



## MAPA PILOTO DA CIDADE DE SÃO PAULO

- Pozzer, Talita<sup>1</sup>; Holtz, Marcos<sup>2</sup>; Pierrard, Juan Frías<sup>3</sup>;  
(1) ProAcústica, Av. Ibirapuera, 3458, talita.pozzer@proacustica.org.br.  
(2) ProAcústica, Av. Ibirapuera, 3458, tecnico@proacustica.org.br.  
(3) ProAcústica, Av. Ibirapuera, 3458, ambiental@proacustica.org.br.

### RESUMO

Desde 2014 é muito discutida a elaboração do Mapa de Ruído da cidade de São Paulo. As discussões tiveram grande espaço nas Conferências Municipais sobre o Ruído, Vibração e Perturbação Sonora, organizadas pela ProAcústica na semana do INAD, por 3 anos consecutivos. Em 2016 foi dado um grande salto com a criação da Lei 16.499 Mapa de Ruído Urbano, que instituiu a obrigatoriedade da implantação do mapa de ruídos no município de São Paulo. Em 2017, a criação do Grupo Técnico (GT) Mapa de Ruído foi importante para concentrar os esforços nessa questão. Em menos de um ano, os integrantes do GT conseguiram firmar parcerias públicas e realizar diversos estudos para a caracterização adequada da cidade de São Paulo. O resultado desses esforços foi a elaboração do Mapa de Ruído de uma região piloto de São Paulo, solicitada pela própria prefeitura da cidade, para o período dia e noite. A área piloto engloba uma região heterogênea tratando-se de uma variedade de tipos de fluxo, pavimentos, inclinação das vias e velocidade de veículos. Com a elaboração do mapa foi possível visualizar uma variedade de aplicações do mapa de ruído, como predição de medidas mitigadoras, avaliação da população afetada, impacto do ruído em cada edificação e identificação de áreas silenciosas e problemáticas com relação à legislação da cidade. Espera-se que, com essa ferramenta, seja possível levar a conscientização acerca da importância de se fazer um mapa de ruído e como utilizá-lo na gestão de grandes centros.

**Palavras-chave:** mapa de ruído, São Paulo, região piloto.

### ABSTRACT

Since 2014 the elaboration of the Noise Map of the city of São Paulo has been much discussed. The discussions took place at the Municipal Conferences on Noise, Vibration and Sound Disturbance, organized by ProAcústica in INAD week, for 3 consecutive years. In 2016 a great leap was made with the creation of Law 16.499 Urban Noise Map, which instituted the obligation to implement the noise map in the city of São Paulo. In 2017, the creation of the Noise Map Technical Group (GT) was important to focus efforts on this issue. In less than a year, the GT members were able to establish public partnerships and carry out several studies to adequately characterize the city of São Paulo. The result of these efforts was the elaboration of the Noise Map of a sample region of São Paulo, for the day and night period. The test area encompasses a heterogeneous region dealing with a variety of flow types, pavements, slope of roadways and speed of vehicles. With the elaboration of the map it was possible to visualize a variety of applications of the noise map, such as prediction of mitigating measures, evaluation of the affected population, impact of noise in each building and identification of quiet and problematic areas with respect to the city legislation. It is hoped that with this tool, it will be possible to raise awareness about the importance of making a noise map and how to use it in managing large centers.

**Keywords:** noise map, São Paulo, sample region.

## **1. INTRODUÇÃO**

O Mapa de Ruído é uma ferramenta de diagnóstico dos problemas sonoros de uma cidade. Em outras palavras o mapa de ruído auxilia na identificação de regiões silenciosas e regiões com ruído excessivo ou superiores aos limites permitidos pela legislação. Com a identificação adequada do problema, é possível realizar intervenções de forma mais eficiente.

Além de fazer o diagnóstico, o mapa de ruído é uma ferramenta que permite realizar estimativas de ações mitigadoras, como, por exemplo, a troca de pavimento, alteração de fluxo de uma via, alteração nos limites de velocidade permitidos, a fim de visualizar o impacto de cada medida em termos de população afetada.

O gerenciamento de tráfego é uma das principais ações no que tange a mitigação de ruídos nas cidades e nesse aspecto, o mapa de ruído é uma ferramenta de muita importância.

Quando uma cidade possui mapa de ruído, todas as pessoas são impactadas pois todos podem utilizar o mapa de ruído como ferramenta para visualizar o nível de ruído antes de alugar ou comprar um imóvel, por exemplo. Em escala maior, os órgãos públicos são os principais impactados, pois por meio dessa ferramenta, poderão elaborar uma gestão adequada dos ruídos, e áreas silenciosas, bem como criar lei de uso e ocupação do solo e zoneamento acústico adequados.

Em São Paulo, desde 2014 é muito discutida a elaboração do Mapa de Ruído para a cidade. As discussões tiveram grande espaço nas Conferências Municipais sobre o Ruído, Vibração e Perturbação Sonora, organizadas pela ProAcústica na semana do Dia Internacional de Conscientização sobre o Ruído (INAD), por 3 anos consecutivos [1,2,3].

Em 2016 foi dado um grande salto com a criação da Lei 16.499 Mapa de Ruído Urbano [4], que instituiu a obrigatoriedade da implantação do mapa de ruídos no município de São Paulo dentro do prazo de 7 anos.

Por essa razão, em 2017 a ProAcústica criou o Grupo Técnico (GT) Mapa de Ruído, o que foi importante para concentrar os esforços nessa questão. O GT Mapa de Ruído faz parte do Comitê Acústica Ambiental, do qual participam mais de 15 empresas, e mais de 20 especialistas sendo que 3 destes já possuem experiência com a implantação de mapas de ruído na Espanha e na França. Em menos de um ano, os integrantes do GT conseguiram firmar parcerias públicas e realizar diversos estudos para a caracterização adequada da cidade de São Paulo. Os resultados desses estudos são apresentados no trabalho intitulado “Desafios de fazer mapas de ruído de grandes cidades Brasileiras - Estudos realizados para elaboração do mapa piloto de São Paulo” a ser apresentado neste mesmo evento. Esses resultados embasaram a metodologia para a elaboração do mapa piloto da cidade de São Paulo.

O resultado desses esforços foi a elaboração do Mapa de Ruído de uma região piloto de São Paulo, solicitada pela própria prefeitura da cidade, para o período dia e para o período noite. O mapa de ruído piloto foi lançado na semana do INAD de 2018.

## **2. METODOLOGIA**

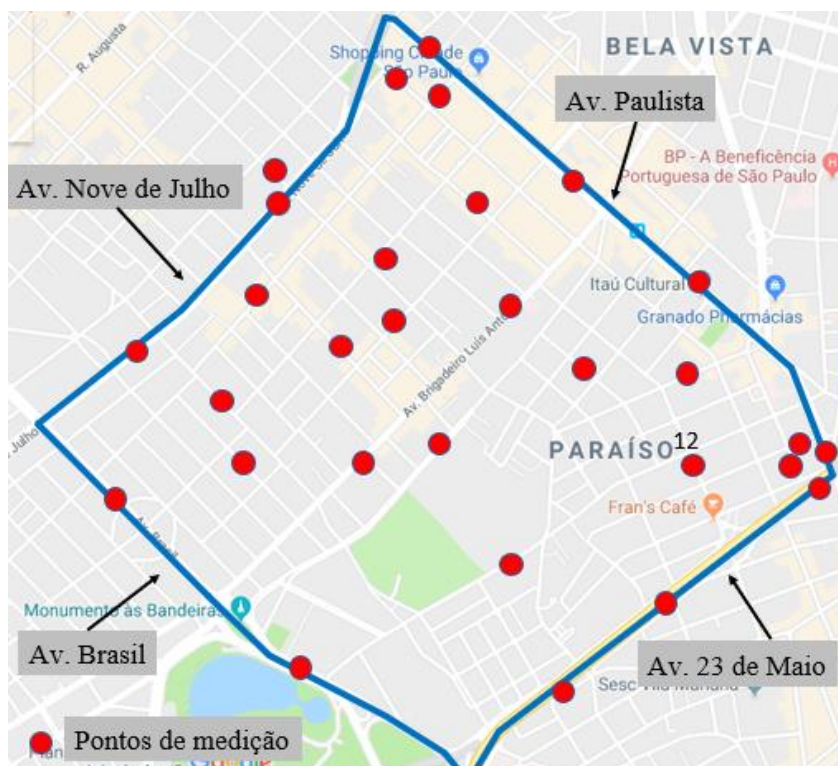
Como dito anteriormente, de forma geral, a metodologia baseia-se nas diretrizes definidas com os estudos prévios, apresentados no trabalho “Desafios de fazer mapas de ruído de grandes cidades Brasileiras - Estudos realizados para elaboração do mapa piloto de São Paulo”. Neste capítulo serão apresentadas as especificidades para a elaboração do mapa de ruído piloto de São Paulo.

O Mapa de Ruído para a cidade de São Paulo teve início pela aplicação das diretrizes definidas em uma região piloto, determinada pela própria prefeitura da cidade. A área piloto escolhida engloba uma região heterogênea tratando-se de uma variedade de tipos de fluxo, pavimentos, inclinação das vias e velocidade de veículos. Nesta fase foi considerado apenas o ruído de tráfego urbano.

Para elaboração do Mapa de Ruído utilizou-se o software CadnaA [5], e a metodologia CNOSSOS [6]. Os dados de fluxo de veículos foram obtidos por contagem ou por meio de divulgações públicas da Companhia de Engenharia de Tráfego (CET) de São Paulo [7]. As velocidades máximas das vias foram obtidas por meio de inspeção visual na plataforma Google Earth. Da mesma forma foram obtidas as características de pavimentação das vias, sendo elas divididas em 4 categorias e depois relacionadas à nomenclatura CNOSSOS, conforme descrito no trabalho “Desafios de fazer mapas de ruído de grandes cidades Brasileiras - Estudos realizados para elaboração do mapa piloto de São Paulo”. As 4 categorias base de pavimentação atribuídas a cada via são: concreto, asfalto bom, asfalto ruim e pavimento muito ruim.

Para a geometria das vias e edificações foi utilizada a plataforma OpenStreetMap [8] e para a topografia, a plataforma GeoSampa [9]. Foi considerada uma reflexão no cálculo, sendo que o coeficiente de absorção foi de 0,2 para edifícios com altura superior a 6 m e 0,4 para as demais edificações. O gradiente das vias também foi considerado no cálculo. As condições meteorológicas e de distribuição de tráfego seguiram a recomendação do Guia de Boas Práticas Europeu [10].

Todas as configurações citadas foram atribuídas para a modelagem. Em paralelo a isso, os associados participantes do GT Mapa de Ruído foram solicitados a realizarem medições na região piloto para validação do mapa. Assim, foram determinados 30 pontos de medição, sendo que cada associado se responsabilizou por alguns desses pontos. Para padronizar a medição, foi elaborado um guia de medição, que continha todas as informações necessárias bem como uma planilha para compartilhamento dos dados medidos. Juntamente a medição de 30 minutos, com microfone posicionado a 1,50m de altura, foram coletados vídeos para posterior contagem de veículos. A Figura 1 mostra a região piloto e os pontos de medição utilizados para validação do mapa.

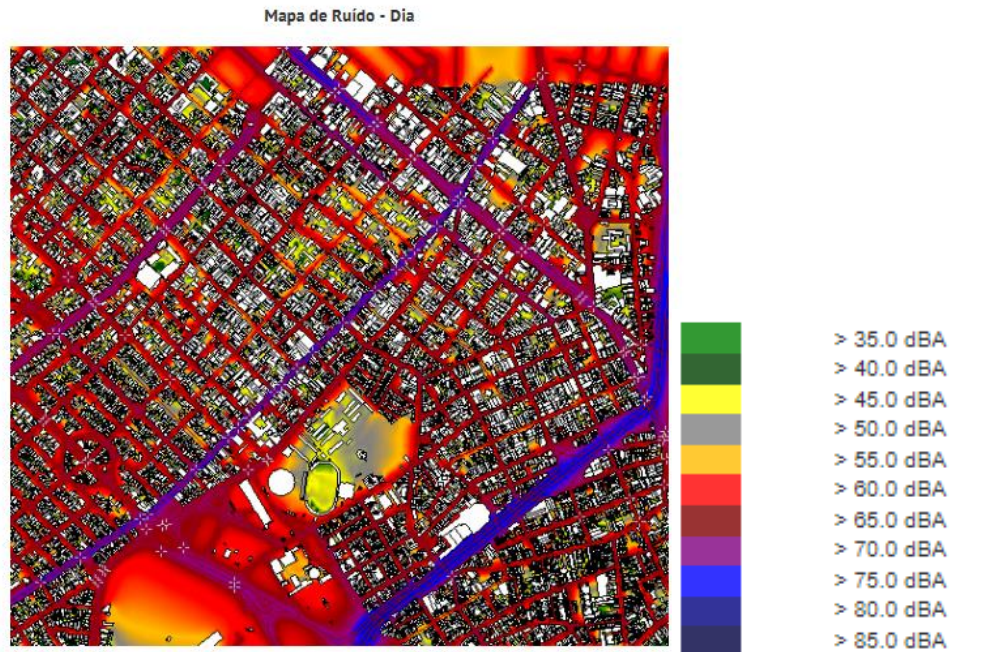


**Figura 1:** Delimitação da região piloto e pontos de medição.

Com o mapa de ruído na região piloto da cidade de São Paulo finalizado, foi realizada a compatibilização deste com a plataforma Google Earth, com plataforma online da Datakustik e alguns estudos de caso para exemplificar algumas possíveis aplicações do mapa por órgãos públicos.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Como resultados, foi elaborado o mapa de ruído para a região piloto para o período dia (07h às 22h) e para o período noite (22h às 07h), como pode ser visto na Figuras 2 e 3, respectivamente.



**Figura 2:** Mapa de ruído da região piloto para o período do dia.



**Figura 3:** Mapa de ruído da região piloto para o período da noite.

É possível observar que as regiões mais ruidosas são aquelas próximas das vias mais movimentadas como Av. 23 de Maio e Av. Brigadeiro Luís Antônio. Por meio do mapa também é possível identificar regiões mais silenciosas. Observa-se também que, conforme esperado, a paisagem sonora noturna é menos ruidosa que a diurna. Esses resultados podem levar a importantes discussões no âmbito do poder público, visto que o mapa mostra uma radiografia da situação de ruídos da cidade. Com isso, é possível realizar diversas análises a fim de melhorar o cenário atual.

Alguns exemplos do que pode ser feito com essa ferramenta também foram desenvolvidos, estão à disposição no site e serão demonstrados neste trabalho como segue. Nos testes estruturados sempre foi pensado no uso do mapa de ruído de forma estratégica, para aplicação de planos de ação por meio da avaliação de seus impactos. Neste caso vale lembrar que o impacto não deve considerar somente a redução no nível de pressão sonora, mas também o custo-benefício de uma ação mitigadora, o número de pessoas afetadas, o uso do solo, etc.

A Figura 4 mostra o primeiro exemplo de uma ação mitigadora que envolve a redução da velocidade de uma via e qual seu impacto em termos do nível de pressão sonora incidente nas fachadas dos edifícios. Por meio da simulação é possível observar que reduzindo a velocidade de uma via, nesse caso, houve uma redução de 1dB no NPS, visto que a primeira figura ilustra situação real, a segunda ilustra a situação com a medida aplicada e a terceira apresenta um mapa da diferença.



**Figura 4:** Estudo de caso com alteração da velocidade de uma via. Da esquerda para a direita: Mapa da situação padrão, Mapa com medida aplicada e Mapa da diferença.

A Figura 5 ilustra outra ação mitigadora que é de alteração do pavimento da via. Nesse caso, é possível notar que o nível de pressão sonora incidente na fachada reduziu 4 dB. Ou seja, essa ação mitigadora mostra uma eficiência maior que a anterior. Uma nova tentativa é apresentada na Figura 6.



**Figura 5:** Estudo de caso com alteração do pavimento de uma via. Da esquerda para a direita: Mapa da situação padrão, Mapa com medida aplicada e Mapa da diferença.

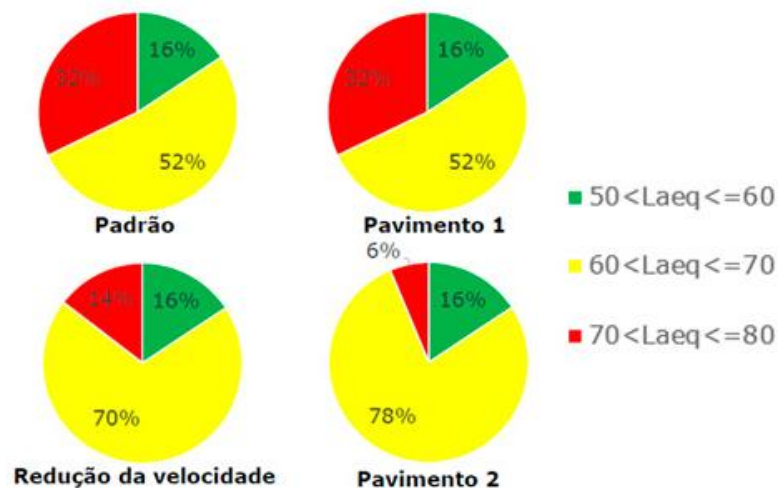
Também foi realizado teste com outro tipo de pavimento, cujo resultado é apresentado na Figura 6. Nesse caso, a redução de ruído foi ainda maior.



**Figura 6:** Estudo de caso com alteração do pavimento de uma via. Da esquerda para a direita: Mapa da situação padrão, Mapa com medida aplicada e Mapa da diferença.

Tendo esses mapas simulados percebe-se que somente o NPS não é suficiente, mas sim a avaliação do custo de cada medida dessas. Além disso, o estudo de quanto precisa ser reduzido. O mapa mostrou que a redução foi maior ao se utilizar o pavimento 2, mas pode ser que essa medida seja a mais custosa e não necessária. Por meio de estudos secundários, é possível observar agora a relação custo-benefício de cada ação. Outra observação importante é que mapas de ruído podem ser apresentados de diversas formas. Para comparar ações em termos de nível de pressão sonora, como nesse exemplo, não é tão interessante ver um mapa com níveis de pressão sonora na região, mas sim o mapa de diferenças, apresentado na terceira coluna. Olhando para os mapas da diferença é facilmente perceptível qual das medidas causa maior efeito.

Uma outra abordagem, pode ser feita por meio da avaliação do número de pessoas impactadas como ilustrado na Figura 7. Por meio dessa avaliação observa-se que a medida que apresentou maior redução do NPS não necessariamente é a melhor quando o olhar é voltado às pessoas afetadas. Em outras palavras, quando foi aplicada a redução de velocidade, o NPS em um edifício reduziu 1dB, mas reduziu para menos da metade, as pessoas impactadas por NPS superior a 70dB. No caso da primeira troca de pavimento, a redução no NPS foi maior, mas a mesma porcentagem de pessoas segue sendo impactada por NPS superiores a 70dB. O conjunto dessas análises é um exemplo de como pode ser feito um estudo para refinar uma tomada de decisão.



**Figura 7:** Estudo de caso com avaliação do número de pessoas impactadas.

Outra vertente de análise é feita com relação ao uso do solo visto que uma zona industrial pode ser mais ruidosa que uma zona residencial. Sendo assim, essa análise permite estabelecer a urgência de aplicação de medidas, como o exemplo mostrado no conjunto de Figuras 8, 9 e 10.

Na Figura 8, a região piloto do mapa foi destacada no mapa da lei de uso e ocupação do solo de São Paulo [11] com a identificação do zoneamento. Analisando o mapa, observa-se que a região que exige mais atenção é a destacada pois trata-se de uma Zona Residencial.



**Figura 8:** Estudo de caso com avaliação do uso e ocupação do solo. Primeira etapa: identificação das regiões mais sensíveis.

A segunda etapa da análise é observar quais os níveis máximos permitidos nessa região. De acordo com a Lei de Uso e Ocupação do Solo, o NPS máximo permitido nessa Zona para o período diurno é de 50dB (Figura 9). Depois disso, por meio do mapa de ruído (Figura 10) é possível observar se o ruído de tráfego urbano nessa região está acima do permitido pela legislação, com o objetivo de avaliar a necessidade de realizar alguma ação mitigadora ou não.

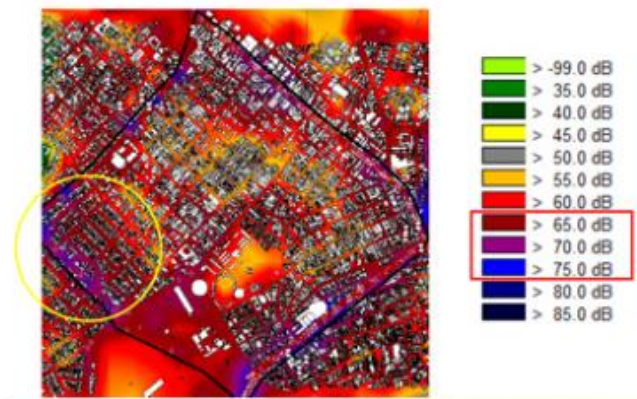
Lei 16.402: Disciplina o parcelamento, o uso e a ocupação do solo no Município de São Paulo

Zona	Índice de Ocupação do Solo (IOS)	Índice de Utilização do Solo (IUS)	Nível Máximo Permissível de Pressão Sonora (NPS) em dB			
			Diurno	Nocturno	Noturno	
ZER	100	100	ZER-1	50	45	40
			ZER-2	50	45	40
			ZERa	50	45	40
ZEU	100	100	55	50	45	
ZM	100	100	55	50	45	
ZCor 1	100	100	55	50	45	
ZCor 2	100	100	55	50	45	
ZOE	100	100	55	50	45	
ZC	100	100	55	50	45	

**Figura 9:** Estudo de caso com avaliação do uso e ocupação do solo. Segunda etapa: avaliação do nível de pressão sonora máximo permitido de acordo com zoneamento.

Como mostra o destaque na Figura 10, o NPS produzido pelo tráfego urbano nessa região já é superior ao permitido. Nesse caso, a análise aponta que existe a necessidade de realizar alguma ação nessa região para resolver o problema de ruído. As ações, por sua vez, passam pelas análises exemplificadas anteriormente antes de sua implantação.





**Figura 10:** Estudo de caso com avaliação do uso e ocupação do solo. Terceira etapa: verificação da necessidade de tomada de ação.

O mapa, bem como os exemplos de aplicações estão disponibilizados de forma online para que qualquer pessoa tenha acesso. O site com o mapa de ruído foi lançado no INAD e gerou grande repercussão [12].

#### 4. CONCLUSÕES

Com a elaboração do mapa foi possível visualizar uma variedade de aplicações do mapa de ruído, como previsão de medidas mitigadoras, avaliação da população afetada, impacto do ruído em cada edificação e identificação de áreas silenciosas e problemáticas com relação à legislação da cidade.

Com a ação da ProAcústica de lançar o mapa de ruído em plataforma online no INAD, hoje os órgãos públicos já podem utilizá-lo como ferramenta para identificação de regiões mais problemáticas. Busca-se ainda o apoio dos órgãos para elaboração do mapa completo da cidade, cuja previsão é finalizá-lo em 2023 e para uso de todas as suas funcionalidades.

Atualmente o mapa contempla apenas as fontes de tráfego urbano por ser a fonte mais presente no dia a dia e por essa razão ser a mais problemática. Entretanto, espera-se que em outras versões do mapa possam ser caracterizados os ruídos provenientes de tráfego ferroviário e aeroviário.

Além disso, espera-se que, com essa ferramenta, seja possível levar a conscientização acerca da importância de se fazer um mapa de ruído e como utilizá-lo na gestão de grandes centros. Sempre coloque texto em seções e subseções, não as deixe órfãs.

#### 5. AGRADECIMENTOS

Os agradecimentos são direcionados a todas as empresas associadas participantes do GT Mapa de Ruído, principalmente aqueles que trouxeram sua experiência técnica sobre a elaboração de mapas de ruído de cidades. Agradecimento especial às empresas que realizaram, de forma voluntária, as medições para validação do mapa.

## REFERÊNCIAS

- [1] <http://www.conferenciaruidosp.com.br/2014/index.html>
- [2] <http://www.conferenciaruidosp.com.br/2015/index.html>
- [3] <http://www.conferenciaruidosp.com.br/>
- [4] Lei no 16499 de 20 de julho de 2016, “Dispõe sobre a elaboração do Mapa do Ruído Urbano da Cidade de São Paulo e dá outras providências”
- [5] CadnaA, “Reference Manual”.
- [6] S. Kephelopoulos, M. Paviotti, and F. Anfosso-Lédée, Common Noise Assessment Methods in Europe (CNOSSOS-EU). 2012.
- [7] <http://www.cetsp.com.br/>
- [8] <https://www.openstreetmap.org/>
- [9] [http://geosampa.prefeitura.sp.gov.br/PaginasPublicas/\\_SBC.aspx](http://geosampa.prefeitura.sp.gov.br/PaginasPublicas/_SBC.aspx)
- [10] WG-AEN, “Good Practice Guide for Strategic Noise Mapping and the Production of Associated Data on Noise Exposure”, 2007.
- [11] Lei nº 16.402/2016: Lei de Parcelamento, Uso e Ocupação do Solo de São Paulo/SP
- [12] <http://www.mapaderuidosp.org.br/>