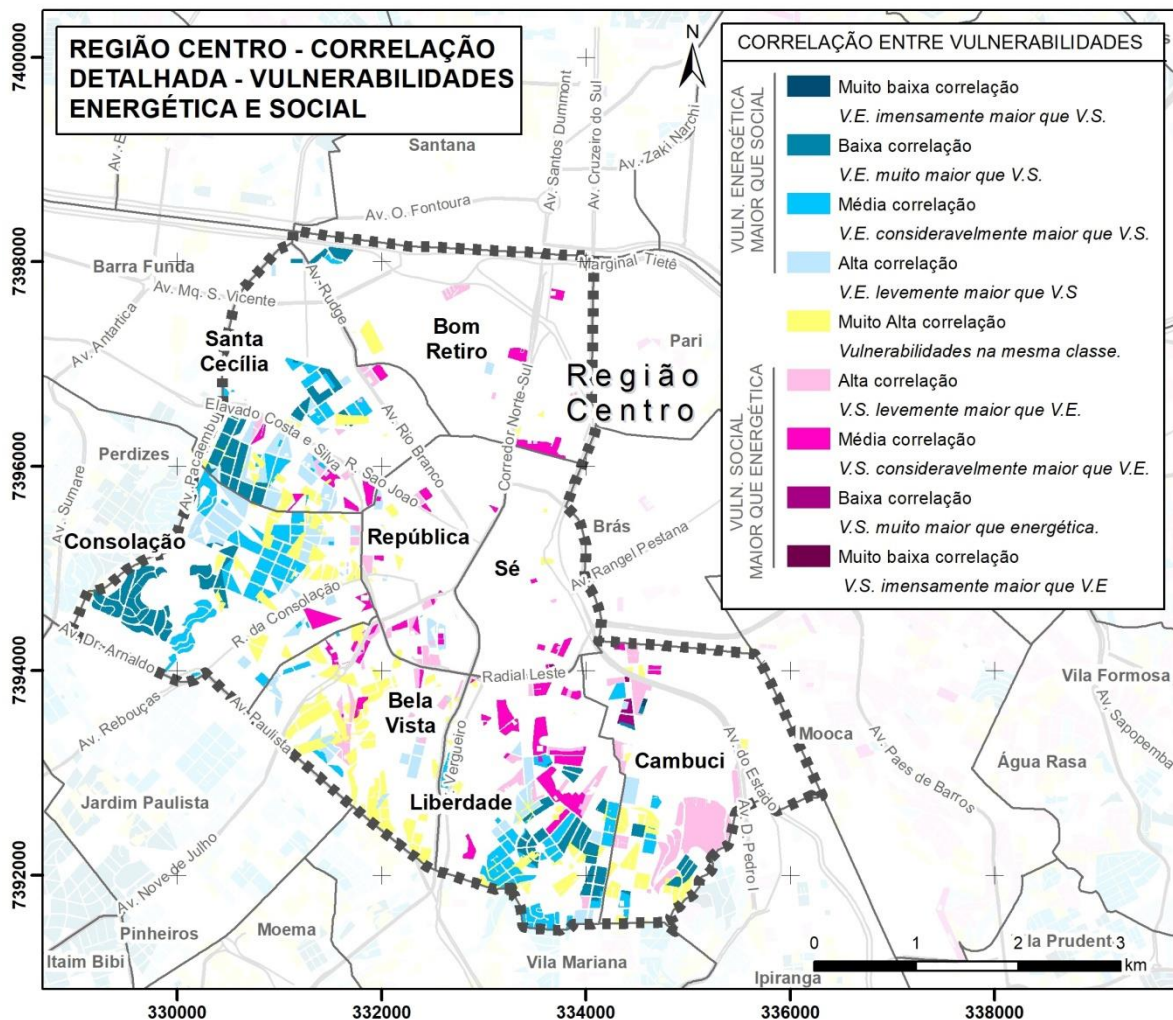
YAO, Na; KONIJNENDIJK VAN DEN BOSCH, Cecil C.; YANG, Jun; DEVISSCHER, Tahia; WIRTZ, Zach; JIA, Liming; DUAN, Jie; MA, Lvyi. Beijing's 50

million new urban trees: Strategic governance for large-scale urban afforestation. **Urban Forestry & Urban Greening**, [S. l.], v. 44, p. 126392, 2019. DOI: 10.1016/j.ufug.2019.126392. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1618866719300378>.

ZOU, Baoling; LUO, Biliang. Rural household energy consumption characteristics and determinants in China. **Energy**, [S. l.], v. 182, p. 814–823, 2019. DOI: 10.1016/j.energy.2019.06.048. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0360544219311715>.

APÊNDICES

APÊNDICE A — Mapa de correlação detalhada entre vulnerabilidades – Centro



Sistemas de Coordenadas SIRGAS 2000 - UTM 23S. Fonte: Alexandre Vastella Ferreira de Melo, 2022.

APÊNDICE B — Vulnerabilidades energética e social pelo % de setores censitários em cada distrito, por classe – Centro

Região Centro – vulnerabilidades energética e social pelo % de setores censitários em cada distrito, por classe.

	Vulnerabilidade energética					Vulnerabilidade social				
	Muito Alta	Alta	Média	Baixa	Muito Baixa	Muito Alta	Alta	Média	Baixa	Muito Baixa
Bela Vista	-	-	2%	31%	67%	-	-	22%	14%	64%
Bom Retiro	5%	5%	5%	30%	55%	-	-	30%	60%	10%
Cambuci	4%	13%	3%	39%	41%	-	5%	7%	63%	25%
Consolação	-	6%	30%	25%	39%	-	-	1%	6%	93%
Liberdade	-	16%	22%	15%	47%	-	-	23%	13%	64%
República	-	-	2%	28%	70%	-	-	34%	44%	22%
Santa Cecília	-	27%	11%	36%	26%	-	-	7%	28%	65%
Sé	-	-	11%	5%	84%	-	5%	73%	11%	11%
CENTRO	-	11%	13%	27%	49%	-	-	16%	21%	63%

Fonte: própria.

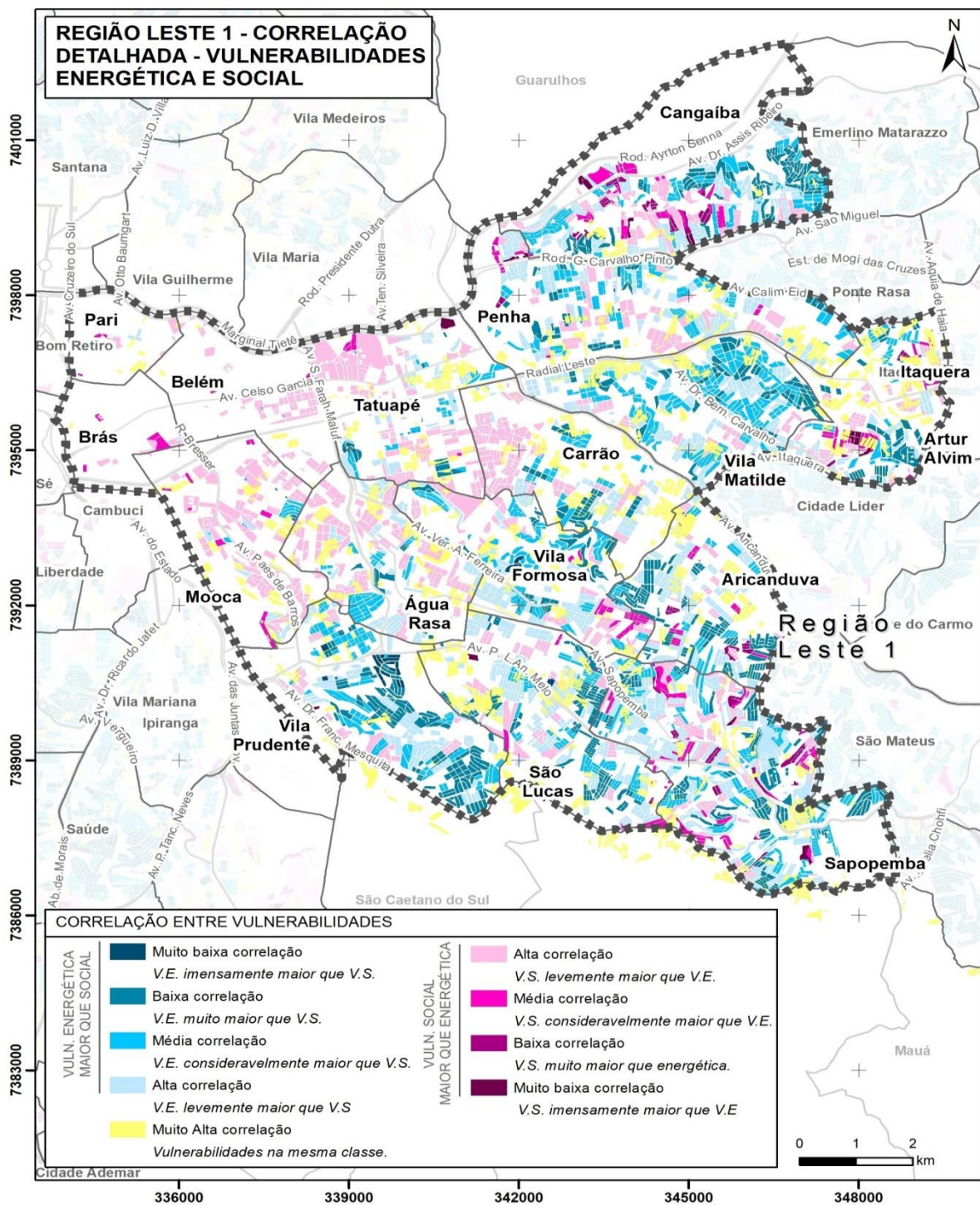
APÊNDICE C — Correlação e comparação entre vulnerabilidades pelo % de setores censitários em cada distrito, por classe — Centro.

Região Centro – Correlação e comparação entre vulnerabilidades pelo % de setores censitários em cada distrito, por classe.

	Correlação							Comparação		
	Alta e muito alta	Muito Alta	Alta	Média	Baixa	Muito Baixa	Baixa e muito baixa	V.E. maior	V.S. maior	Iguais
Bela Vista	91%	59%	32%	9%	0%	0%	0%	12%	29%	59%
Cambuci	71%	39%	32%	13%	15%	1%	16%	25%	36%	39%
República	64%	21%	43%	36%	0%	0%	0%	16%	64%	20%
Consolação	63%	42%	21%	31%	6%	0%	6%	56%	2%	42%
Bom Retiro	60%	30%	30%	34%	6%	0%	6%	20%	50%	30%
Santa Cecília	58%	33%	25%	21%	21%	0%	21%	57%	10%	33%
Liberdade	58%	42%	16%	30%	12%	0%	12%	38%	20%	42%
Sé	35%	20%	15%	55%	5%	5%	10%	0%	79%	21%
CENTRO	69%	43%	26%	22%	9%	0%	9%	35%	22%	43%

Fonte: própria.

APÊNDICE D — Mapa de correlação detalhada entre vulnerabilidades – Leste 1



APÊNDICE E — Vulnerabilidades energética e social pelo % de setores censitários em cada distrito, por classe – Leste 1

Região Leste 1 – vulnerabilidades energética e social pelo % de setores censitários em cada distrito, por classe.

	Vulnerabilidade energética					Vulnerabilidade social				
	Muito Alta	Alta	Média	Baixa	Muito Baixa	Muito Alta	Alta	Média	Baixa	Muito Baixa
Água Rasa	2%	8%	11%	39%	40%	-	-	1%	89%	10%
Aricanduva	29%	4%	25%	35%	7%	4%	10%	7%	78%	1%
Artur Alvim	14%	12%	11%	45%	18%	4%	6%	10%	80%	-
Belém	-	-	9%	12%	79%	-	-	8%	83%	9%
Brás	-	-	5%	14%	81%	-	-	27%	68%	5%
Cangaíba	28%	17%	26%	15%	14%	7%	18%	17%	58%	-
Carrão	10%	8%	13%	44%	25%	-	-	2%	96%	2%
Mooça	1%	3%	3%	17%	76%	-	-	6%	64%	30%
Pari	-	-	22%	39%	39%	-	11%	22%	61%	6%
Penha	7%	15%	21%	35%	22%	1%	2%	5%	91%	1%
São Lucas	16%	14%	26%	34%	10%	1%	6%	7%	85%	1%
Sapopemba	25%	25%	32%	11%	7%	15%	26%	14%	45%	-
Tatuapé	1%	8%	10%	18%	63%	-	-	2%	60%	38%
Vila Formosa	9%	13%	26%	35%	17%	-	4%	2%	83%	11%
Vila Matilde	15%	21%	22%	38%	4%	-	2%	4%	93%	1%
Vila Prudente	21%	21%	16%	29%	13%	1%	1%	5%	81%	12%
Leste 1	14%	14%	20%	29%	23%	4%	7%	7%	75%	7%

Fonte: própria.

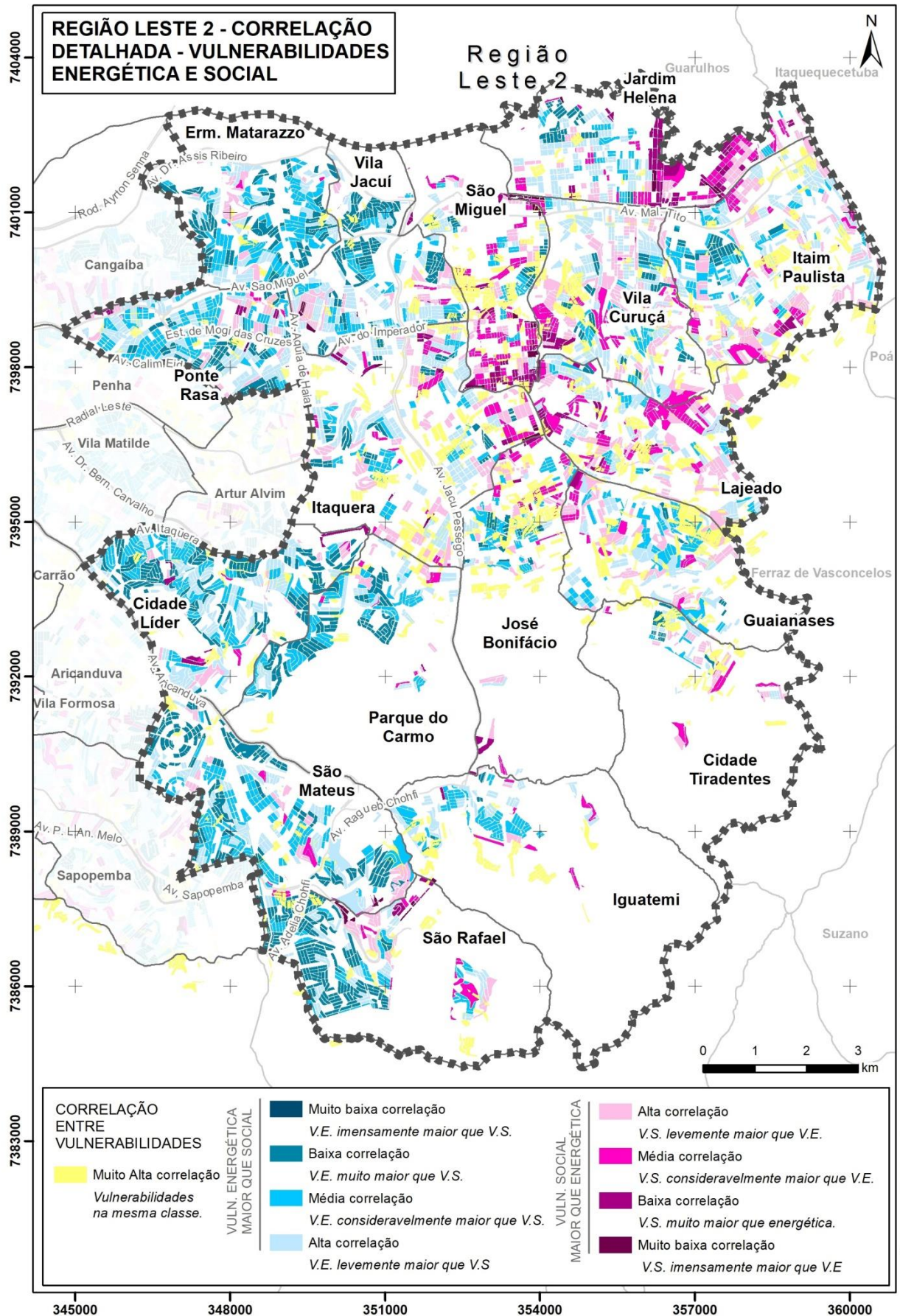
APÊNDICE F — Correlação e comparação entre vulnerabilidades pelo % de setores censitários em cada distrito, por classe — Leste 1

Região Leste 1 – Correlação e comparação entre vulnerabilidades pelo % de setores censitários em cada distrito, por classe.

	Correlação							Comparação		
	<i>Alta e muito alta</i>	Muito Alta	Alta	Média	Baixa	Muito Baixa	<i>Baixa e muito baixa</i>	V.E. maior	V.S. maior	Iguais
Belém	92%	20%	72%	8%	0%	0%	0%	6%	73%	21%
Mooca	89%	38%	51%	9%	2%	0%	2%	10%	51%	39%
Água Rasa	89%	42%	47%	9%	2%	0%	2%	24%	34%	42%
Tatuapé	88%	39%	49%	6%	6%	0%	6%	24%	37%	39%
Carrão	82%	45%	37%	7%	11%	0%	11%	30%	25%	45%
Pari	78%	45%	33%	22%	0%	0%	0%	12%	44%	44%
Penha	77%	37%	40%	15%	7%	1%	8%	39%	24%	37%
Vila Formosa	74%	38%	36%	17%	9%	0%	9%	47%	15%	38%
Brás	73%	18%	55%	27%	0%	0%	0%	5%	77%	18%
São Lucas	71%	38%	33%	15%	13%	1%	14%	50%	12%	38%
Vila Matilde	66%	39%	27%	22%	12%	0%	12%	56%	4%	40%
Aricanduva	65%	33%	32%	12%	23%	0%	23%	52%	15%	33%
Artur Alvim	65%	41%	24%	18%	14%	3%	17%	33%	26%	41%
Sapopemba	63%	30%	33%	19%	16%	2%	18%	46%	24%	30%
Cangaíba	57%	20%	37%	21%	21%	1%	22%	52%	28%	20%
Vila Prudente	57%	34%	23%	23%	16%	4%	20%	56%	11%	33%
Leste 1	72%	36%	36%	15%	12%	1%	13%	40%	24%	36%

Fonte: própria.

APÊNDICE G — Mapa de correlação detalhada entre vulnerabilidades – Leste 2



Sistemas de Coordenadas SIRGAS 2000 - UTM 23S. Fonte: Alexandre Vastella Ferreira de Melo, 2022.

APÊNDICE H — Vulnerabilidades energética e social pelo % de setores censitários em cada distrito, por classe – Leste 2

Região Leste 2 – vulnerabilidades energética e social pelo % de setores censitários em cada distrito, por classe.

	Vulnerabilidade energética					Vulnerabilidade social				
	Muito Alta	Alta	Média	Baixa	Muito Baixa	Muito Alta	Alta	Média	Baixa	Muito Baixa
Cidade Líder	32%	23%	18%	26%	1%	4%	9%	21%	65%	1%
Cid. Tiradentes	36%	39%	25%	-	-	37%	33%	20%	10%	-
Erm.Matarazzo	48%	35%	17%	-	-	12%	25%	18%	45%	-
Guaianases	20%	46%	30%	3%	1%	16%	39%	27%	18%	-
Iguatemi	27%	46%	24%	1%	2%	19%	34%	25%	22%	-
Itaim Paulista	26%	44%	25%	4%	1%	29%	44%	14%	12%	1%
Itaquera	15%	25%	16%	38%	6%	7%	25%	22%	46%	-
Jardim Helena	40%	7%	25%	21%	7%	38%	38%	12%	12%	-
José Bonifácio	12%	21%	5%	51%	11%	7%	17%	10%	66%	-
Lajeado	28%	27%	35%	9%	1%	35%	39%	20%	6%	-
Pq. do Carmo	29%	19%	22%	27%	3%	4%	13%	33%	50%	-
Ponte Rasa	16%	37%	32%	6%	9%	1%	24%	14%	61%	-
São Mateus	42%	33%	17%	3%	5%	9%	24%	26%	41%	-
São Miguel	9%	15%	9%	54%	13%	9%	39%	10%	42%	-
São Rafael	37%	31%	24%	5%	3%	13%	25%	21%	41%	-
Vila Curuçá	18%	30%	32%	17%	3%	13%	40%	19%	28%	-
Vila Jacuí	39%	19%	25%	14%	3%	10%	30%	15%	45%	-
Leste 2	26%	29%	23%	18%	4%	15%	31%	19%	35%	-

Fonte: própria.

APÊNDICE I — Correlação e comparação entre vulnerabilidades pelo % de setores censitários em cada distrito, por classe — Leste 2

Região Leste 2 – Correlação e comparação entre vulnerabilidades pelo % de setores censitários em cada distrito, por classe.

	Correlação							Comparação		
	<i>Alta e muito alta</i>	Muito Alta	Alta	Média	Baixa	Muito Baixa	<i>Baixa e muito baixa</i>	V.E. maior	V.S. maior	Iguais
Itaim Paulista	79%	39%	40%	17%	4%	0%	4%	30%	30%	40%
Vila Curuçá	79%	42%	37%	15%	6%	0%	6%	30%	28%	42%
Cid. Tiradentes	78%	46%	32%	14%	8%	0%	8%	27%	27%	46%
Lajeado	77%	42%	35%	19%	4%	0%	4%	21%	37%	42%
Guaianases	75%	44%	31%	22%	3%	0%	3%	33%	22%	45%
Itaquera	75%	42%	33%	16%	7%	2%	9%	33%	25%	42%
Vila Jacuí	67%	29%	38%	13%	19%	1%	20%	52%	19%	29%
José Bonifácio	66%	45%	21%	24%	10%	0%	10%	26%	30%	44%
Ponte Rasa	62%	27%	35%	25%	12%	1%	13%	58%	14%	28%
Iguatemi	61%	38%	23%	33%	4%	2%	6%	46%	16%	38%
Pq. do Carmo	60%	38%	22%	27%	13%	0%	13%	49%	14%	37%
São Miguel	59%	45%	14%	25%	14%	2%	16%	14%	41%	45%
Jardim Helena	53%	18%	35%	26%	20%	1%	21%	34%	48%	18%
Cidade Líder	52%	30%	22%	22%	26%	0%	26%	59%	10%	31%
São Rafael	50%	30%	20%	24%	25%	1%	26%	52%	18%	30%
Erm.Matarazzo	48%	16%	32%	28%	24%	0%	24%	70%	14%	16%
São Mateus	48%	26%	22%	28%	22%	2%	24%	60%	14%	26%
Leste 2	66%	37%	29%	21%	12%	1%	13%	38%	25%	37%

Fonte: própria.

APÊNDICE K — Vulnerabilidades energética e social pelo % de setores censitários em cada distrito, por classe – Norte 1

Região Norte 1 – vulnerabilidades energética e social pelo % de setores censitários em cada distrito, por classe.

	Vulnerabilidade energética					Vulnerabilidade social				
	Muito Alta	Alta	Média	Baixa	Muito Baixa	Muito Alta	Alta	Média	Baixa	Muito Baixa
Jaçanã	22%	7%	24%	23%	24%	5%	8%	17%	69%	1%
Mandaqui	35%	12%	25%	23%	5%	-	6%	12%	74%	8%
Santana	22%	20%	9%	34%	15%	-	-	4%	73%	23%
Tremembé	25%	21%	39%	8%	7%	9%	13%	25%	52%	1%
Tucuruvi	16%	18%	13%	38%	15%	-	-	5%	90%	5%
Vila Guilherme	9%	6%	22%	44%	19%	-	-	6%	90%	4%
Vila Maria	29%	8%	21%	36%	6%	3%	2%	26%	67%	2%
Vila Medeiros	11%	7%	13%	49%	20%	1%	9%	12%	78%	-
Norte 1	22%	13%	19%	33%	13%	2%	5%	13%	74%	6%

Fonte: própria.

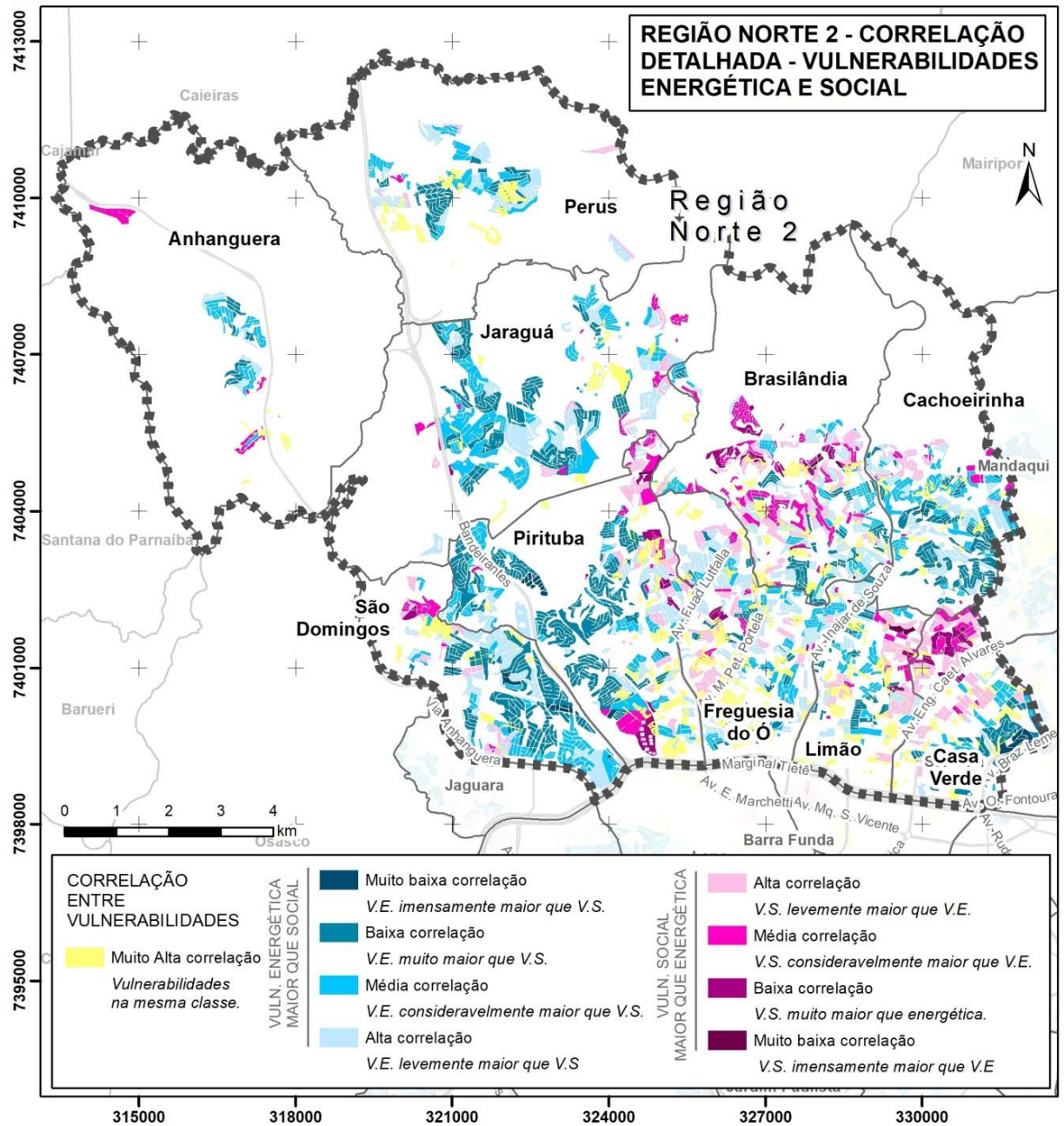
APÊNDICE L — Correlação e comparação entre vulnerabilidades pelo % de setores censitários em cada distrito, por classe — Norte 1

Região Norte 1 – Correlação e comparação entre vulnerabilidades pelo % de setores censitários em cada distrito, por classe.

	Correlação							Comparação		
	<i>Alta e muito alta</i>	Muito Alta	Alta	Média	Baixa	Muito Baixa	<i>Baixa e muito baixa</i>	V.E. maior	V.S. maior	Iguais
Vila Guilherme	80%	45%	35%	11%	8%	1%	9%	38%	16%	46%
Vila Medeiros	78%	45%	33%	10%	12%	0%	12%	23%	32%	45%
Tucuruvi	65%	39%	26%	20%	14%	1%	15%	47%	14%	39%
Vila Maria	61%	45%	16%	18%	20%	1%	21%	45%	10%	45%
Santana	57%	38%	19%	17%	20%	6%	26%	54%	9%	37%
Jaçanã	56%	27%	29%	15%	25%	4%	29%	42%	31%	27%
Mandaqui	53%	33%	20%	13%	32%	2%	34%	61%	6%	33%
Tremembé	52%	24%	28%	25%	19%	4%	23%	56%	20%	24%
Norte 1	63%	38%	25%	16%	19%	2%	21%	45%	17%	38%

Fonte: própria.

APÊNDICE M — Mapa de correlação detalhada entre vulnerabilidades – Norte 2



APÊNDICE N — Vulnerabilidades energética e social pelo % de setores censitários em cada distrito, por classe – Norte 2

Região Norte 2 – vulnerabilidades energética e social pelo % de setores censitários em cada distrito, por classe.

	Vulnerabilidade energética					Vulnerabilidade social				
	Muito Alta	Alta	Média	Baixa	Muito Baixa	Muito Alta	Alta	Média	Baixa	Muito Baixa
Ananguera	42%	18%	37%	3%	-	22%	15%	48%	15%	-
Brasilândia	18%	12%	37%	27%	6%	19%	21%	29%	31%	-
Cachoeirinha	39%	27%	22%	10%	2%	14%	14%	18%	53%	1%
Casa Verde	12%	10%	4%	42%	32%	-	5%	15%	74%	6%
Freguesia do Ó	10%	14%	38%	24%	14%	1%	4%	19%	73%	3%
Jaraguá	33%	32%	29%	6%	-	10%	11%	26%	49%	4%
Limão	10%	12%	12%	42%	24%	4%	6%	14%	74%	2%
Perus	51%	45%	3%	1%	-	10%	48%	14%	28%	-
Pirituba	25%	13%	26%	28%	8%	7%	16%	12%	63%	2%
São Domingos	35%	15%	25%	20%	5%	6%	9%	12%	71%	2%
Norte 2	22%	16%	26%	25%	11%	8%	13%	19%	58%	2%

Fonte: própria.

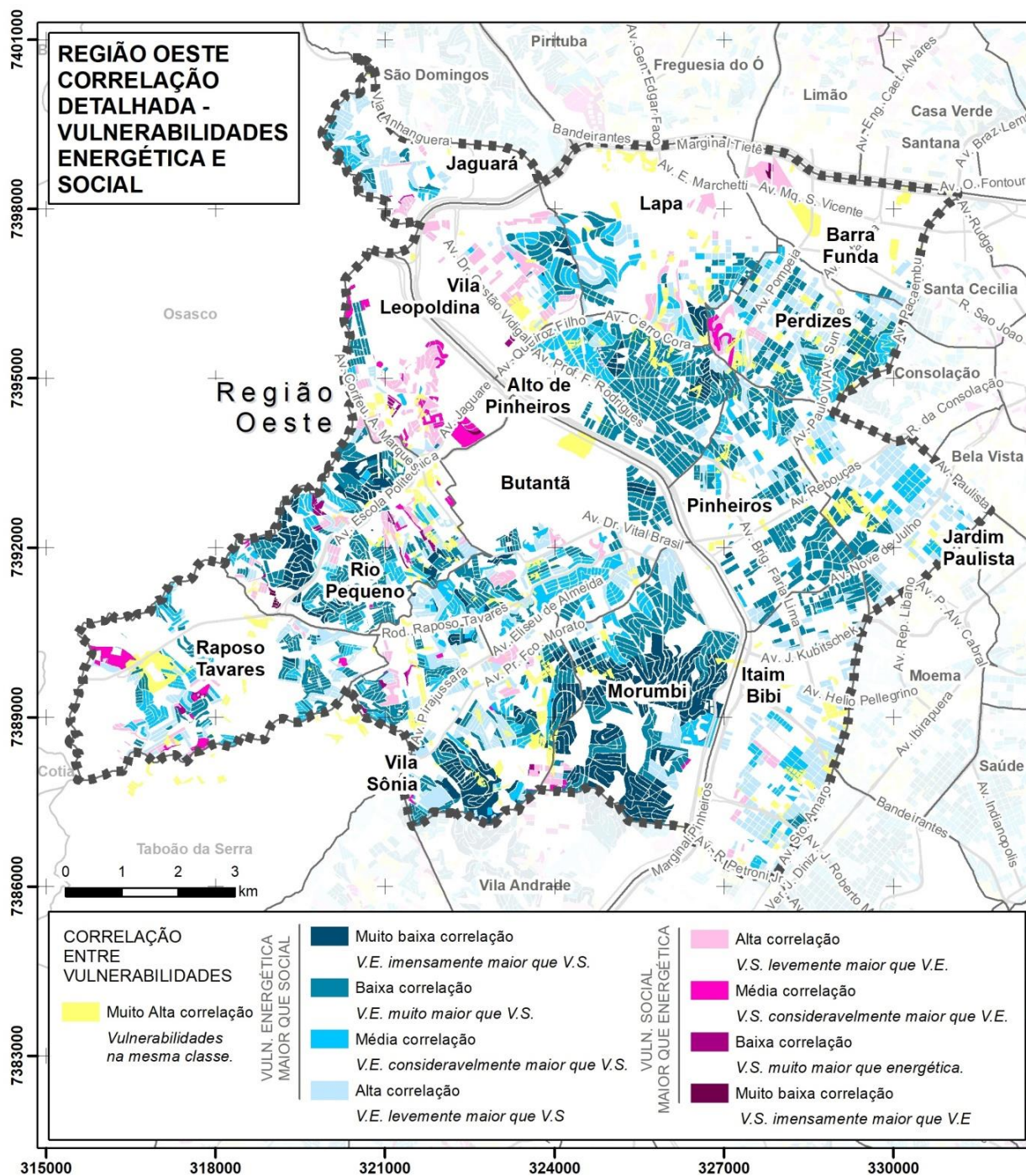
APÊNDICE O — Correlação e comparação entre vulnerabilidades pelo % de setores censitários em cada distrito, por classe — Norte 2

Região Norte 2 – Correlação e comparação entre vulnerabilidades pelo % de setores censitários em cada distrito, por classe.

	Correlação							Comparação		
	Alta e muito alta	Muito Alta	Alta	Média	Baixa	Muito Baixa	Baixa e muito baixa	V.E. maior	V.S. maior	Iguais
Freguesia do Ó	73%	40%	33%	16%	11%	0%	11%	43%	17%	40%
Limão	70%	43%	27%	18%	10%	2%	12%	27%	30%	43%
Casa Verde	65%	41%	24%	18%	15%	2%	17%	26%	32%	42%
Brasilândia	63%	34%	29%	22%	14%	1%	15%	29%	37%	34%
Perus	62%	30%	32%	20%	18%	0%	18%	62%	8%	30%
São Domingos	58%	27%	31%	14%	27%	1%	28%	59%	14%	27%
Pirituba	57%	30%	27%	17%	25%	1%	26%	46%	23%	31%
Cachoeirinha	54%	30%	24%	24%	22%	0%	22%	58%	11%	31%
Jaraguá	45%	15%	30%	34%	21%	0%	21%	71%	14%	15%
Ananguera	35%	22%	13%	52%	13%	0%	13%	52%	25%	23%
Norte 2	62%	34%	28%	20%	17%	1%	18%	43%	23%	34%

Fonte: própria.

APÊNDICE P — Mapa de correlação detalhada entre vulnerabilidades – Oeste



APÊNDICE Q — Vulnerabilidades energética e social pelo % de setores censitários em cada distrito, por classe – Oeste

Região Oeste – vulnerabilidades energética e social pelo % de setores censitários em cada distrito, por classe.

	Vulnerabilidade energética					Vulnerabilidade social				
	Muito Alta	Alta	Média	Baixa	Muito Baixa	Muito Alta	Alta	Média	Baixa	Muito Baixa
Alto de Pinheiros	5%	41%	14%	21%	19%	-	-	-	21%	79%
Barra Funda	-	19%	4%	42%	35%	4%	8%	4%	34%	50%
Butantã	23%	23%	17%	21%	16%	-	-	7%	48%	45%
Itaim Bibi	-	16%	13%	46%	25%	-	-	1%	18%	81%
Jaguara	19%	14%	43%	5%	19%	5%	-	6%	89%	-
Jaguaré	-	9%	3%	12%	76%	2%	6%	17%	41%	34%
Jardim Paulista	-	10%	19%	42%	29%	-	-	-	1%	99%
Lapa	7%	18%	11%	41%	23%	-	-	-	55%	45%
Morumbi	45%	21%	2%	19%	13%	1%	-	3%	13%	83%
Perdizes	2%	22%	8%	29%	39%	-	-	1%	12%	87%
Pinheiros	2%	52%	4%	29%	13%	-	-	-	17%	83%
Raposo Tavares	39%	20%	25%	6%	10%	10%	4%	32%	45%	9%
Rio Pequeno	30%	13%	11%	29%	17%	4%	5%	11%	58%	22%
Vila Leopoldina	3%	14%	9%	17%	57%	-	5%	-	36%	59%
Vila Sônia	29%	11%	20%	32%	8%	3%	2%	6%	57%	32%
Oeste	16%	19%	13%	29%	23%	2%	2%	5%	32%	59%

Fonte: própria.

APÊNDICE R — Correlação e comparação entre vulnerabilidades pelo % de setores censitários em cada distrito, por classe — Oeste

Região Oeste – Correlação e comparação entre vulnerabilidades pelo % de setores censitários em cada distrito, por classe.

	Correlação							V.E. maior	V.S. maior	Iguais
	<i>Alta e muito alta</i>	Muito Alta	Alta	Média	Baixa	Muito Baixa	<i>Baixa e muito baixa</i>			
Barra Funda	77%	50%	27%	4%	15%	4%	19%	35%	15%	50%
Itaim Bibi	76%	33%	43%	10%	14%	0%	14%	65%	2%	33%
Vila Leopoldina	73%	31%	42%	12%	12%	3%	15%	41%	28%	31%
Jardim Paulista	71%	30%	41%	19%	10%	0%	10%	70%	30%	0%
Lapa	71%	40%	31%	12%	12%	5%	17%	50%	10%	40%
Jaguará	70%	34%	36%	20%	8%	2%	10%	13%	53%	34%
Perdizes	68%	43%	25%	10%	21%	1%	22%	55%	3%	42%
Jaguara	62%	8%	54%	19%	16%	3%	19%	73%	19%	8%
Vila Sônia	54%	32%	22%	13%	17%	16%	33%	58%	9%	33%
Rio Pequeno	53%	33%	20%	15%	23%	9%	32%	51%	16%	33%
Butantã	48%	31%	17%	20%	24%	8%	32%	66%	3%	31%
Raposo Tavares	45%	21%	24%	30%	24%	1%	25%	65%	14%	21%
Pinheiros	42%	21%	21%	10%	47%	1%	48%	79%	1%	20%
Alto de Pinheiros	40%	33%	7%	17%	39%	4%	43%	66%	1%	33%
Morumbi	30%	21%	9%	5%	22%	43%	65%	74%	4%	22%
Oeste	58%	32%	26%	15%	20%	7%	27%	59%	8%	33%

Fonte: própria.

APÊNDICE T — Vulnerabilidades energética e social pelo % de setores censitários em cada distrito, por classe – Sul 1

Sul 1 - vulnerabilidades energética e social pelo % de setores censitários em cada distrito, por classe.

	Vulnerabilidade energética					Vulnerabilidade social				
	Muito Alta	Alta	Média	Baixa	Muito Baixa	Muito Alta	Alta	Média	Baixa	Muito Baixa
Cursino	19%	13%	20%	34%	14%	2%	3%	9%	75%	11%
Ipiranga	5%	36%	12%	41%	6%	-	-	4%	75%	21%
Jabaquara	4%	5%	1%	36%	54%	6%	6%	14%	59%	15%
Moema	-	17%	10%	33%	40%	-	17%	10%	33%	40%
Sacomã	15%	11%	16%	32%	26%	3%	5%	19%	70%	3%
Saúde	7%	25%	12%	32%	24%	-	-	2%	41%	57%
Vila Mariana	2%	17%	11%	27%	43%	1%	-	-	17%	82%
Sul 1	7%	15%	10%	33%	35%	2%	3%	8%	47%	40%

Fonte: própria.

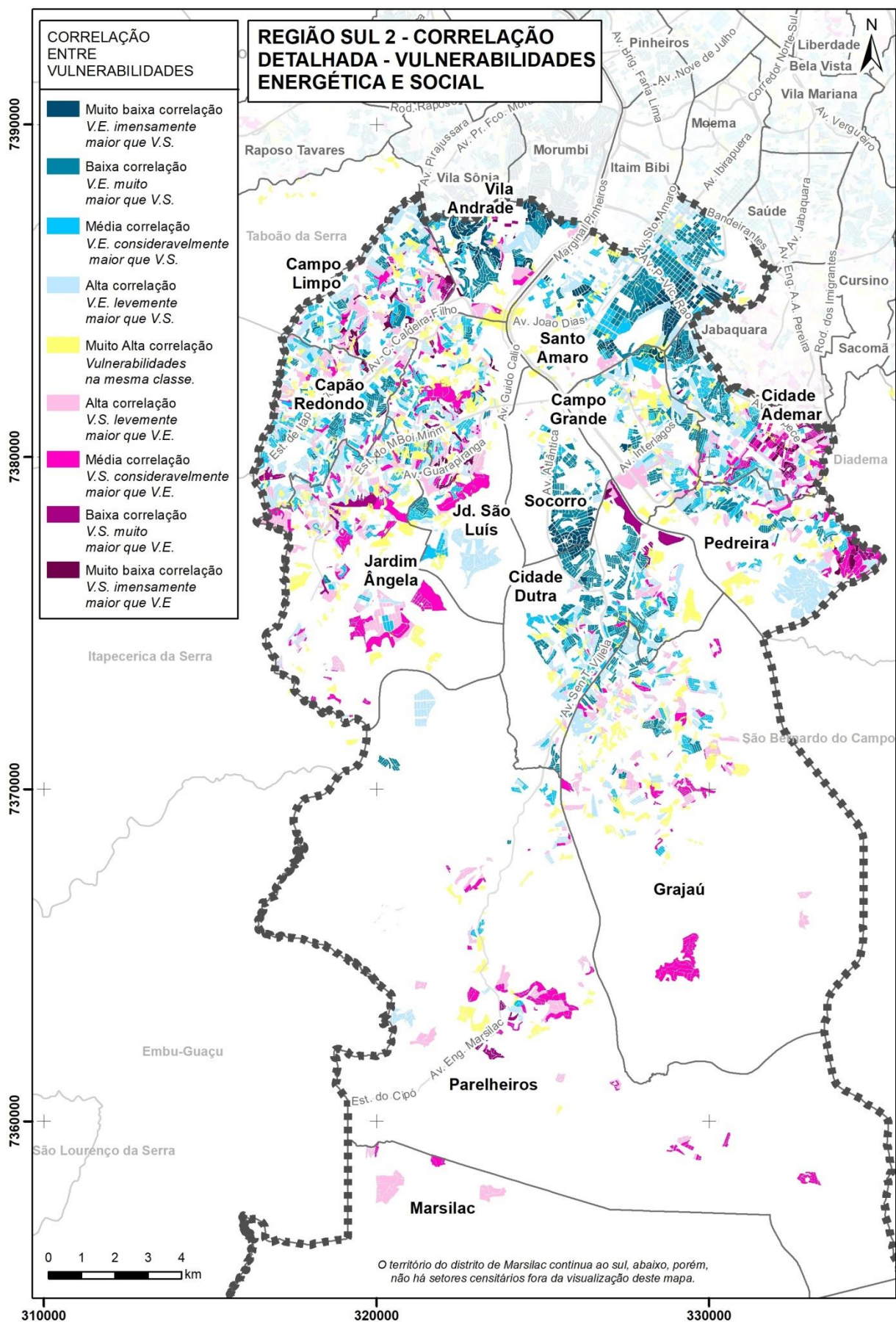
APÊNDICE U — Correlação e comparação entre vulnerabilidades pelo % de setores censitários em cada distrito, por classe — Sul 1

Sul 1 – Correlação e comparação entre vulnerabilidades pelo % de setores censitários em cada distrito, por classe.

	Correlação							V.E. maior	V.S. maior	Iguais
	Alta e muito alta	Muito Alta	Alta	Média	Baixa	Muito Baixa	Baixa e muito baixa			
Moema	74%	44%	30%	10%	16%	0%	16%	57%	0%	43%
Vila Mariana	73%	47%	26%	13%	12%	2%	14%	50%	3%	47%
Jabaquara	70%	38%	32%	14%	9%	7%	16%	13%	49%	38%
Sacomã	67%	34%	33%	18%	14%	1%	15%	34%	32%	34%
Cursino	62%	33%	29%	16%	17%	5%	22%	49%	17%	34%
Saúde	62%	35%	27%	17%	15%	6%	21%	58%	6%	36%
Ipiranga	59%	36%	23%	22%	18%	1%	19%	57%	7%	36%
Sul 1	68%	39%	29%	14%	14%	4%	18%	41%	20%	39%

Fonte: própria.

APÊNDICE V — Mapa de correlação detalhada entre vulnerabilidades – Sul 2



APÊNDICE W — Vulnerabilidades energética e social pelo % de setores censitários em cada distrito, por classe – Sul

Região Sul 2 - vulnerabilidades energética e social pelo % de setores censitários em cada distrito, por classe.

	Vulnerabilidade energética					Vulnerabilidade social				
	Muito Alta	Alta	Média	Baixa	Muito Baixa	Muito Alta	Alta	Média	Baixa	Muito Baixa
Campo Belo	16%	23%	7%	30%	24%	3%	-	-	26%	71%
Campo Grande	11%	14%	18%	26%	31%	2%	1%	4%	62%	31%
Campo Limpo	18%	10%	23%	31%	18%	16%	11%	38%	33%	2%
Capão Redondo	40%	25%	22%	7%	6%	28%	14%	32%	24%	2%
Cidade Ademar	23%	10%	22%	29%	16%	19%	14%	26%	40%	1%
Cidade Dutra	37%	32%	21%	7%	3%	10%	30%	16%	42%	2%
Grajaú	24%	40%	36%	-	-	26%	34%	29%	11%	-
Jardim Ângela	21%	44%	29%	5%	1%	37%	23%	31%	9%	-
Jardim São Luís	16%	15%	34%	17%	18%	12%	18%	37%	30%	3%
Marsilac	-	17%	83%	-	-	50%	50%	-	-	-
Parelheiros	9%	24%	63%	4%	-	41%	27%	24%	7%	1%
Pedreira	30%	19%	30%	11%	10%	20%	21%	33%	26%	-
Santo Amaro	6%	22%	14%	22%	36%	-	-	-	25%	75%
Socorro	45%	7%	15%	20%	13%	-	4%	-	81%	15%
Vila Andrade	26%	16%	9%	20%	29%	7%	-	15%	10%	68%
Sul 2	23%	23%	25%	16%	13%	18%	16%	25%	28%	13%

Fonte: própria.

APÊNDICE X — Correlação e comparação entre vulnerabilidades pelo % de setores censitários em cada distrito, por classe — Sul 2

Região Sul 2 - Correlação e comparação entre vulnerabilidades pelo % de setores censitários em cada distrito, por classe.

	Correlação							V.E. maior	V.S. maior	Iguais
	<i>Alta e muito alta</i>	Muito Alta	Alta	Média	Baixa	Muito Baixa	<i>Baixa e muito baixa</i>			
Grajaú	76%	39%	37%	18%	6%	0%	6%	32%	29%	39%
Campo Grande	75%	49%	26%	13%	11%	1%	12%	41%	11%	48%
Jardim Ângela	74%	41%	33%	22%	4%	0%	4%	28%	31%	41%
Marsilac	67%	0%	67%	33%	0%	0%	0%	0%	100%	0%
Capão Redondo	66%	35%	31%	23%	9%	2%	11%	43%	22%	35%
Pedreira	63%	37%	26%	20%	13%	4%	17%	35%	28%	37%
Campo Limpo	62%	31%	31%	21%	10%	7%	17%	30%	39%	31%
Jardim São Luís	62%	38%	24%	24%	9%	5%	14%	31%	30%	39%
Santo Amaro	61%	39%	22%	16%	18%	5%	23%	55%	6%	39%
Parelheiros	58%	21%	37%	38%	4%	0%	4%	21%	58%	21%
Campo Belo	57%	32%	25%	11%	24%	8%	32%	65%	3%	32%
Cidade Dutra	56%	30%	26%	21%	22%	1%	23%	55%	15%	30%
Cidade Ademar	53%	29%	24%	25%	18%	4%	22%	33%	38%	29%
Socorro	42%	24%	18%	9%	40%	9%	49%	67%	9%	24%
Vila Andrade	39%	23%	16%	15%	19%	27%	46%	57%	20%	23%
Sul 2	63%	35%	28%	21%	12%	4%	16%	39%	26%	35%

Fonte: própria.

ANEXOS

ANEXO A — Mapa original de Vulnerabilidade Energética produzido pelo RCGI, em artigo publicado por Venturi et. al, (2019) (em A4)

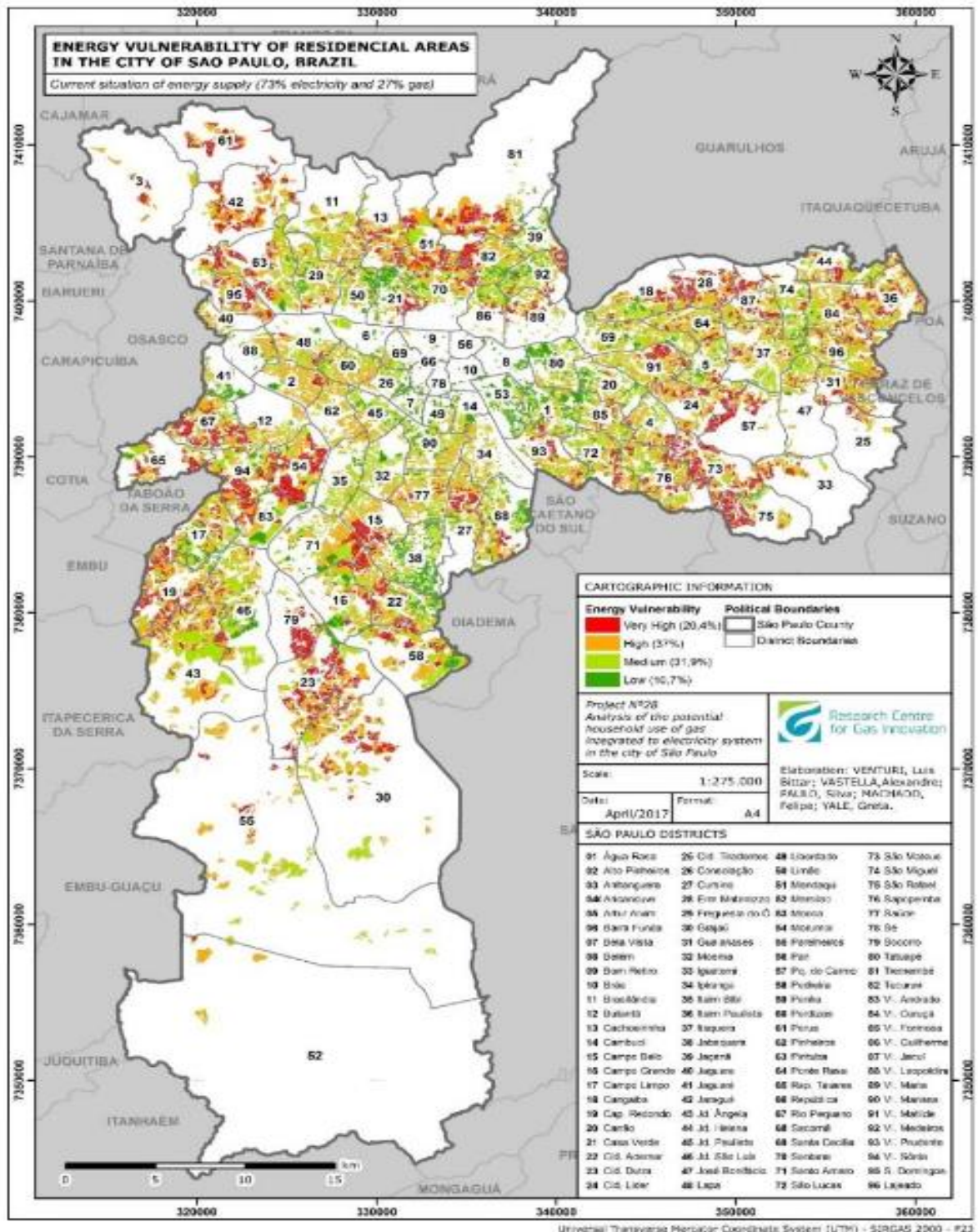


Figure 1. Map of energy vulnerability of the city of São Paulo (residential areas). Current situation

ANEXO B —Mapa original de Vulnerabilidade Social extraído de consulta online por município do sítio eletrônico da Fundação Seade (2012).

