

Estimativa de Exposição Humana à Poluição Sonora no Aeroporto de Aracaju

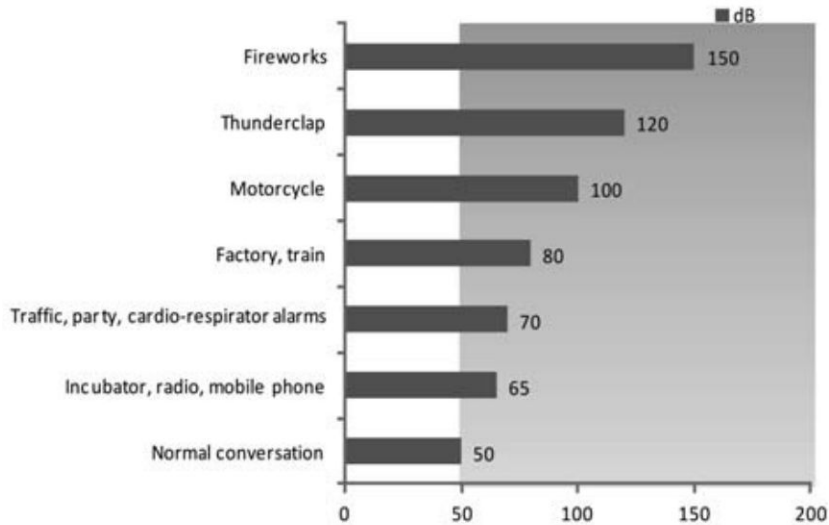
Marcelo Saraiva Peres

População, Espaço e Ambiente – INPE

01 de Setembro de 2021

Introdução

Métricas de ruído são utilizadas para quantificar o “barulho” incidente na população;
Alguns limites são impostos;



NBR 10.151: Avaliação do ruído

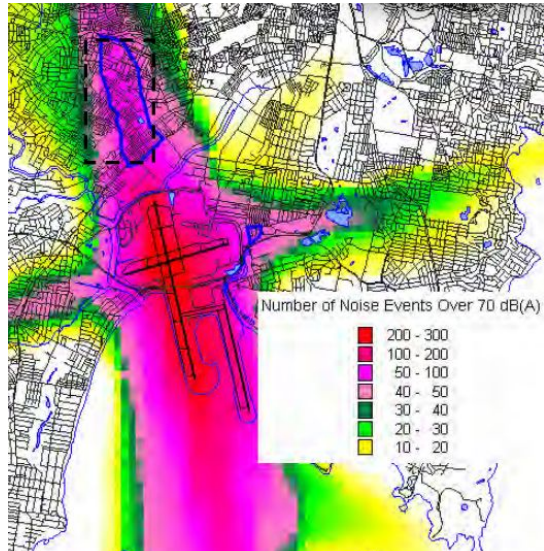
Tabela 1 - Nível de critério de avaliação NCA para ambientes externos, em dB(A)

Tipos de áreas	Diurno	Noturno
Áreas de sítios e fazendas	40	35
Área estritamente residencial urbana ou de hospitais ou de escolas	50	45
Área mista, predominantemente residencial	55	50
Área mista, com vocação comercial e administrativa	60	55
Área mista, com vocação recreacional	65	55
Área predominantemente industrial	70	60

[ABNT, 2000]

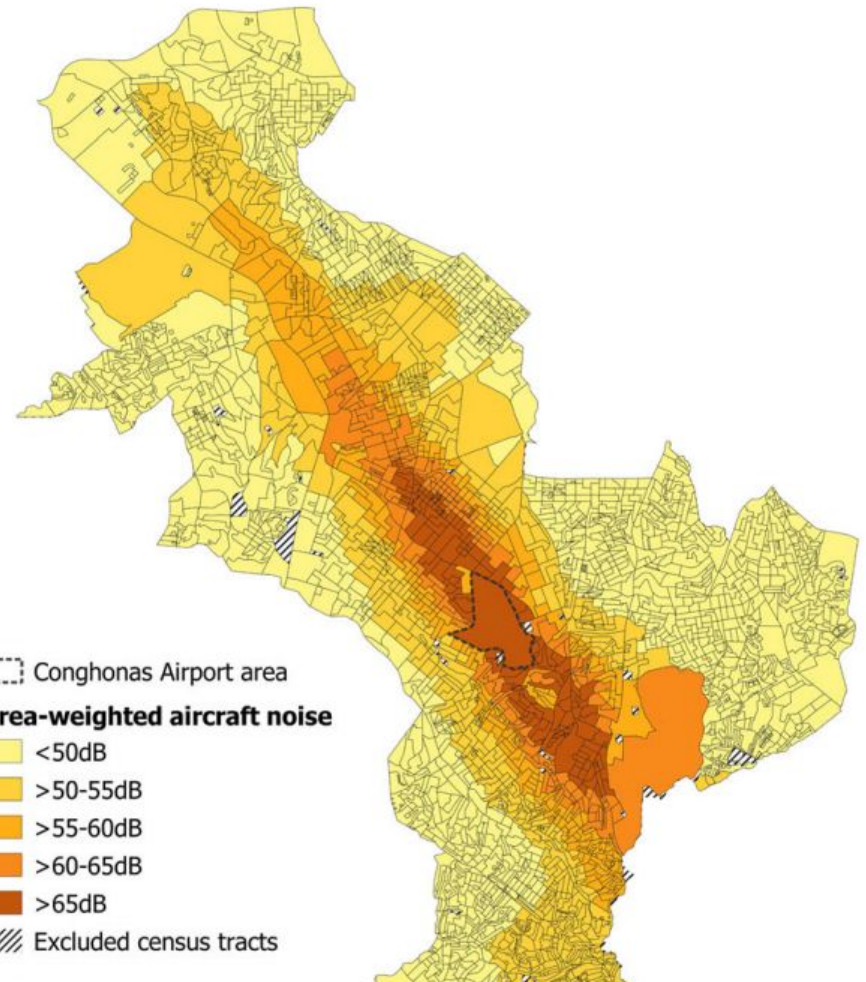
[Thakur, 2016]

Introdução



[Issarayangyun, 2005]

Ruído Aeronáutico está associado ao risco à saúde: AVC, problemas cardiovasculares, redução em performance escolar e problemas do sono



[Roca-Barceló *et.al.*, 2021]

Introdução



Em 2011 a ANAC regulamentou o ruído aeronáutico através do RBAC 161

Uso do Solo	Abaixo de 65
Residencial	
Residências uni e multifamiliares	S
Alojamentos Temporários (exemplos: hotéis, motéis e pousadas ou empreendimentos equivalentes)	S
Locais de permanência prolongada (exemplos: presídios, orfanatos, asilos, quartéis, mosteiros, conventos, apart-hotéis, pensões ou empreendimentos equivalentes)	S

[RBAC, 2021]

Em aeroportos são representadas como **Curvas de Ruído** indicadas em **decibéis (dB)**; Com objetivo de representar a **área de impacto do ruído aeronáutico**.

Objetivos

A ênfase deste estudo é estimar a quantidade de **população exposta** ao ruído aeronáutico;

- Quais **dados** (curvas de ruído e dados demográficos) utilizar?
- Existe um **crescimento das populações afetadas** pelo ruído?
- É possível identificar a **população mais sensível** ao ruído?
- Existe um **crescimento da infraestrutura urbana** nas faixas de proteção de ruído que podem originar **maior exposição humana**?

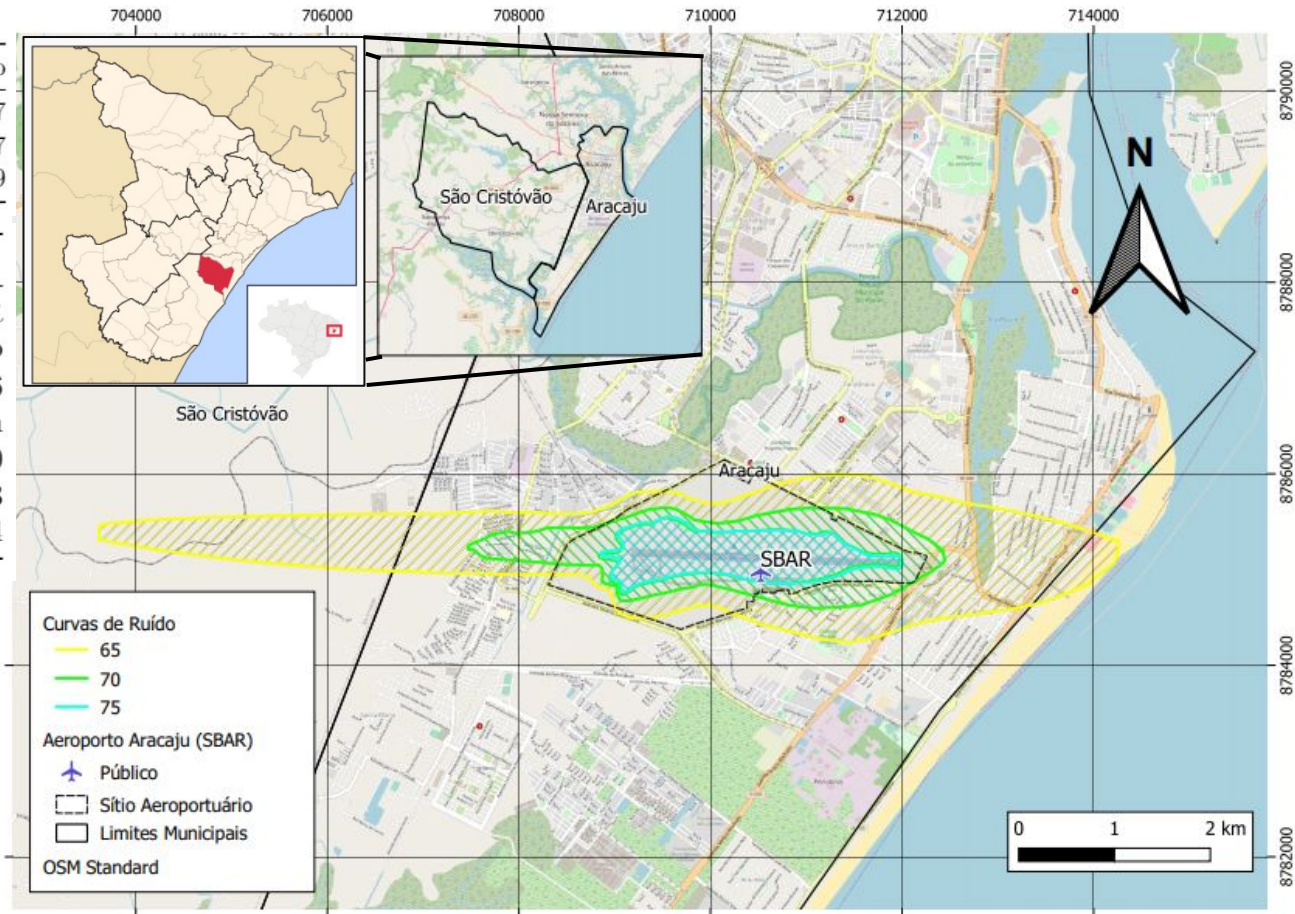
Métodos - Área de Estudo

Informações	Aracaju	São Cristóvão
População (hab.)	672.614	87.047
Área (km ²)	181	437
Densidade (hab./km ²)	3.698	199

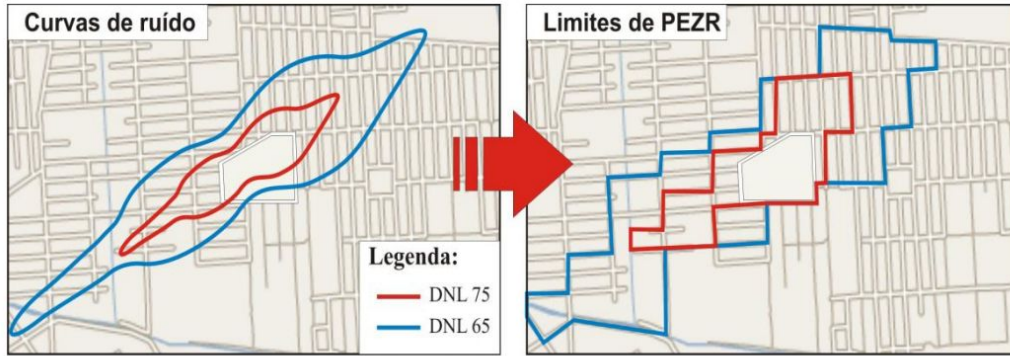
Aeroporto de Aracaju-SE

Código ICAO	SBAR
Tipo	Público
Área do sítio (km ²)	3,66
Comprimento de pista	2.200m
Capacidade passageiros por ano	4.300.000
Passageiros em 2020	300.943
Decolagens	2.3734

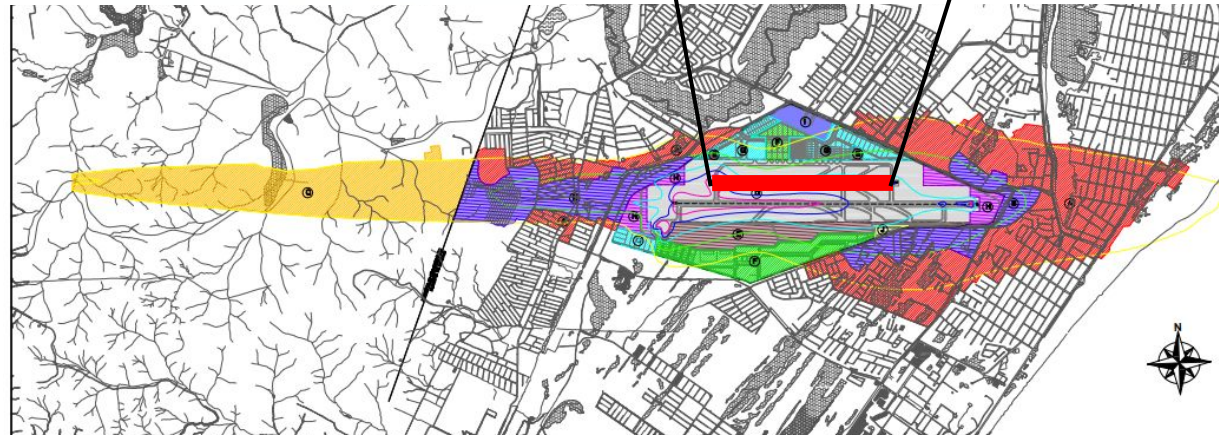
Sistema de Referência de
Coordenada EPSG 31984



Métodos - Curvas de Ruído



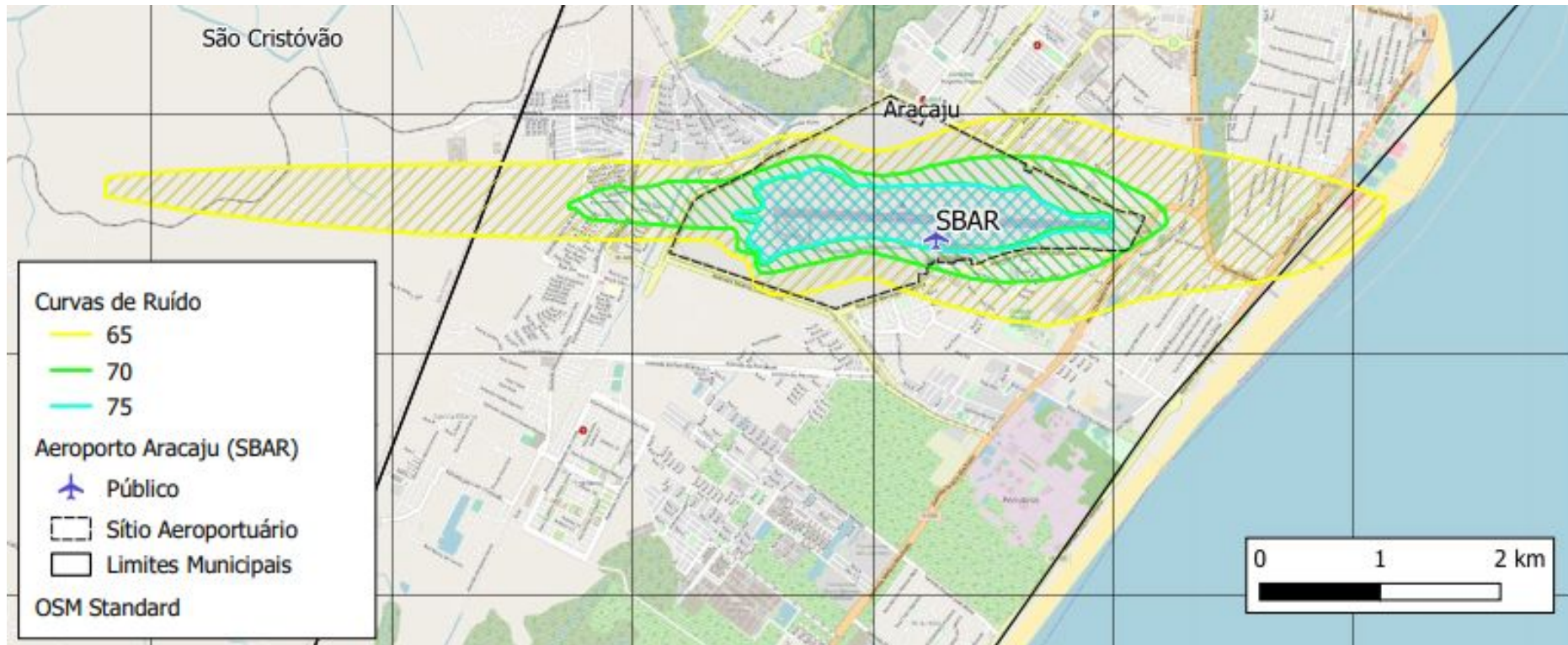
[DE MIRANDA, 2013]



O PEZR aponta as coordenadas das cabeceiras da pista

[INFRAERO, 2014]

Métodos - Curvas de Ruído



Curvas de Ruído do Aeroporto de Aracaju com coordenadas reprojctadas

Métodos - Dados demográficos

Censo 2010 dado vetorial

Censo 2010

Estado Município(opcional)

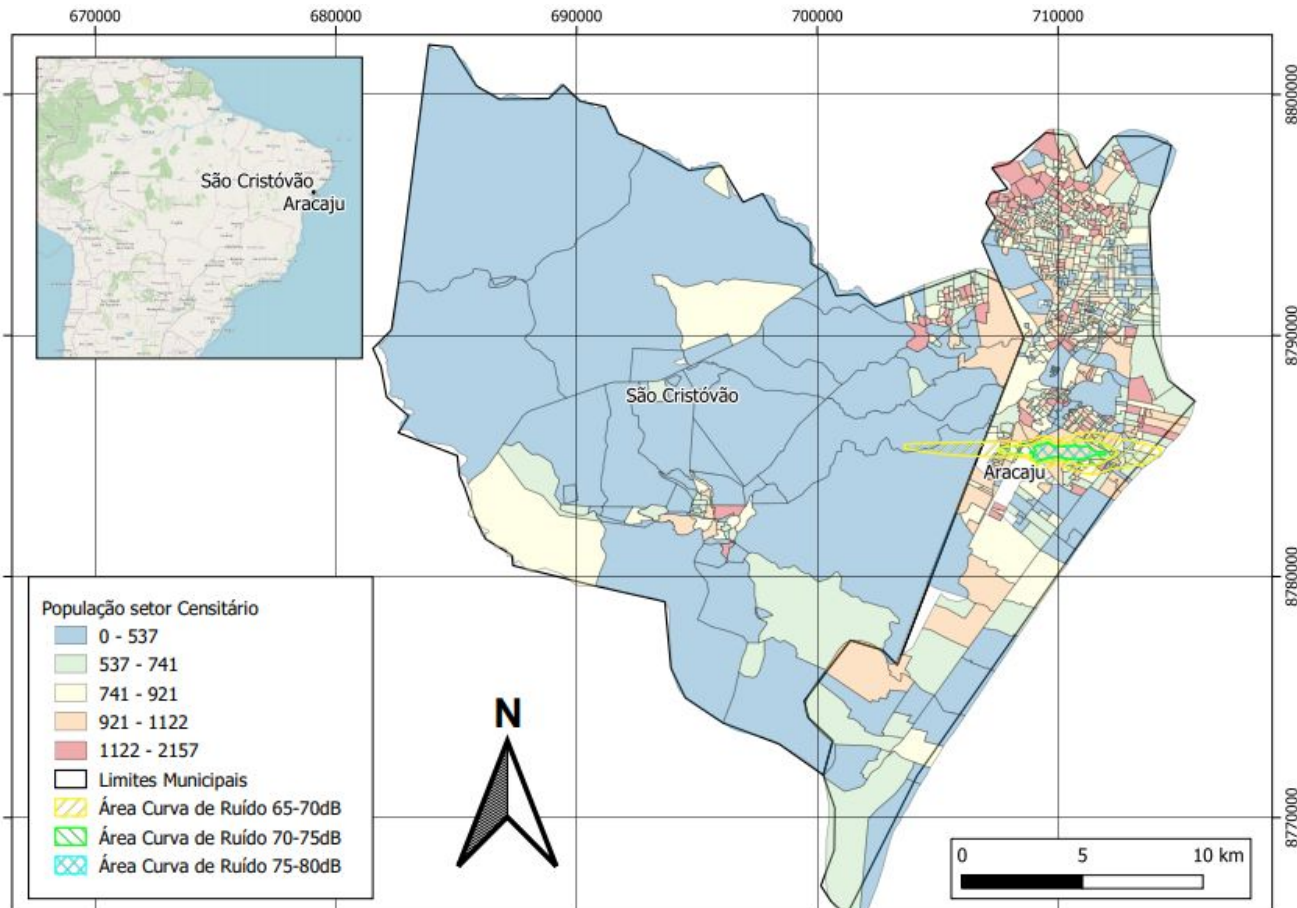
Dados Disponíveis Tabela

V035: Pessoas de 1 ano de idade: Pessoa13
V036: Pessoas com 2 anos de idade: Pessoa13
V037: Pessoas com 3 anos de idade: Pessoa13
V038: Pessoas com 4 anos de idade: Pessoa13
V039: Pessoas com 5 anos de idade: Pessoa13
V040: Pessoas com 6 anos de idade: Pessoa13
V041: Pessoas com 7 anos de idade: Pessoa13
V042: Pessoas com 8 anos de idade: Pessoa13
V043: Pessoas com 9 anos de idade: Pessoa13
V044: Pessoas com 10 anos de idade: Pessoa13
V045: Pessoas com 11 anos de idade: Pessoa13
V046: Pessoas com 12 anos de idade: Pessoa13
V047: Pessoas com 13 anos de idade: Pessoa13
V048: Pessoas com 14 anos de idade: Pessoa13
V049: Pessoas com 15 anos de idade: Pessoa13

Dados Selecionados



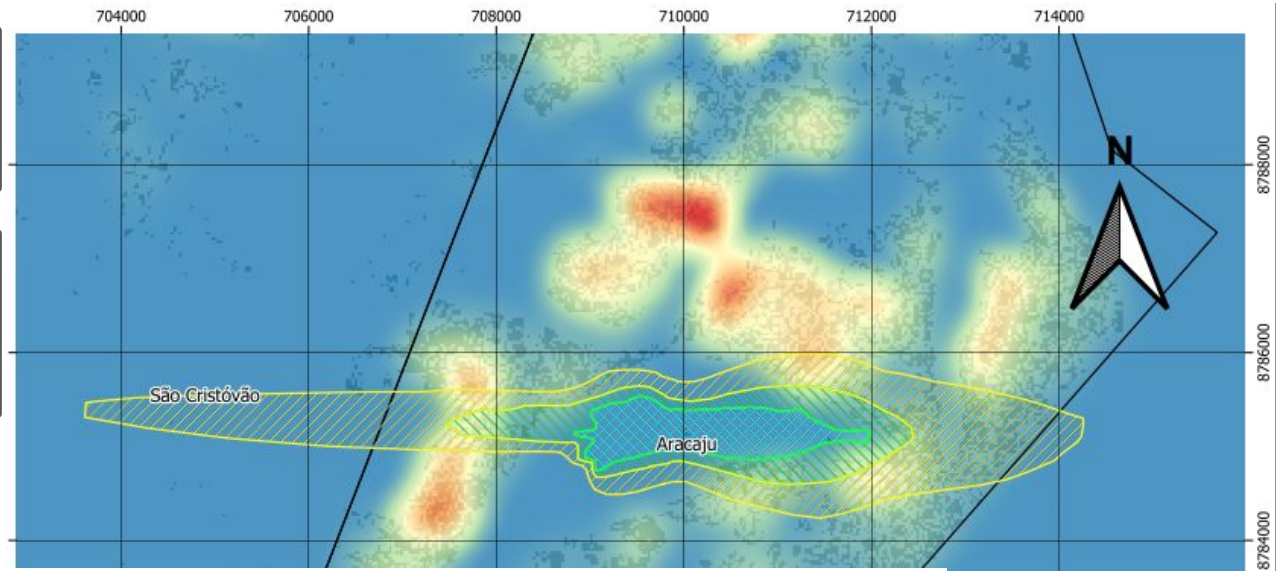
[IBGE, 2010]



Métodos - Dados demográficos

3 Dados celular (raster)

Cada célula (pixel)
informa a quantidade de
moradores



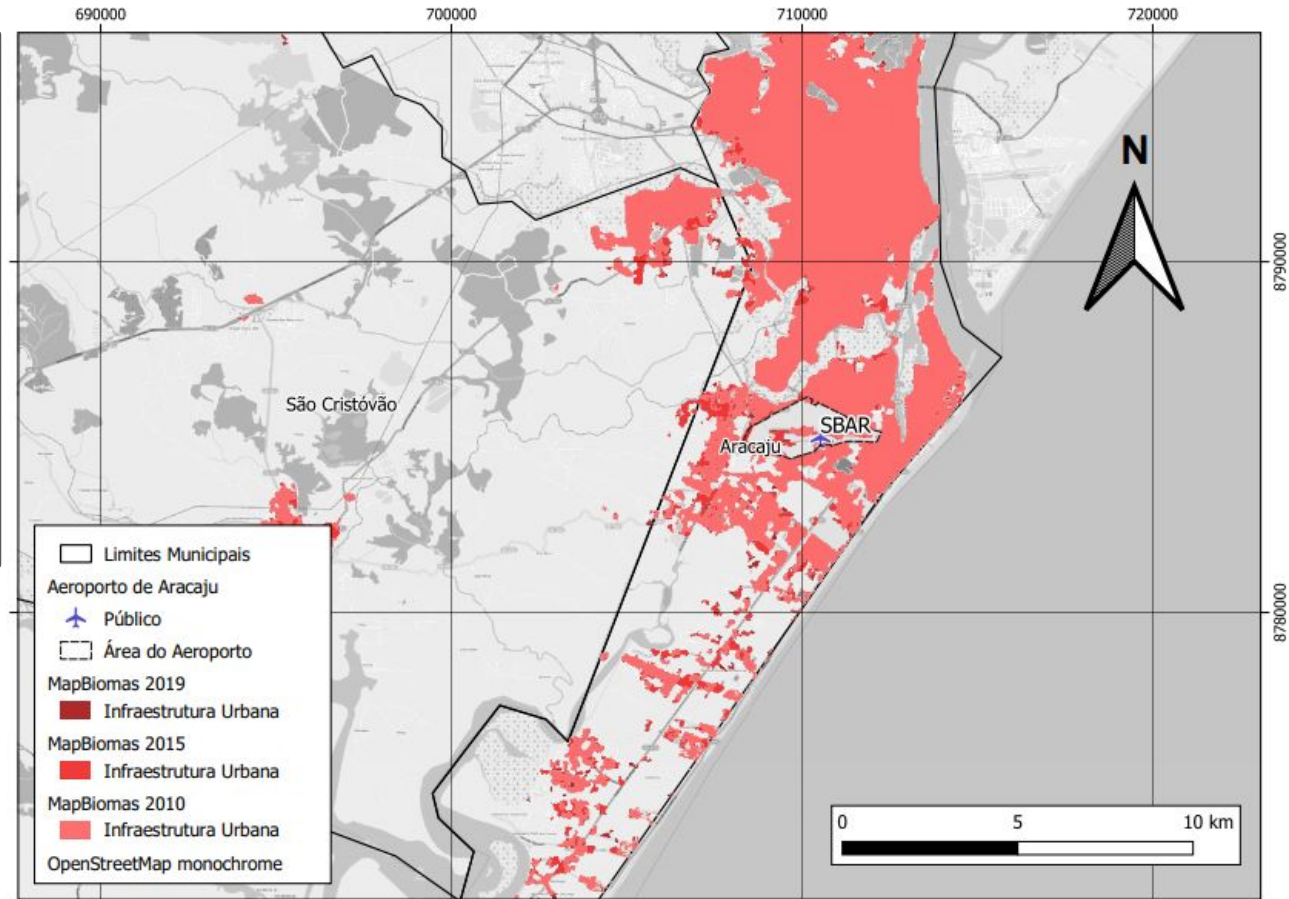
Nome	Ano	Tipo	Resolução	Informações
Censo	2010	Vetorial	Setores censitários	Grande quantidade de dados
GHSL	2015	Celular	Célula de 250m	nº total de moradores por célula
HDX	2019	Celular	Célula de 30m	População para diferentes faixas etárias
WorldPop	2020	Celular	Célula de 100m	nº total de moradores por célula



Métodos - Cobertura do solo

Projeto MapBiomas responsável pela geração de produtos para entendimento da dinâmica de cobertura do solo, nos anos de 1985 até 2020 para o Brasil (Resolução Espacial 30x30 m)

[MAPBIOMAS, 2021]



Métodos - Tratamento raster

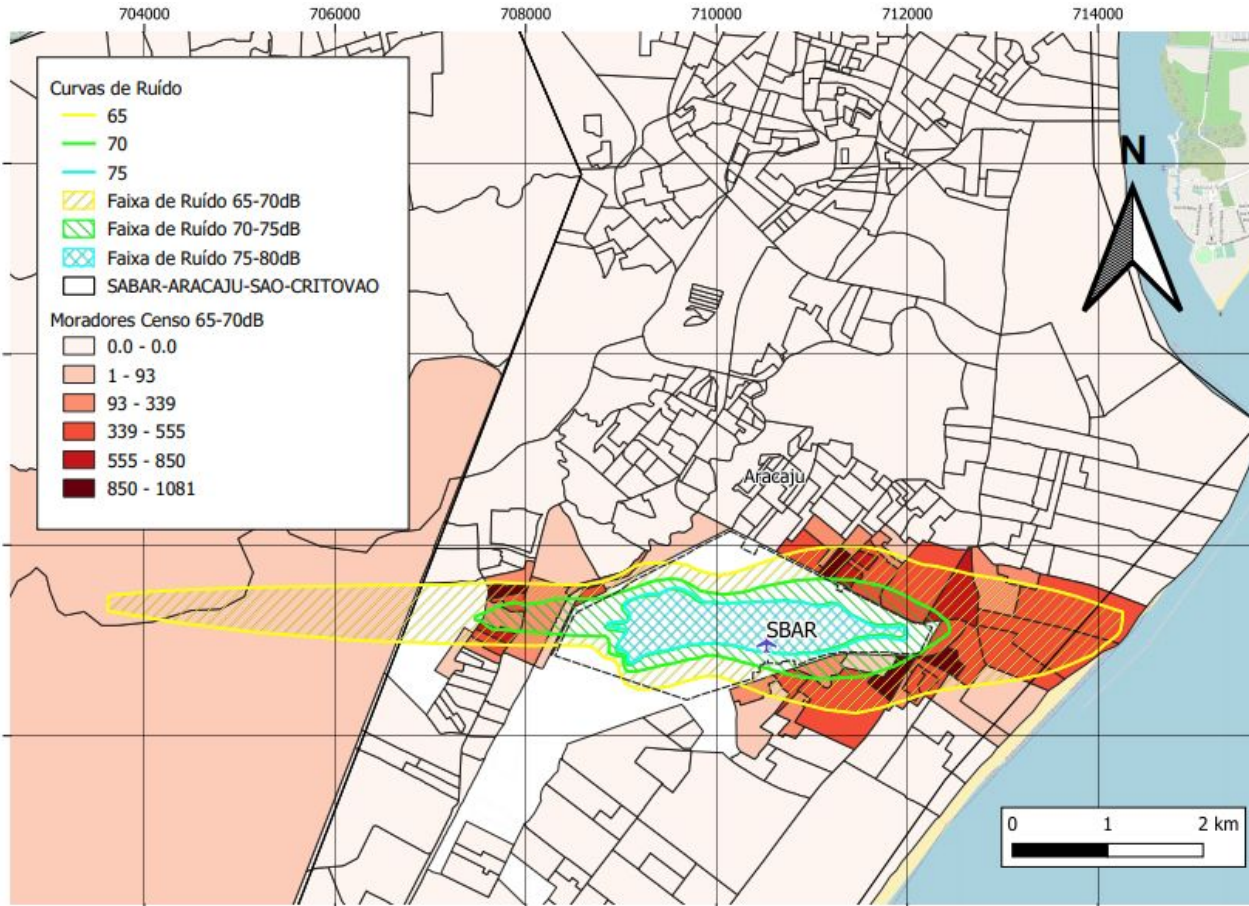


Informações raster para
dado vetorial

Exemplo: Contagem
Pop. HDX para dado
vetorial censitário

Ferramenta: Estatísticas
Zonais* QGIS

Métodos - Estimativa Populacional



As informações contidas dentro das curvas de ruído são contabilizadas pela **ponderação da área afetada**

Contabilizando, por exemplo, a quantidade de moradores atingidos pelo ruído nas **faixas**

Ferramenta: Análise de Sobreposição* QGIS

Métodos - HAP

[BENTES, 2013]

$$\%HAP = 0.8533 - 0.0401DNL^2 + 0.00047DNL^3$$

$$\%HAP = 78.9181 - 3.2645DNL + 0.036DNL^2$$

$$\%HAP = 1.395 \cdot 10^{-4}(DNL - 42)^3 + 4.081 \cdot 10^{-2}(DNL - 42)^2 + 0.342(DNL - 42)$$

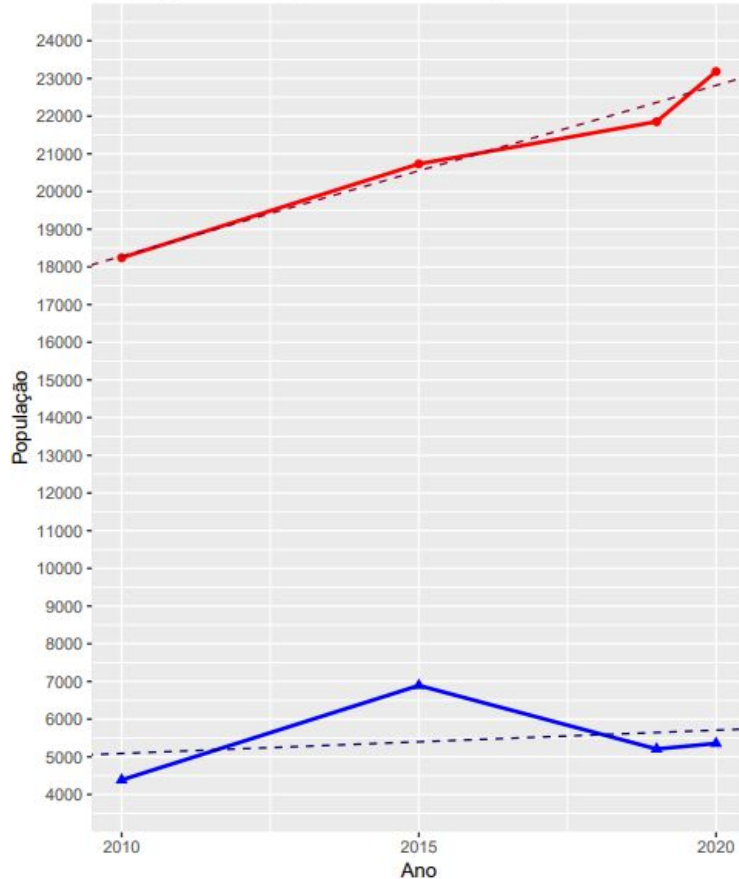
Métrica que indica a fração da população altamente afetada

Highly Annoyed Populations- HAP

Estas 3 diferentes abordagens (Schultz, Fidell e Miedema) estimam a % da população afetada dentro das faixas de ruído;

Análise e Resultados

População Afetada pelo Ruído ao longo dos anos



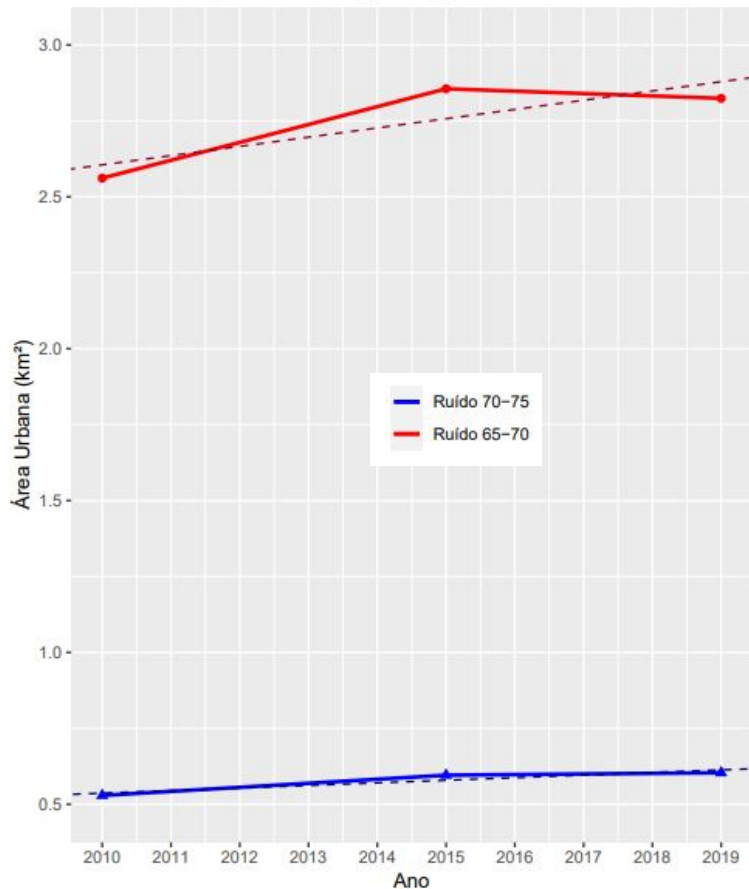
aumento da pop. (coef.angular): **453 hab/ano**

Informação	CENSO	GHSL	HDX	WorldPop	
Ano	2010	2015	2019	2020	
Faixa de Ruído	65-70	18.242	20.732	21.852	23.183
	70-75	4.386	6.893	5.207	5.355

aumento da pop. (coef.angular): **61 hab/ano**

Análise e Resultados

Área urbana pela classificação MapBiomas



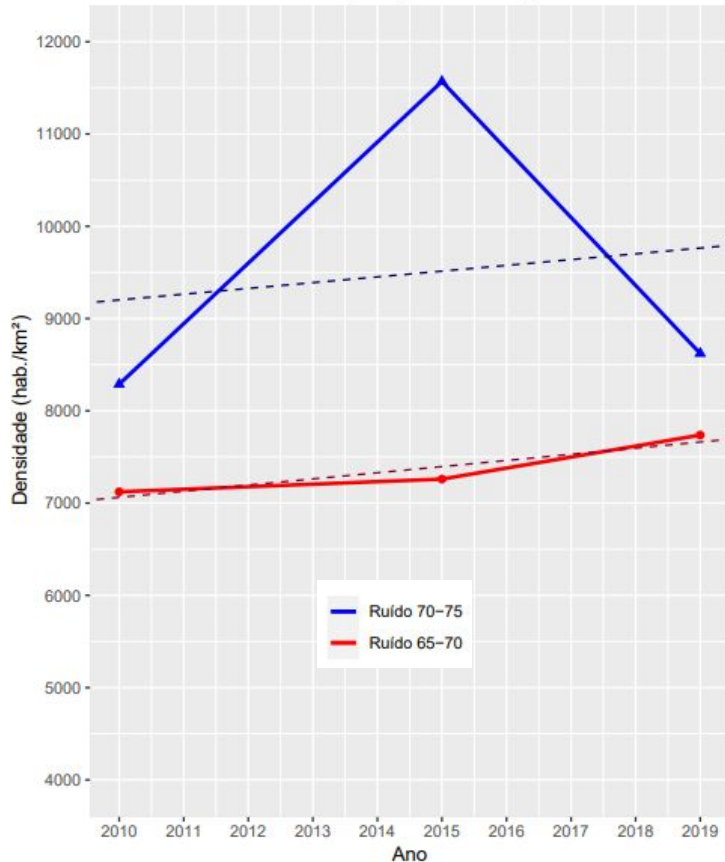
aumento da infraestrutura. (coef.angular):
0.030 km²/ano (30.000 m²/ano)

Faixa Ruído	Ano	Área Total (m ²)	Área Urbana(m ²)	%Urbano
65-70	2010	5.256.326	2.561.400	48,73
70-75		831.165	529.200	63,67
65-70	2015	5.256.326	2.855.700	54,33
70-75		831.165	595.800	71,68
65-70	2019	5.256.326	2.824.200	53,70
70-75		831.165	603.900	72,70

aumento da infraestrutura. (coef.angular):
0.0085 km²/ano (8.000 m²/ano)

Análise e Resultados

Densidade Urbana da População afetada pelo Ruído

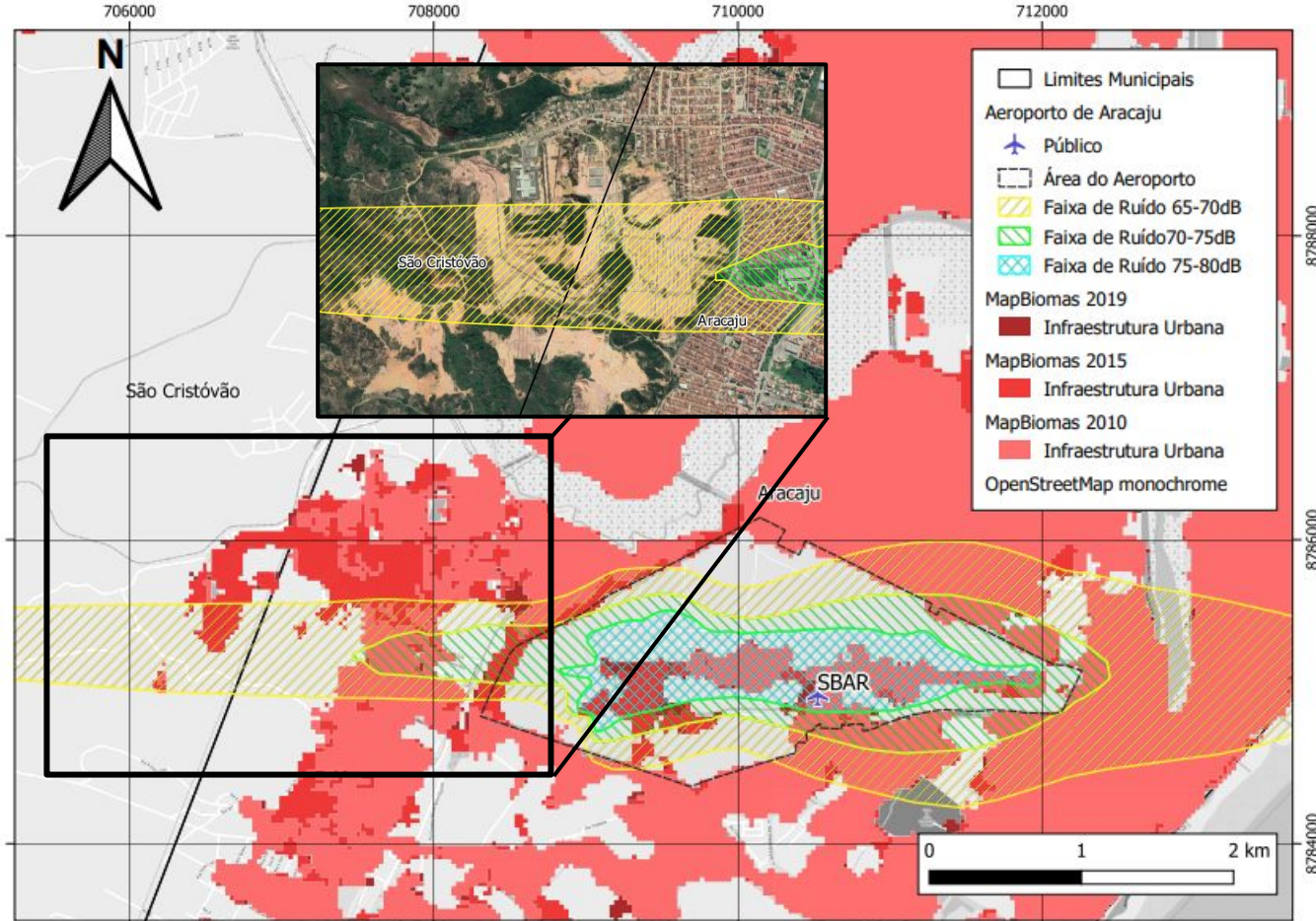


Faixa Ruído	Ano	Área Total (m²)	Área Urbana(m²)	%Urbano
65-70	2010	5.256.326	2.561.400	48,73
70-75		831.165	529.200	63,67
65-70	2015	5.256.326	2.855.700	54,33
70-75		831.165	595.800	71,68
65-70	2019	5.256.326	2.824.200	53,70
70-75		831.165	603.900	72,70

Faixa (dB)	Ano	População Estimada	Área Urbana (m²)	Dens. Urb. (hab./km²)
65-70	2010	18.242	2.561.400	7122
70-75		4.386	529.200	8288
65-70	2015	20.732	2.855.700	7260
70-75		6.893	595.800	11569
65-70	2019	21.852	2.824.200	7737
70-75		5.207	603.900	8622
65-70	2020	23.183	—	—
70-75		5.355	—	—

Densidade Populacional possui um “salto”, imprecisão no dado de infraestrutura urbana
Faixa de ruído de 70-75 mais densa

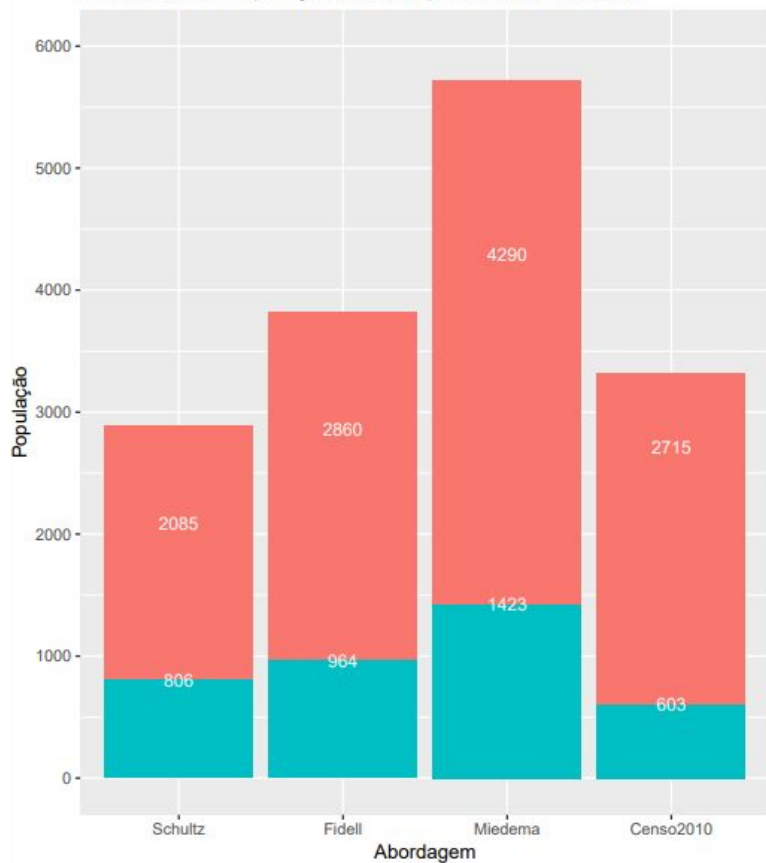
Análise e Resultados



Indicação de um novo loteamento entre a fronteira São Cristóvão-Aracaju, indicando maior urbanização dentro da faixa 65-70

Análise e Resultados – Censo 2010

Estimativa de População Afetada pelo Ruído em 2010

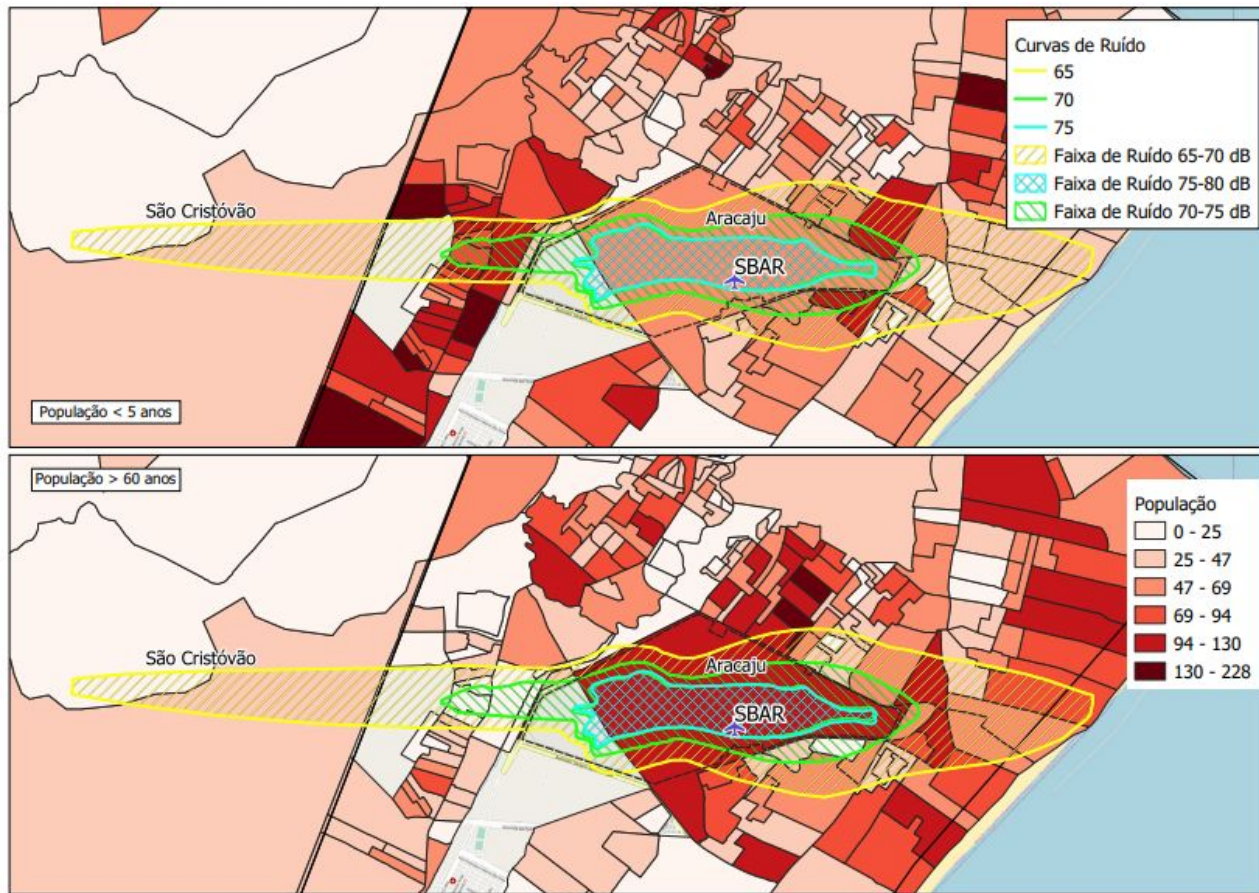


DNL (dB)	População	Censo2010 ¹	HAP		
			SCHULTZ	FIDELL et al.	MIEDEMA; VOS
65-70	18.242	2.715	2.085	2.860	4.290
70-75	4.386	603	806	964	1.423

Ruído
■ 65-70
■ 70-75

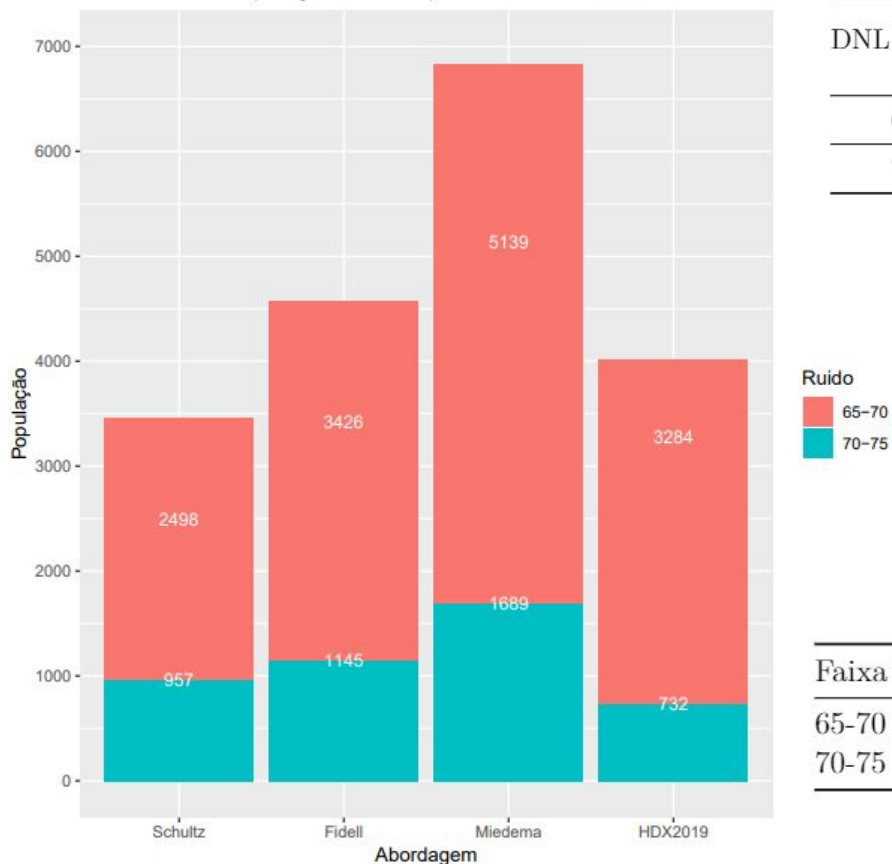
Faixa Ruído	Moradores	Domicílios	≤ 5 anos	6<Idade>18	≥60 anos
65-70	18.242	5.641	1.416 (7.76%)	3.986 (21.85%)	1.299 (7.12%)
70-75	4.386	1.309	418 (9.53%)	1.126 (25.67%)	185 (4.22%)

Análise e Resultados – Censo 2010



Análise e Resultados - HDX 2019

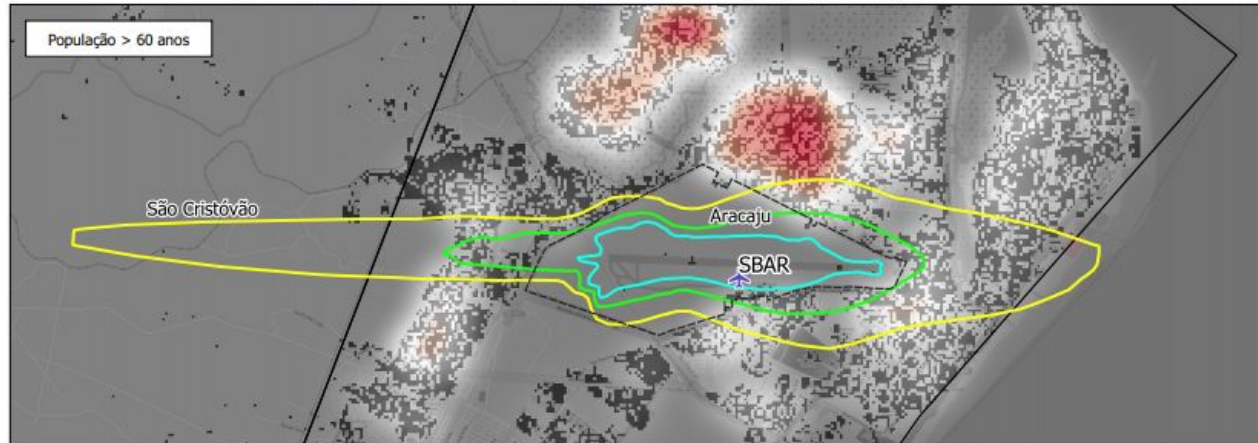
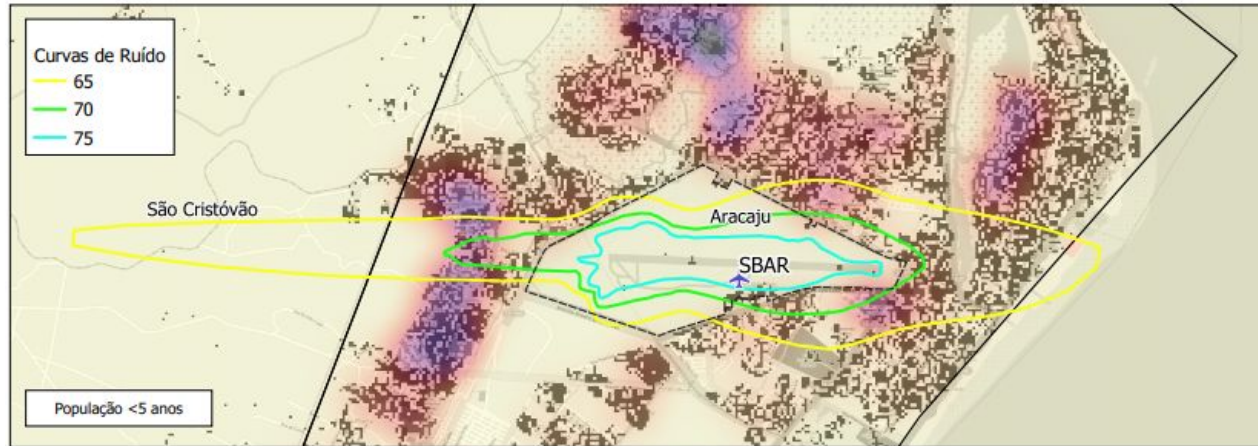
Estimativa de População Afetada pelo Ruído em 2019



DNL (dB)	População	Pop. Sens. HDX	HAP		
			SCHULTZ	FIDELL et al.	MIEDEMA; VOS
65-70	21.852	3284	2.498	3.426	5.139
70-75	5.207	732	957	1.145	1.689

Faixa Ruído	Moradores	≤ 5 anos	≥60 anos	Pop. Tot. Sensível
65-70	21.852	1.719 (7.87%)	1.565 (7.16%)	3284
70-75	5.207	488 (9.37%)	244 (4.69%)	732

Análise e Resultados - HDX 2019



Conclusão

- O crescimento populacional na faixa 65-70 é maior que 70-75;
- O fator principal por este **crescimento está ligado** ao espaço urbano ainda não ocupado na **faixa de 65-70**;
- **15% da população** < que 5 anos e >60 anos foram afetadas pelo ruído, pessoas estas **mais sensíveis ao ruído**
- Regiões mais próximas ao sítio aeroportuário possuem **maior densidade populacional (Faixa 70-75)**;

Discussão e estudos futuros

- Uma previsão melhor se daria a partir de dados do **censo atualizado**;
- Produção de **dados** refletindo a **infraestrutura**;
- Utilização dos dados do **WorldPop** para outros anos (**2010 e 2015**)
- A partir da projeções de **tráfego aéreo** podem ser geradas **novas faixas** de ruídos em estudos futuros;
- É necessário produzir **novas faixas de ruído** além do disposto (Ex.: 65-60,60-55)
- Tudo isto para poder produzir melhores estimativas de população para auxiliar novas políticas de impacto ao ruído aeronáutico;

Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **Acústica: avaliação do ruído em áreas habitadas, visando o conforto da comunidade: procedimento: NBR 10151**. ABNT, 2000.

BLACK, Deborah A. et al. Aircraft noise exposure and resident's stress and hypertension: A public health perspective for airport environmental management. **Journal of air transport management**, v. 13, n. 5, p. 264-276, 2007.

DE MIRANDA PEREIRA, Marcos Roberto. **Elaboração de novas curvas de para o zoneamento de ruído, segundo o RBAC 161 e análise do uso e ocupação do solo no entorno do Aeroporto Internacional de Aracaju**. 2013. Universidade Federal do Rio de Janeiro.

Referências

ECKMAN, Stephanie; HIMELEIN, Kristen. Methods of Geo-Spatial Sampling. In: Data Collection in Fragile States. Palgrave Macmillan, Cham, 2020. p. 103-128.

FACEBOOK. Using HDX to Access High Resolution Population Density Maps and Demographic Estimates . 2019

FILIPPONE, Antonio. Aircraft noise prediction. Progress in Aerospace Sciences, v. 68, p. 27-63, 2014.

GHSL, Global Human Settlement Layer. Open and free data and tools for assessing the human presence on the planet . 2015

Referências

INFRAERO, Plano Específico de Zoneamento de Ruído do Aeroporto de Aracaju, PEZR SBAR, **Empresa Brasileira de Infraestrutura Aeroportuária**, 2014.

ISSARAYANGYUN, Tharit. Aircraft Noise and Public Health: **Acoustical Measurement and Social Survey Around Sydney, Kingsford Smith Airport**. University of New South Wales, 2005.

JOSIMOVIĆ, Boško; KRUNIĆ, Nikola; NENKOVIĆ-RIZNIĆ, Marina. The impact of airport noise as part of a Strategic Environmental Assessment, case study: The Tivat (Montenegro) Airport expansion plan. **Transportation Research Part D: Transport and Environment**, v. 49, p. 271-279, 2016.

Referências

MAPBIOMAS, U. d. S. do. Disponível em: <https://mapbiomas.org>. Acesso em: 01 09-2021, v. 05, 2021.

MURÇA, Mayara Condé Rocha et al. Characterizing the Brazilian airspace structure and air traffic performance via trajectory data analytics. **Journal of Air Transport Management**, v. 85, p. 101798, 2020.

OZKURT, Nesimi et al. Modeling of noise pollution and estimated human exposure around İstanbul Atatürk Airport in Turkey. **Science of the Total Environment**, v. 482, p. 486-492, 2014.

PASSCHIER-VERMEER, Willy; PASSCHIER, Wim F. Noise exposure and public health. **Environmental health perspectives**, v. 108, n. suppl 1, p. 123-131, 2000.

BASNER, Mathias et al. Auditory and non-auditory effects of noise on health. **The lancet**, v. 383, n. 9925, p. 1325-1332, 2014.

Referências

ROCA-BARCELÓ, Aina et al. Risk of cardiovascular mortality, stroke and coronary heart mortality associated with aircraft noise around Congonhas airport, São Paulo, Brazil: a small-area study. **Environmental Health**, v. 20, n. 1, p. 1-14, 2021.

RBAC –Regulamento Brasileiro de Aviação Civil. N° 161, Emenda 00. 2021

THAKUR, Neha; BATRA, Prerna; GUPTA, Piyush. Noise as a Health Hazard for Children: Time to Make a Noise about it. **Indian pediatrics**, v. 53, n. 2, p. 111-114, 2016.

WORLD HEALTH ORGANIZATION et al. **Environmental noise guidelines for the European region**. 2018.

Agradecimentos

Muito Obrigado!

email: marcelo@ita.br