XXI ENTAC – Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído
14 a 16 de outubro de 2026 | Goiânia-Brasil
DOI: https://doi.org/10.46421/entac.v21i1.8429

A Pegada de Carbono do Nascer: Consumo Energético e Equidade Territorial no Acesso à Maternidades

The Carbon Footprint of Birth: Energy Consumption and Territorial Equity in Access to Maternity Care

Danilo Lobato Crelier dos Santos
UFRJ | Rio de Janeiro | Brasil | danilo.crelier@fau.ufrj.br
Sylvia Meimaridou Rola
UFRJ | Rio de Janeiro | Brasil | sylviarola@fau.ufrj.br

Resumo

Este artigo avalia o consumo energético e o impacto ambiental dos deslocamentos de gestantes de áreas periféricas do Rio de Janeiro até maternidades municipais, analisando a equidade territorial na distribuição dessas unidades. A partir de microdados do SINASC/TABNET (2023), de análise georreferenciada em QGIS e o indicador GEP/hab/dia do SIMOB, estimou-se a pegada energética dos 3.996 partos registrados na Maternidade Mariska Ribeiro em 2023. Os resultados apontam geração de $7{,}33\times10^{13}$ Joules/ano e emissão superior a uma tonelada de CO_2, embasando estratégias de regionalização com justiça socioambiental.

Palavras-chave: Equidade Territorial. Consumo de Energia. Mobilidade Urbana. Saúde Pública. Pegada de Carbono.

Abstract

This paper evaluates the energy consumption and environmental impact of travel by pregnant women from peripheral areas of Rio de Janeiro to municipal maternity hospitals, analyzing territorial equity in facility distribution. Using SINASC/TABNET microdata (2023), QGIS georeferenced analysis, and the SIMOB GEP/capita/day indicator, the energy footprint of 3,996 births at Maternidade Mariska Ribeiro was estimated. Results show $7.33x10^{13}$ J/year and emissions exceeding one ton of CO_2, supporting regionalization strategies grounded in socioenvironmental justice.

Keywords: Equity. Energy Consumption. Urban Mobility. Public Health. Carbon Footprint.

INTRODUÇÃO

O direito à mobilidade não é distribuído equitativamente entre os indivíduos. Fundamentando-se nas diretrizes do relatório Mobilizing Sustainable Transport for

Como citar:

CRELIER D.; ROLA, S. A Pegada de Carbono do Nascer: Consumo Energético e Equidade Territorial no Acesso à Maternidades. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 21, 2026, Goiânia. **Anais**... Goiânia: ANTAC, 2026.

Development [1], o acesso a serviços essenciais por meio de deslocamentos seguros e acessíveis é condição indispensável para o desenvolvimento sustentável. Ao observar a perspectiva teórica de Mimi Sheller [2], em Mobility Justice, percebe-se que a inequidade na mobilidade se manifesta, primordialmente, na escala do corpo. Visto que as necessidades de deslocamento são intrínsecas às especificidades biológicas e sociais de cada indivíduo, como no caso de gestantes e idosos; a incapacidade de acessar serviços essenciais, como saúde, mercados e emprego, revela uma falha estrutural [2].

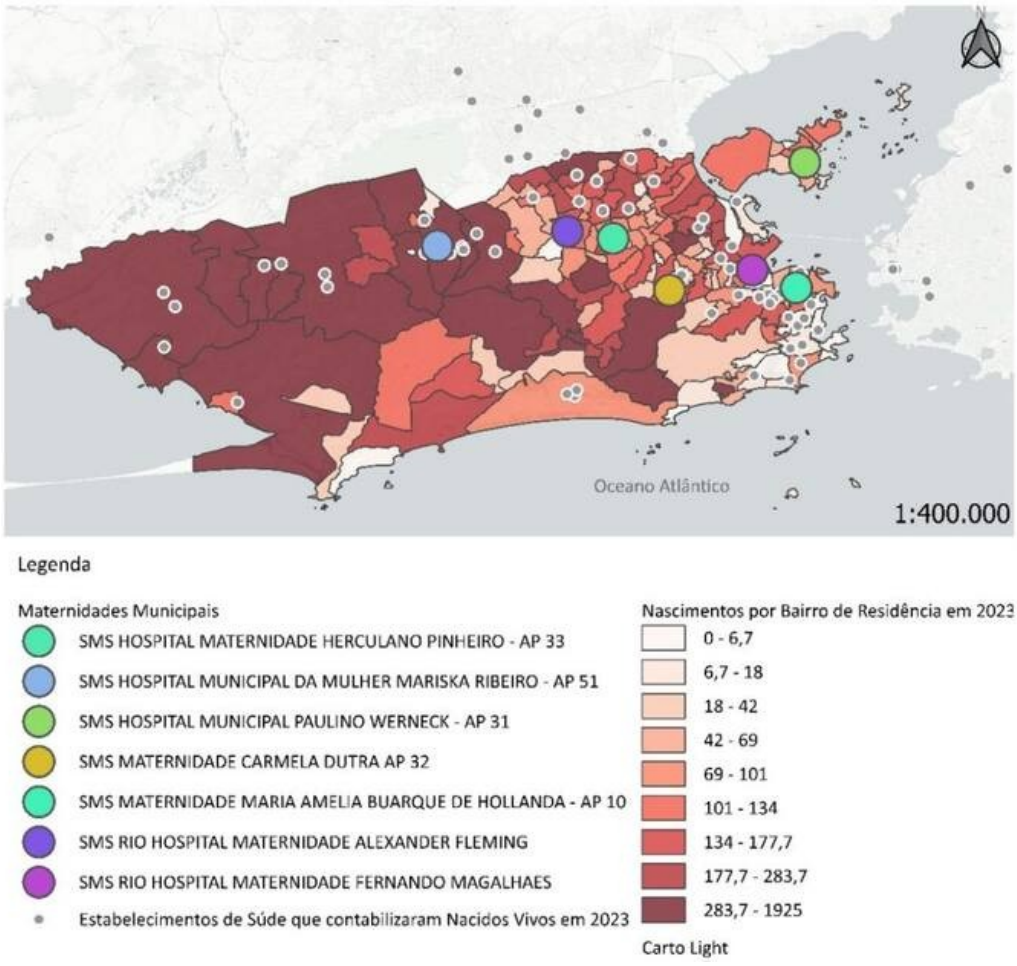
Nesse contexto, ao destacar dois objetivos contidos no Objetivo de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Agenda 2030, são diretamente visados o ODS 11, REFERENTE à "Cidades e Comunidades Sustentáveis", que busca tornar as cidades e comunidades mais inclusivas, seguras, resilientes e sustentáveis para tanto postula "Apoiar relações econômicas, sociais e ambientais positivas entre áreas urbanas, periurbanas e rurais, reforçando o planejamento nacional e regional de desenvolvimento" [3]. Urge, então, que o Brasil, como signatário, busque investir em iniciativas de menor pegada de carbono no setor de transporte, uma vez que o setor alcançou em 2023, 22,5% de participação de fontes renováveis [4]. Ainda que haja esse avanço, o consumo total do setor apresentou alta de 4,4% ainda utilizando o óleo diesel e a gasolina como os combustíveis predominantes no cenário nacional. Em nível municipal, é importante a discussão constante da revisão dos Planos Diretores, visando a encurtar as distâncias percorridas pela população dentro desse território. Portanto, para que o planejamento nacional de desenvolvimento atenda aos critérios de sustentabilidade e eficiência energética (ODS 7 e 11), é fundamental que o incentivo às energias renováveis considere as emissões incorporadas do deslocamento da população, assegurando que a transição energética brasileira promova, de fato, a equidade ambiental e social.

A rede de maternidades no Rio de Janeiro e a iniquidade territorial

Contemporâneo a esse processo no Brasil, encontra-se na Região Sudeste, o estado do Rio de Janeiro, mais precisamente o município do Rio de Janeiro (Figura 2). Contidas na Região Metropolitana I (Error: Reference source not found). A Região Metropolitana do Rio de Janeiro, criada em 1974, foi dividida para fins de planejamento em saúde, em 2001, nas regiões Metropolitana I e II. Em 2009, o município do Rio de Janeiro separou-se para formar sua própria região de saúde, mas, um ano depois, discussões sobre essa configuração foram retomadas. Após análises conceituais e jurídicas, concluiu-se que a capital não deveria ser uma região de saúde única, resultando em seu retorno à Região Metropolitana I em 2011. Atualmente, a região mantém a configuração do plano de 2001, sem a antiga divisão em microrregiões 30 maternidades são divididas igualmente entre os perfis de baixo e alto risco. Das 15 unidades de alto risco, apenas sete possuem habilitação oficial (GAR), concentrando-se majoritariamente na capital e em Nova Iguaçu, com destaque para hospitais estaduais e municipais de referência [5]. O atendimento de risco habitual é suprido por maternidades municipais e unidades especializadas, como a Casa de Parto Davi Capistrano Filho. Entretanto, a rede enfrenta sérias lacunas assistenciais devido à ausência de maternidades em Japeri e Queimados, além da desativação de serviços em Nilópolis e Belford Roxo, o que gera

peregrinação e sobrecarga nas unidades remanescentes [5]. Ao produzir e analisar o mapa de nascimentos por bairro de residência em 2023, revela-se que as maternidades municipais se localizam, em sua maioria, em bairros com o número de nascimentos inferior ao de bairros periféricos. Esse descompasso territorial tem impactos diretos sobre a mobilidade das gestantes, especialmente na Zona Oeste, onde se concentra a Maternidade Municipal Mariska Ribeiro. A unidade foi selecionada para estudo de caso em razão do número elevado de nascimentos por bairro de residência e por ser mais afastada das demais maternidades municipais.

Figura *1*: Mapa dos Nascimentos por Bairro de Residência em 2023 e Localização dos Estabelecimentos de Saúde que computaram nascidos vivos. Maternidades Municipais no município do Rio de Janeiro em destaque



Fonte: Os autores, a partir de dados organizados no programa QGis, com base nos dados do Sistema de Informações sobre Nascidos Vivos – SINASC [6], acesso via TABNET Rio [7].

Esse artigo tem por objetivo geral avaliar o consumo energético e o impacto ambiental dos deslocamentos de gestantes de áreas periféricas do Rio de Janeiro até a Maternidade Municipal Mariska Ribeiro, analisando a equidade territorial na distribuição das maternidades municipais. Como objetivos específicos, busca-se: (i) identificar os principais fluxos de origem das pacientes por bairro de residência; (ii) calcular a pegada energética dos deslocamentos pelo indicador GEP; e (iii) contextualizar o resultado em relação ao consumo residencial brasileiro.

O artigo está organizado nas seguintes seções: Metodologia (fontes de dados, ferramentas e procedimentos analíticos); Resultados e Discussão (dados tabulados e interpretação); e Considerações Finais (contribuições, limitações e perspectivas).

METODOLOGIA

Adotou-se uma abordagem mista, combinando análises quantitativas e descritivas para investigar a relação entre a distribuição espacial de maternidades no Município do Rio de Janeiro e o impacto ambiental dos deslocamentos. A dimensão quantitativa enfatizou a mensuração do consumo energético por meio do indicador GEP; a dimensão descritiva contextualizou esses dados por meio de análise espacial e mapeamento georreferenciado.

O (Quadro 1) sistematiza as fontes de dados e ferramentas utilizadas em cada etapa da pesquisa

Quadro 1: Sistematização de fontes, dados e ferramentas utilizadas em cada etapa da pesquisa

Fonte/ Ferramenta	Descrição	Uso na pesquisa
SINASC [6]	Sistema de Informações sobre Nascidos Vivos (MS/SVSA). Microdados de nascimentos por bairro de residência, ano-base 2023.	Levantamento dos fluxos de origem das pacientes
TABNET [7]	Plataforma online do DATASUS para acesso, tabulação e análise de dados do SUS.	Extração dos microdados do SINASC
SIMOB [8]	Sistema de Informações da Mobilidade Urbana (Min. das Cidades, 2020). Indicador GEP/hab/dia por porte de cidade e por modo de transporte.	Base para cálculo da pegada energética
CNES [11]	Cadastro Nacional de Estabelecimentos de Saúde (MS). Tipologia, localização e atividade principal de cada unidade.	Identificação e geocodificação das maternidades
QGIS (open source)	Software de análise espacial e cartografia. Plugins utilizados: GEOCODE (geocodificação), Routine MAPPER (rotas) e LF TOOLS (distâncias).	Mapeamento, análise de rotas e mensuração de distâncias
EPE – BEN 2024 [4]	Balanço Energético Nacional 2024 (ano-base 2023). Consumo residencial médio e fatores de conversão energética.	Conversão de unidades e comparação com consumo residencial
IBGE – Censo 2022 [11]	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Dados populacionais por município.	Definição do porte do município para seleção do indicador GEP

Fonte: os autores.

A metodologia foi organizada a partir da sistematização das fontes de dados e das etapas analíticas da pesquisa. O percurso metodológico foi dividido em três fases complementares: levantamento de dados, análise espacial georreferenciada e cálculo da pegada energética. Fase 1, levantamento de dados: composta por três etapas voltadas à identificação das fontes, à coleta dos dados de nascidos vivos e ao mapeamento das maternidades municipais. Fase 2, análise espacial georreferenciada: composta por quatro etapas dedicadas à representação cartográfica do objeto de estudo, à sobreposição das camadas espaciais e à mensuração dos deslocamentos até a unidade analisada. Fase 3, cálculo e contextualização da pegada energética: composta por três etapas voltadas ao cálculo do consumo energético, à conversão de

unidades e à comparação dos resultados com parâmetros de consumo residencial. Tais fases podem ser vistas abaixo no Quadro 2.

Quadro 2: Fluxograma das etapas metodológicas da pesquisa

Fase 1 – Levantamento de dados	
1	Levantamento bibliográfico – Região Metropolitana I
2	Macrodados de nascidos vivos por bairros de residência (SINASC/TABNET,2023)
3	Localização das maternidades municipais – Cadastro Nacional (CNES)
Fase 2 – Análise espacial georreferenciada (QGIS)	
4	Mapa coroplético de nascimentos por bairro- shapefile com 9 tons (QGIS)
5	Sobreposição: camada pontual com localização exata das maternidades
6	Geocodificação (GEOCODE), rotas (Routine MAPPER), distâncias (LF TOOLS)
7	Seleção do bairro de maior deslocamento: Campo Grande (14,4 km)
Fase 3 – Cálculo e contextualização da pegada energética	
8	Pegada energética: 3996 partos x 437 GEP/hab/dia (cidade> 1 M hab.)
9	Conversão de unidades: GEP -> kg petróleo ->Joules (42 MJ/kg) -> kwh
10	Comparação com consumo residencial médio e Tarifa Social (EPE, 2023)

Fonte: os autores.

Ressalta-se que o deslocamento foi computado como somatória do transporte coletivo e individual, sem desagregação modal, visto que o indicador GEP/hab/dia do SIMOB [8] agrega ambos os modos. Não foram incorporadas, nesta versão, as proporções relativas a deslocamentos por ambulância (~18,5% na Região Sudeste) nem os casos de peregrinação entre unidades (85% atendidas no 1° hospital, 11% no 2° e 4% no 3°) [9], constituindo-se conforme as limitações explicitadas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

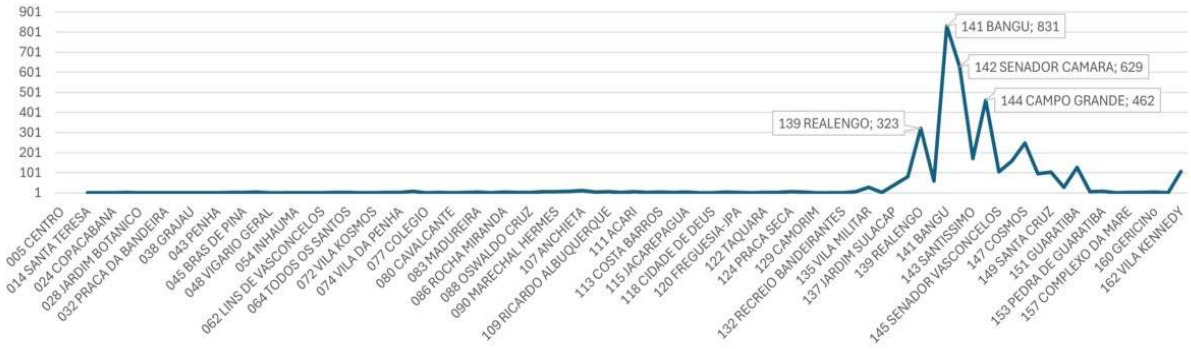
Distribuição espacial das maternidades municipais

Segundo o Censo IBGE 2022, o Município do Rio de Janeiro contava com 6.211.223 habitantes [10], classificando-o na faixa de cidades com mais de 1 milhão de habitantes. Fluxos de origem das pacientes — Maternidade Mariska Ribeiro (2023)

A maternidade Mariska Ribeiro, no ano de 2023, realizou 3996 partos.[4] Desse total, os nascidos vivos residiam nos bairros de Bangú (831), Senador Camará (629), Campo Grande (462) e Realengo (323). Dentre esses bairros, o de maior deslocamento até a maternidade é o de Campo Grande, com 14,4 Km de distância, seguido dos bairros de Realengo com 5,6 Km, Senador Camará com 3,8 Km e Bangu 0 Km por ser o bairro de localização da maternidade em questão. Ainda é importante salientar que, dentre os 166 bairros no município do Rio de Janeiro, 77 contribuíram com pelo menos um caso e os outros 89 não contribuíram (Error: Reference source not found). Vale ressaltar que na (Figura 2) nem todos os bairros aparecem listados, uma vez que estenderia o gráfico apresentado.

DOI: https://doi.org/10.46421/entac.v21i1.8429

Figura 2: Nascidos Vivos no Município do Rio de Janeiro por Bairro de Residência na Maternidade Municipal Mariska Ribeiro no ano de 2023.

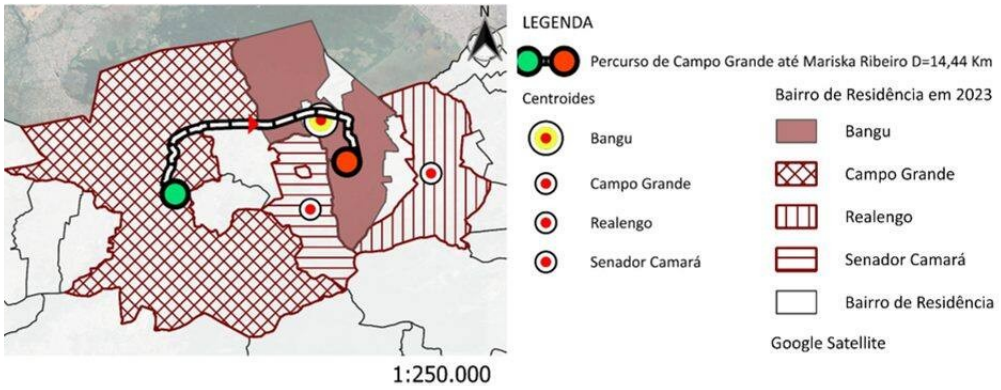


Fonte: MS/SVSA/CGIAE – Sistema de Informações sobre Nascidos Vivos (SINASC) [6], acesso via TABNET Rio [4].

A distribuição dos atendimentos evidencia a predominância de bairros periféricos da Zona Oeste entre as principais origens das pacientes. Entre os bairros com participação expressiva, Campo Grande destaca-se por apresentar o maior deslocamento até a Maternidade Municipal Mariska Ribeiro, com distância estimada de 14,44 km.

Para o cálculo das distâncias, o ponto de partida de cada bairro foi definido automaticamente pelo plugin GEOCODE, a partir do centróide da respectiva geometria territorial do bairro. Esse procedimento permitiu estimar os deslocamentos de forma padronizada e comparável entre os bairros analisados, conforme apresentado na Figura 3.

Figura 3: Percurso de Campo Grande até a Maternidade Municipal Mariska Ribeiro



Fonte: CNES Os autores.

CÁLCULO DA PEGADA ENERGÉTICA

Para cidades com mais de 1 milhão de habitantes, o SIMOB [8] aponta consumo de 437 GEP/hab/dia (205 GEP em transporte coletivo + 232 GEP em transporte individual), o maior índice entre todas as faixas de porte, aproximadamente três vezes superior ao de cidades menores (142 GEP/hab/dia), refletindo a maior dependência de deslocamentos longos em metrópoles.

Tabela 1 Cadeia completa de conversão.

Parâmetro	Valor	Referência
Nascidos vivos — Mariska Ribeiro, 2023	3.996	[6][7]
Indicador de consumo energético (cidade > 1 M hab.)	437 GEP/hab/dia	[8]

Consumo total estimado	1.746.252 GEP	Calc.
Conversão GEP → kg de petróleo	1.746,25 kg	[4]
Poder calorífico médio do petróleo	42 MJ/kg	[4]
Total em Joules	$7{,}33\times10^{13}$ J (≈ 73,34 TJ)	Calc.
Conversão J → kWh (1 kWh = $3{,}6\times10^{6}$ J)	≈ 20.361.111 kWh	Calc.

Fonte: SIMOB [8] e EPE [4], e MS/SVSA/CGIAE – Sistema de Informações sobre Nascidos Vivos (SINASC) [6], acesso via TABNET Rio [7].

CONTEXTUALIZAÇÃO COM O CONSUMO RESIDENCIAL

Para contextualizar o montante estimado de ≈ 20.361.111 kWh, a (Tabela 2) compara esse valor com dois parâmetros de referência do consumo residencial brasileiro, extraídos do Balanço Energético Nacional 2024 (EPE [4]): a média nacional de todos os consumidores e o limite da Tarifa Social de Energia Elétrica (TSEE), que define o patamar de consumo das famílias em situação de vulnerabilidade socioeconômica.

A Tabela 2 Energia estimada com parâmetros de consumo residencial em dois cenários, a partir dos dados da EPE [4].

Cenário	Consumo médio mensal	Consumo anual
Média nacional (todos os consumidores)	178 kWh/mês	2.136 kWh/ano
Tarifa Social de Energia Elétrica (TSEE) — pop. vulnerável	94 kWh/mês	1.128 kWh/ano

Fonte: EPE [4].

Dividindo-se o total estimado pelo consumo anual da faixa TSEE (1.128 kWh/ano), obtém-se que a energia mobilizada nesses deslocamentos equivale ao abastecimento de aproximadamente 18.000 residências vulneráveis por um ano inteiro. Os resultados evidenciam, assim, uma dupla injustiça distributiva: as famílias que mais dependem do sistema público de saúde e dos deslocamentos até as maternidades são as mesmas atendidas pela Tarifa Social. Essa coincidência de vulnerabilidades — socioeconômicas e de mobilidade — aponta para a necessidade de enfrentar conjuntamente as políticas de saúde, urbanismo e energia, em consonância com os ODS 7 e 11.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo investigou o consumo energético e o impacto ambiental dos deslocamentos de gestantes até a Maternidade Municipal Mariska Ribeiro, articulando dados georreferenciados de saúde com indicadores de mobilidade e energia. Os resultados obtidos — estimativa de $7{,}33\times10^{13}$ Joules para os 3.996 deslocamentos registrados em 2023 — confirmam que a centralização dos serviços de maternidade impõe uma pegada energética expressiva, concentrada justamente nas populações de maior vulnerabilidade socioeconômica e territorial.

Como contribuição ao campo, a pesquisa evidencia três pontos principais. Primeiro, demonstra que bases públicas brasileiras como SINASC/TABNET, CNES, SIMOB, EPE e IBGE podem sustentar análises integradas sobre saúde, mobilidade e energia. Segundo, mostra que a combinação entre análise espacial georreferenciada e conversão energética por indicadores padronizados permite mensurar, de forma comparável, os efeitos territoriais dos deslocamentos até equipamentos de saúde. Por fim, a abordagem metodológica adotada apresenta potencial de replicação em outras

redes assistenciais, contribuindo para estudos voltados à regionalização dos serviços e à justiça socioambiental.

Limitações metodológicas

As seguintes limitações devem ser consideradas na interpretação dos resultados:

— Uso do GEP/hab/dia como indicador agregado: o SIMOB fornece um consumo médio que não distingue o perfil de deslocamento de gestantes (modo de transporte, distância real percorrida, número de baldeações), o que pode introduzir imprecisões no cálculo.

— Peregrinação não contabilizada: não foram incorporados os casos de mulheres que buscam atendimento em mais de uma unidade (11% no 2° hospital, 4% no 3°), o que subestima o consumo energético real [9].

— Modal ambulância não desagregado: as parturientes transportadas por ambulância (~18,5% na Região Sudeste) têm perfil de consumo energético diferente das demais, mas foram tratadas de forma agregada.

— Estimativa de emissões de CO_2 generalista: a afirmação de emissão superior a 1 tonelada de CO_2 carece de desagregação por modal e de fator de emissão específico por combustível, devendo ser detalhada em estudos subsequentes.

Perspectivas para trabalhos futuros

(i) Replicar a metodologia nas demais maternidades municipais, ampliando o escopo territorial e viabilizando comparações entre elas.

(ii) Desagregar o consumo energético por modal de transporte (ônibus, automóvel, ambulância), incorporando as proporções reais de cada modal e os respectivos fatores de emissão de CO_2.

(iii) Incorporar a peregrinação entre unidades no cômputo da pegada energética, com base nas proporções documentadas.

(iv) Examinar o Plano Diretor Municipal vigente, avaliando se as áreas reservadas a equipamentos de saúde contemplam regiões periféricas com alta demanda.

(v) Desenvolver um índice composto de equidade energética em saúde, articulando acessibilidade, consumo por deslocamento e vulnerabilidade socioeconômica, para subsidiar políticas de regionalização e revisão dos Planos Diretores.

Os resultados obtidos reforçam a necessidade de integrar critérios de eficiência energética, acessibilidade e distribuição espacial dos serviços de saúde ao planejamento urbano e social. A eficiência energética da cidade começa antes do hospital: começa no trajeto que a gestante percorre para chegar até ele.

AGRADECIMENTOS

Ao Programa de Pós-Graduação em Arquitetura da FAU-UFRJ.

Declaração

Durante a preparação deste artigo, todos os autores utilizaram as ferramentas para a tradução, revisão, melhoria de coesão, interpretação de dados, do texto. Após a utilização da(s) ferramenta(s)/serviço(s), os autores revisaram e editaram o conteúdo conforme necessário e assumem total responsabilidade pelo conteúdo do artigo publicado.

A declaração deve ser incluída na versão final, aceita e revisada, e carregada no sistema OJS do ENTAC 2026.

REFERÊNCIAS

[1] ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **Mobilizing sustainable transport for development: analysis and policy recommendations from the United Nations Secretary-General's High-Level Advisory Group on Sustainable Transport**. New York: United Nations, 2016.

[2] SHELLER, M. **Mobility justice**. In: BÜSCHER, Monika; FREUDENDAL-PEDERSEN, Malene; KESSELRING, Sven; KRISTENSEN, Nikolaj Grauslund (Eds.). Handbook of research methods and applications for mobilities. Cheltenham: Edward Elgar Publishing, 2020. p. 11-20.

[3] ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **Sobre o nosso trabalho para alcançar os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável no Brasil**. Brasília, DF: Nações Unidas Brasil, 2024. Disponível em: https://brasil.un.org/pt-br/sdgs. Acesso em: 18 jan. 2026.

[4] EPE .EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Balanço Energético Nacional 2024**: Ano base 2023. Rio de Janeiro: EPE, 2024. Disponível em: https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/balanco-energetico-nacional-2024. Acesso em: 18 jan. 2026.

[5] SECRETARIA DE ESTADO DE SAÚDE DO RIO DE JANEIRO. **Diagnóstico de saúde da Região Metropolitana I**. Rio de Janeiro: SES-RJ, 2020.

[6] BRASIL. Ministério da Saúde. **Secretaria de Vigilância em Saúde e Ambiente. Sistema de Informações sobre Nascidos Vivos (SINASC)**. Brasília: Ministério da Saúde, [s.d.]. Disponível em: https://www.gov.br/saude/pt-br/composicao/svsa/sistemas-de-informacao/sinasc. Acesso em: 18 jan. 2026.

[7] BRASIL. Ministério da Saúde. **TABNET**. Brasília: DATASUS, [s.d.]. Disponível em: https://datasus.saude.gov.br/informacoes-de-saude-tabnet/. Acesso em: 18 jan. 2026.

[8] BRASIL. Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Mobilidade Urbana. **Sistema de Informações da Mobilidade Urbana (SIMOB)**. Brasília: Ministério das Cidades, 2020.Acesso em: 20 fev. 2026

[9] FIOCRUZ. **Pesquisa revela dados preliminares sobre parto e nascimento no Brasil**. Rio de Janeiro: Fiocruz, 2012. Disponível em: https://agencia.fiocruz.br/pesquisa-revela-dados-preliminares-sobre-parto-e-nascimento-no-brasil. Acesso em: 18 jan. 2026.

[10] IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Demográfico 2022: Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro: IBGE, 2023. Disponível em: https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rj/rio-de-janeiro/panorama. Acesso em: 20 fev. 2026.

[11] BRASIL. Ministério da Saúde. **Cadastro Nacional de Estabelecimentos de Saúde (CNES).** Brasília: Ministério da Saúde, [s.d.]. Disponível em: https://cnes.datasus.gov.br/. Acesso em: 18 jan. 2026.