

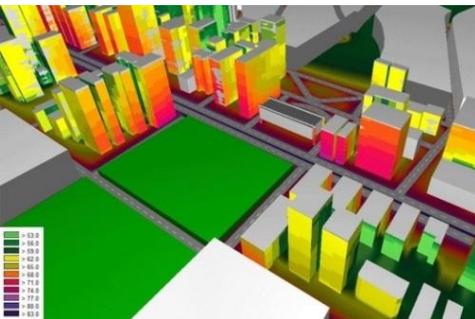


# **2ª Conferência Municipal sobre Ruído, Vibração e Perturbação Sonora**

27 e 29 de Abril de 2015  
São Paulo, SP - Brasil

# As cartas de Brasília Mapas de ruído da capital federal

Prof. Dr. Sérgio Garavelli



- **Dr. Sérgio Luiz Garavelli – Coordenador**
- **Dr. Armando de Mendonça Maroja**
- **MSc. Cleber Alves da Costa**
- **MSc. Edson Benício de Carvalho Júnior (doutorando)**
- **MSc. Dalmo Rodrigues da Silva**
- **Esp. Edwin de Souza Silva (mestrando)**
- **Esp. Wesley Cândido de Melo (mestrando)**
- **Assessoria técnica**
- **Esp. Sabrina Moreira de Albuquerque**

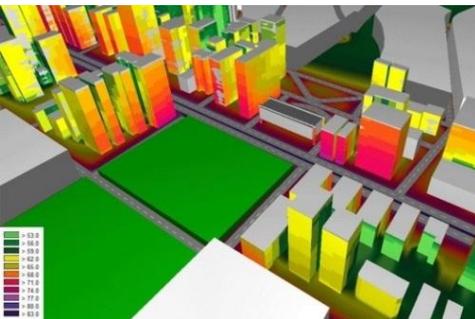
- **Mapa de ruído de Brasília**
  - **Parâmetros Acústicos Avaliados**
  - **Metodologia**
  - **Validação dos mapas**
  - **Mapas**
  - **População exposta por faixa dos indicadores Lden e Ln**
  - **Pessoas incomodadas**
  - **Considerações sobre o mapa de ruídos de Brasília**
- **Outras cartas**
  - **Mapa acústico de Águas Claras – DF**
  - **Predição – Setor Noroeste**
  - **Implantação da Linha Verde EPTG**
  - **Implantação do VLT**
- **Avaliação integrada**

## *Projeto 914BRZ2001 - Estudo de ruído ambiental, com foco no ruído veicular - Mapa de Ruído de Brasília*



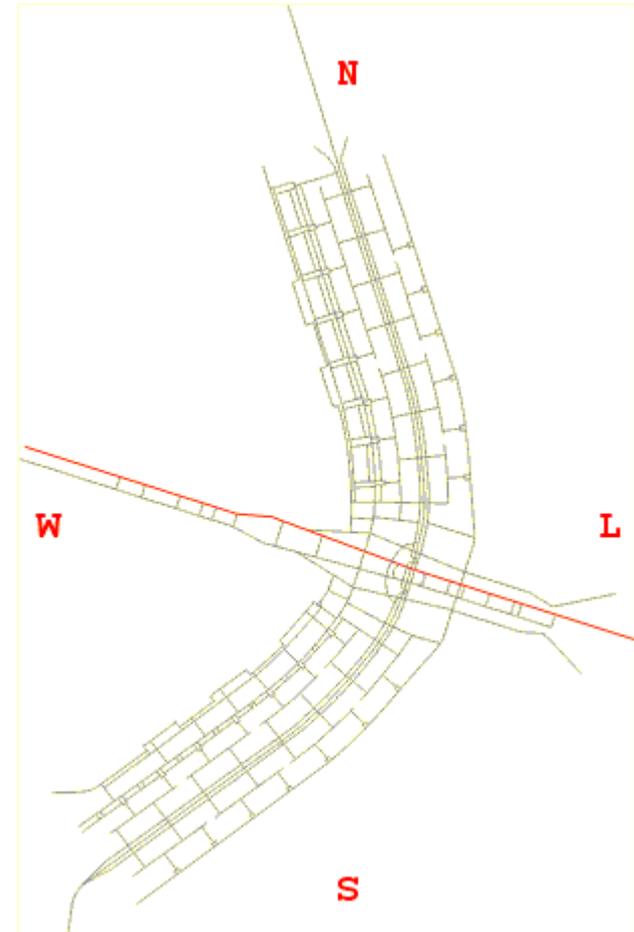
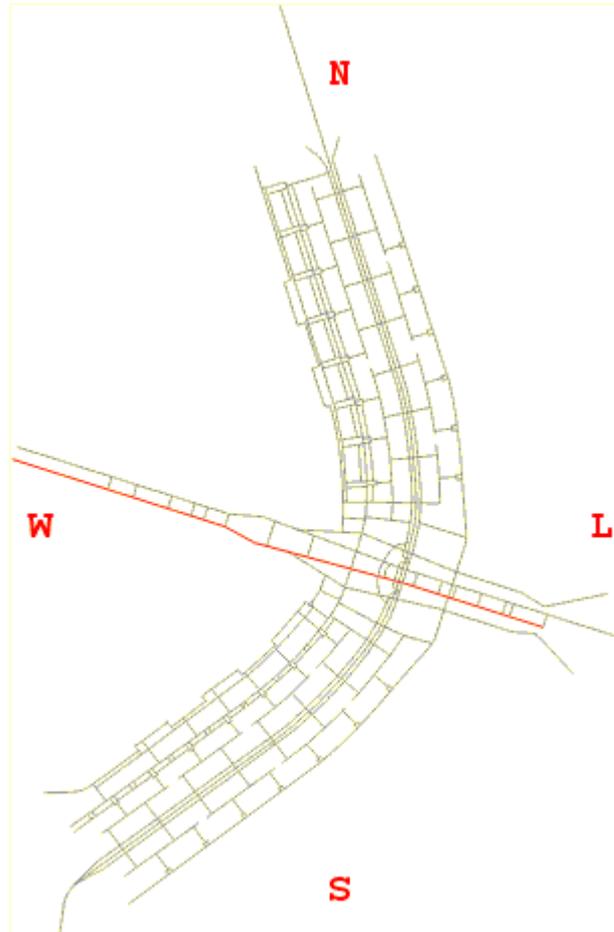
United Nations  
Educational, Scientific and  
Cultural Organization

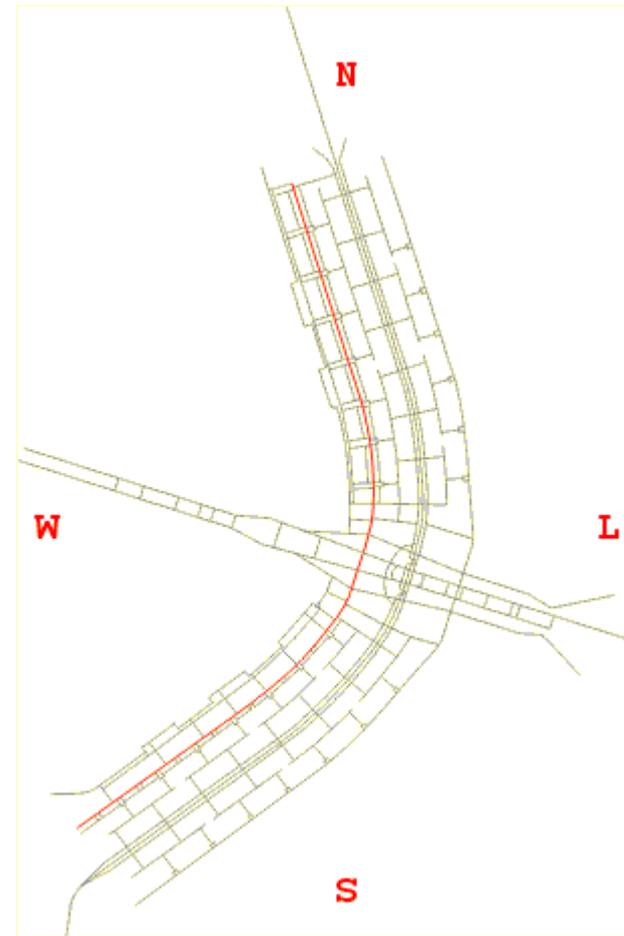
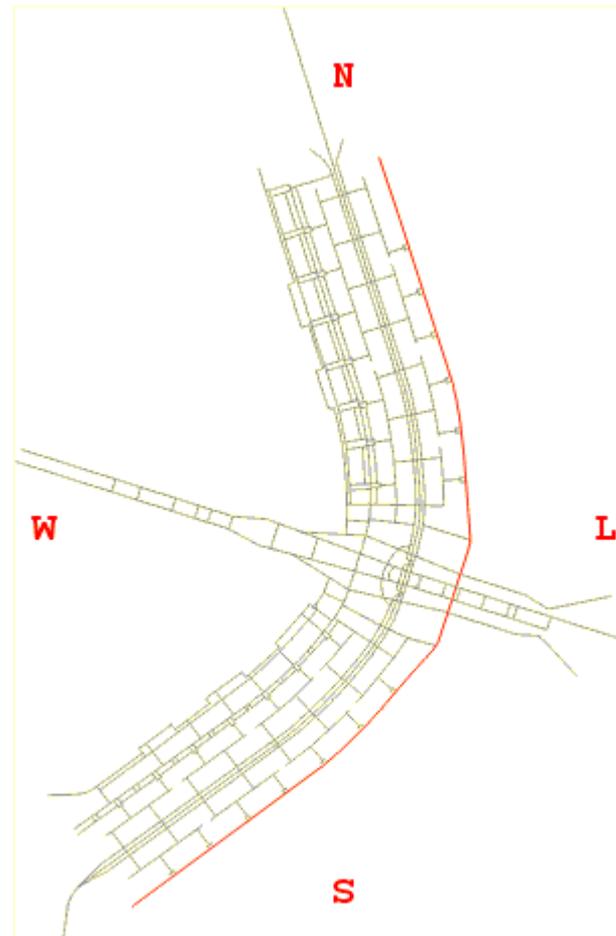
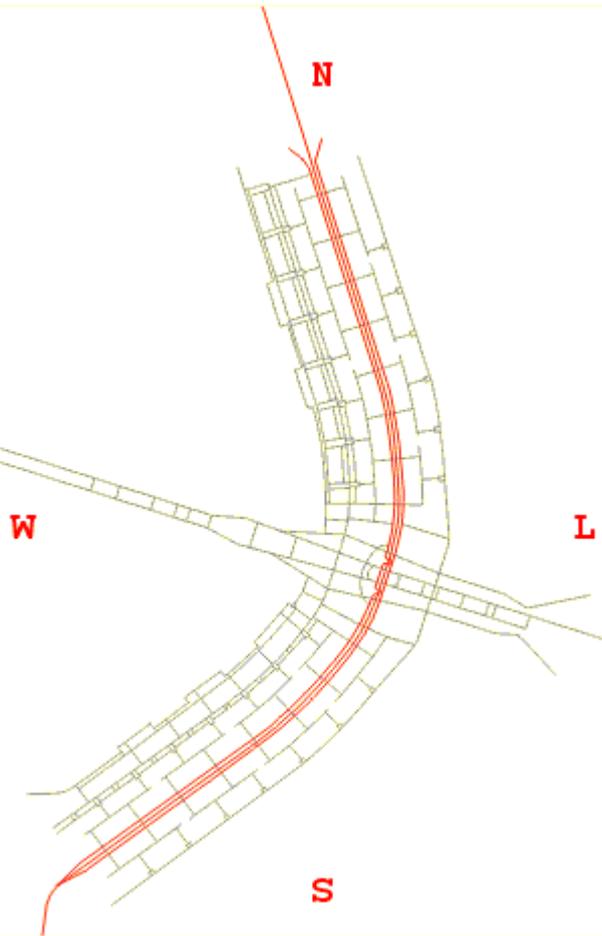
Organização  
das Nações Unidas  
para a Educação,  
a Ciência e a Cultura



Para esse trabalho foram consideradas como fontes de ruídos as principais vias de Brasília, Eixo Monumental (vias S1 e N1), Eixão, W3, L2 e Eixos L e W.

Vias S1 e N1





Eixo Central (a), Vias L2, Sul e Norte (b), Avenidas W3, Sul e Norte (c)

$L_{Aeq,dia}$  = é o nível de pressão sonora equivalente e contínua referente a um período corresponde às 12h avaliado entre 07h e 19h.

$L_{Aeq,ent}$  = é o nível de pressão sonora equivalente e contínua referente a um período corresponde às 4h avaliado entre 19h e 23h (entardecer).

$L_{Aeq,noite}$  = é o nível de pressão sonora equivalente e contínua referente a um período corresponde às 10h avaliado entre 23h e 07h.

O indicador  $L_{Aeq,den}$  representa o nível sonoro médio nas 24h do dia, com a aplicação de uma ponderação diferenciada para os ruídos emitidos durante o período do anoitecer/entardecer (correção +5 dB) e da noite (correção +10 dB).

Software de simulação ambiental: SoundPLAN, principais etapas.

- Construção do modelo digital de terreno da região de estudo sobre uma base cartográfica.
- Inserção dos edifícios, casas e conjuntos comerciais com as respectivas alturas em relação ao modelo digital de terreno.
- Incorporação ao mapas das de emissão sonora referentes às vias que atravessam a região de interesse, com a distribuição do fluxo de veículos por hora e composição do tráfego veicular característico de cada via.
- Nesse trabalho foram elaborados os mapas de ruídos utilizando os indicadores  $L_{eq}$ ,  $L_{den}$  e  $L_n$ .

No estudo foi considerado como fonte de ruídos o tráfego veicular, os veículos foram classificados em leves (veículos de massa líquida inferior a 3,5 toneladas) e pesados (veículos de massa líquida igual ou superior a 3,5 toneladas).

Dados dos controladores eletrônicos de velocidade, CEV complementados com medições e filmagem realizadas *in situ*

O período levado em conta foi o mês de maio de 2013, a escolha deve-se a disponibilidade dos dados, que foram fornecidos pelo DETRAN-DF e DER.

A Directiva Europeia 2002/49/CE indica a utilização do modelo francês para a predição do ruído gerado pelo tráfego rodoviário, NMPB-Routes.

Os locais selecionados para a medição de validação foram escolhidos de forma que o ruído predominante foi oriundo das vias, o erro máximo admitido para a validação do mapa foi de  $\pm 3$  dB(A).

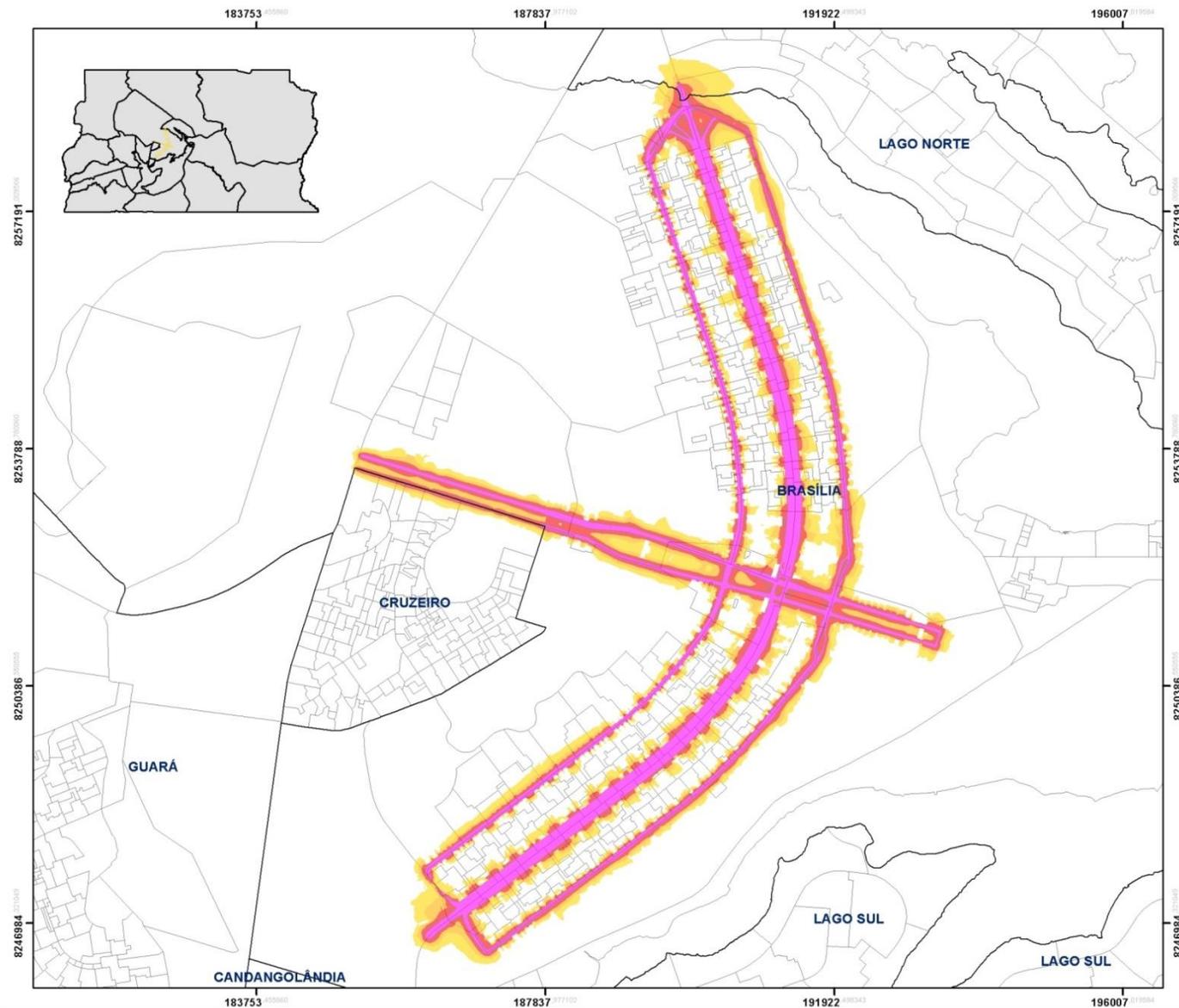


# Validação dos Mapas



	Ponto	Local	Coordenadas Geográficas UTM, 23L		Leq(s) dB(A)	Leq(m) dB(A)	Dif. dB(A)
Área Central	P1	Praça dos Três Poderes	193444.92	8251044.90	62,8	61,1	1,7
	P2	Câmara dos Deputados	192819.51	8251233.27	60,5	58,8	1,7
	P3	Torre de TV	190077.19	8252085.44	59,4	59,4	0,0
	P4	Memorial JK	187881.51	8252768.59	64,7	62,3	2,4
	P5	Nossa Senhora da Paz	186532.02	8253174.13	61,1	61,8	-0,7
Asa Sul	01	Eixão Sul	190140.79	8249973.67	74,9	73,9	1,0
	02	Eixão Sul	188483.44	8248557.12	74,3	73,9	0,3
	03	Eixo L Sul	189571.17	8249593.57	73,2	70,3	2,9
	04	L2 Sul	190620.90	8249500.34	68,1	65,1	3,0
	05	W3 Sul	188119.27	8249259.68	72,9	72,2	0,7
	06	W3 Sul	189208.71	8250173.10	75,5	72,6	2,9
Asa Norte	01	Eixão/Eixinho W	190439.75	8256718.49	73,2	71,1	-2,1
	02	Eixão/Eixinho L	190511.88	8256751.06	72,1	69,8	-2,3
	03	711 Norte	189833.9	8256089.93	67,8	66,9	-0,9
	04	609/610 Norte	191469.13	8256079.02	61,3	63,5	2,2
	05	611 Norte	191271.97	8256793.14	53,4	53,3	-0,1
	06	412/413 Norte	190975.89	8257056.12	51,3	52,6	1,3

# Nível de Pressão Sonora em Brasília - Pico Vespertino



  
 United Nations  
 Educational, Scientific and  
 Cultural Organization



Organização  
 das Nações Unidas  
 para a Educação,  
 a Ciência e a Cultura



Secretaria de Estado  
 de Meio Ambiente  
 e Recursos Hídricos

**GDF**  
 Juntos por um novo DF

## Legenda

### Nível de Pressão Sonora

- $50 < Leq \leq 55$
- $55 < Leq \leq 60$
- $60 < Leq \leq 65$
- $65 < Leq \leq 70$
- $Leq > 70$

## Orientação



Sistema de Coordenadas  
 SIRGAS 2000 UTM 23s

## Escalas

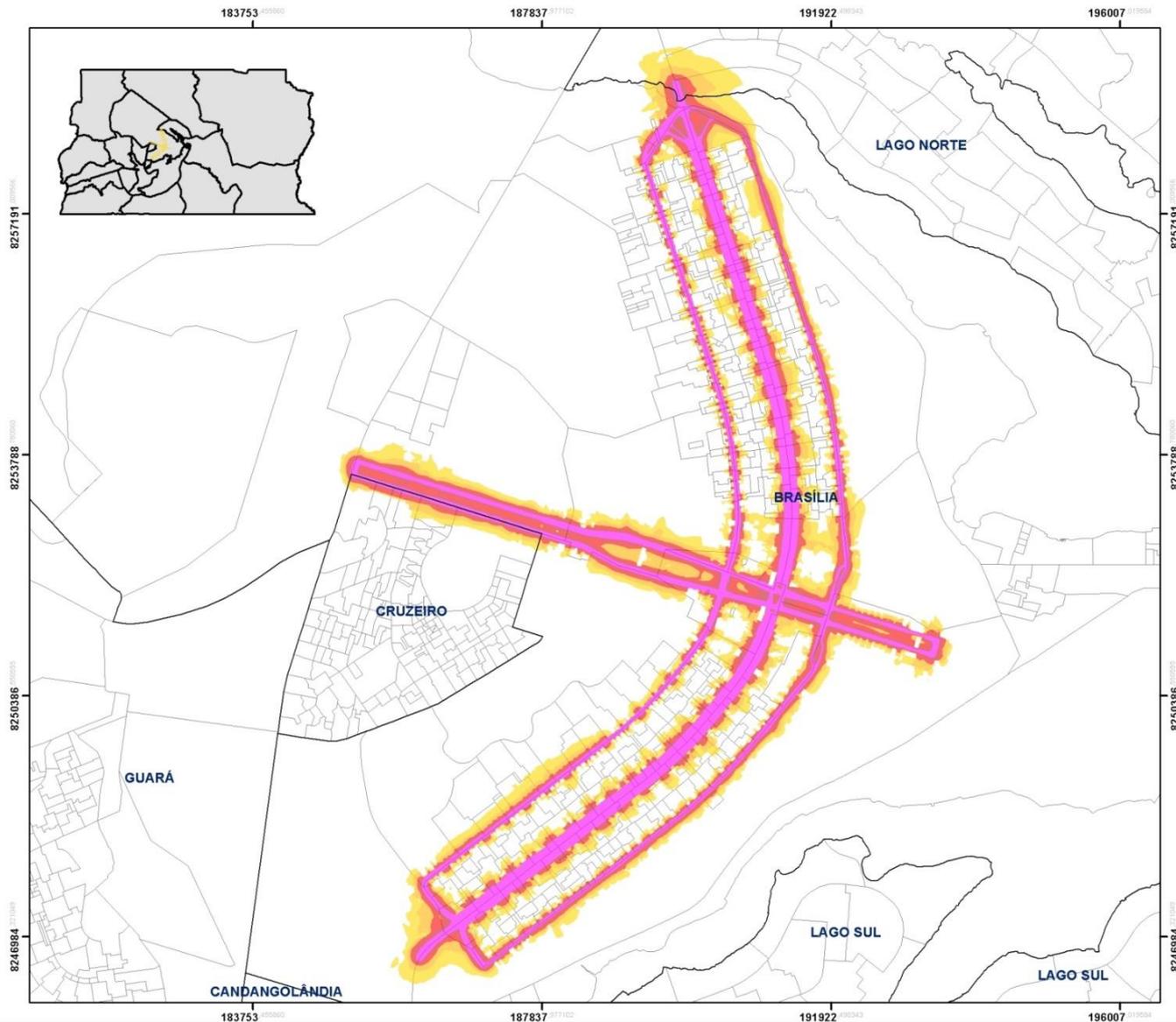
0 0,4 0,8 1,6 2,4 3,2  
 km

1:55.000

## Dados do Projeto

Consultor: Dr. Sérgio Garavelli  
 Fonte: Sound Plan  
 IBGE, 2010  
 Data: Junho, 2013

# Nível de Pressão Sonora em Brasília - Lden



United Nations  
Educational, Scientific and  
Cultural Organization  
Organização  
das Nações Unidas  
para a Educação,  
a Ciência e a Cultura



Secretaria de Estado  
de Meio Ambiente  
e Recursos Hídricos

**GDF**  
Juntos por um novo DF

## Legenda

### Nível de Pressão Sonora

- $50 < L_{den} \leq 55$
- $55 < L_{den} \leq 60$
- $60 < L_{den} \leq 65$
- $65 < L_{den} \leq 70$
- $L_{den} > 70$

## Orientação



Sistema de Coordenadas  
SIRGAS 2000 UTM 23s

## Escalas

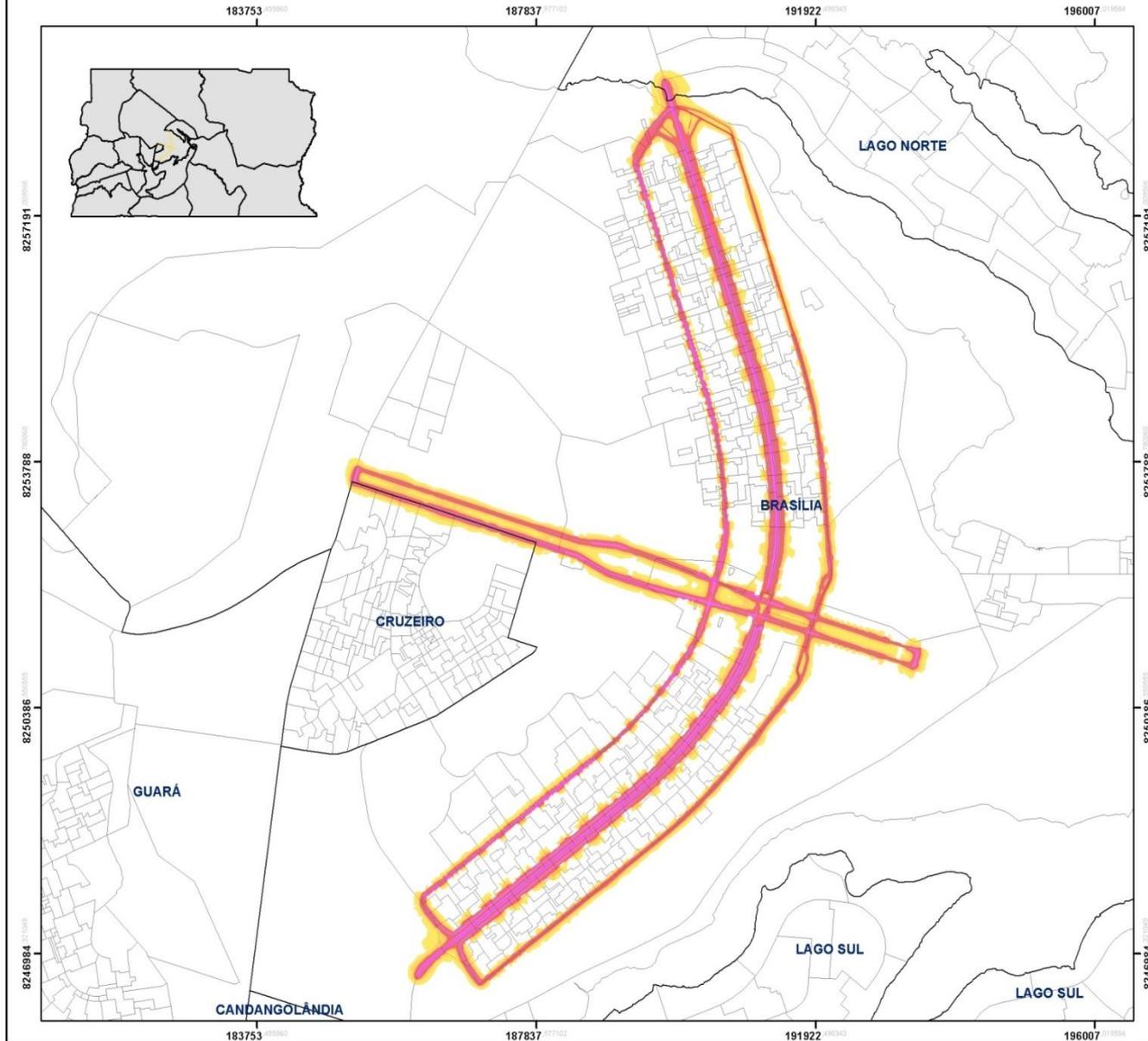
0 0,4 0,8 1,6 2,4 3,2  
km

1:55.000

## Dados do Projeto

Consultor: Dr. Sérgio Garavelli  
Fonte: Sound Plan  
IBGE, 2010  
Data: Junho, 2013

# Nível de Pressão Sonora em Brasília - Lnoite



United Nations  
Educational, Scientific and  
Cultural Organization

Organização  
das Nações Unidas  
para a Educação,  
a Ciência e a Cultura



Secretaria de Estado  
de Meio Ambiente  
e Recursos Hídricos

**GDF**  
Juntos por um novo DF

## Legenda

### Nível de Pressão Sonora

- $50 < L_{noite} \leq 55$
- $55 < L_{noite} \leq 60$
- $60 < L_{noite} \leq 65$
- $65 < L_{noite} \leq 70$
- $L_{noite} > 70$

## Orientação



Sistema de Coordenadas  
SIRGAS 2000 UTM 23s

## Escalas



1:55.000

## Dados do Projeto

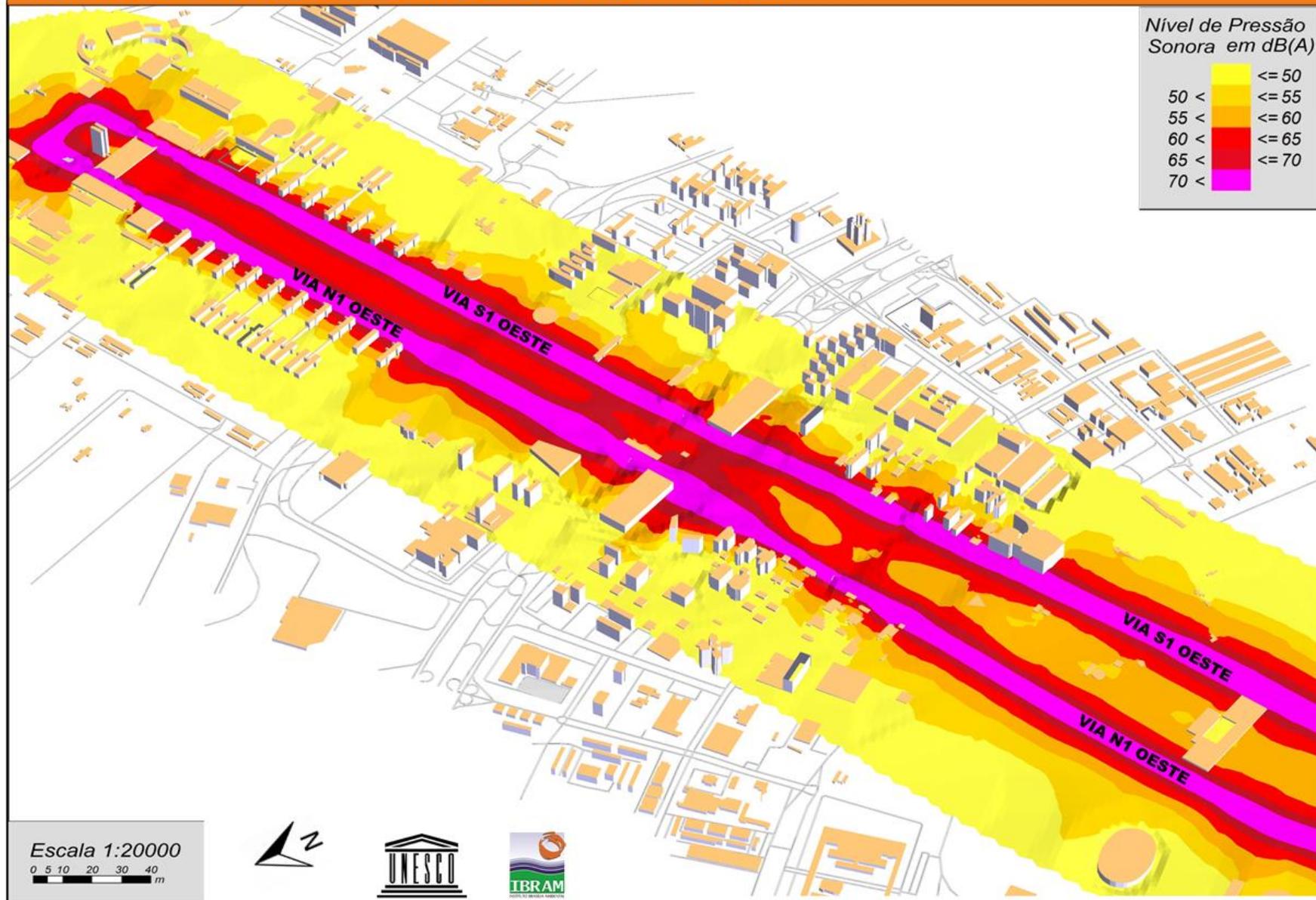
Consultor: Dr. Sérgio Garavelli

Fonte: Sound Plan

IBGE, 2010

Data: Junho, 2013

# MAPA DE RUÍDOS 3D MATUTINO – DETALHE ÁREA CENTRAL DE BRASÍLIA



Sistemas de coordenadas: SIRGAS Projção Horizontal UTM 23 S UL

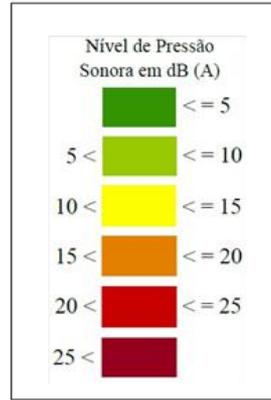
Responsável Técnico: Dr. Sérgio Garavelli



  
 United Nations  
 Educational, Scientific and  
 Cultural Organization  
 Organização  
 das Nações Unidas  
 para a Educação,  
 a Ciência e a Cultura

  
 INSTITUTO BRASILEIRO DE  
 AMBIENTE

  
 Secretaria de Estado  
 de Meio Ambiente  
 e Recursos Hídricos  
**GDF**  
 Juntos por um novo DF



Orientação



Dados do projeto  
 Responsável Técnico: Dr. Sérgio Garavelli  
 Fonte: DETRAN - DF  
 DER  
 SOUNDPLAN  
 NB R 1015 1

Curvas em kmz, dão uma boa visão para a população e é uma ferramenta de apoio a tomada de decisões.



PP\_Lden.kmz



PP\_Lnoite.kmz



PP\_pico\_manha.kmz



PP\_pico\_tarde.kmz

## População exposta por classe dos indicadores, Lden e Ln, em dB(A)

	≤ 50	50 - 55	55 - 60	60 - 65	65 - 70	≥ 70	Σ >55
<b>Lden</b>	138.252	47.851	17.882	11.428	7.772	4.709	41.791
	60,4%	20,9%	7,8%	5,0%	3,4%	2,1%	18,3%
<b>Ln</b>	188.836	20.451	11.164	4.281	2.668	494	18.607
	82,9%	9,0%	4,9%	1,9%	1,2%	0,2%	8,2%

## Pessoas incomodadas pelo tráfego rodoviário

Lden dB(A)	Pop	% Pop	Pessoas incomodadas		Altamente incom.	
			%	Pessoas	%	Pessoas
≥ 65	12.481	5%	47%	5.866	24%	2.995
≥ 60	23.909	10%	35%	23.909	16%	3.825
≥ 55	41.791	18%	26%	10.865	10%	4.179
<b>Total</b>			16.731 (7,3%)		7.174 (3,1%)	

## Pessoas com distúrbios no sono

Ln dB(A)	Pop	% Pop	Distúrbios no sono		Elevado DS	
			%	Pessoas	%	Pessoas
≥ 65	3.162	1%	36%	1.138	20%	632
≥ 60	7.443	3%	29%	2.158	15%	1.116
≥ 55	18.607	8%	22%	4.094	11%	2.046
<b>Total</b>			7.390 (3,2%)		3.794 (1,7%)	

## Comparação entre Brasília e Cidade do Porto, Lden dB(A)

	≤ 50	50 - 55	55 - 60	60 - 65	65 - 70	≥ 70	Σ>55
<b>Brasília</b>	138.252	47.851	17.882	11.428	7.772	4.709	41.791
	60,4%	20,9%	7,8%	5,0%	3,4%	2,1%	18,3%
<b>Cidade do Porto</b>	56.339	52.901	54.825	36.817	30.478	31.771	153.891
	21,4%	20,1%	20,8%	14,0%	11,6%	12,1%	58,5%

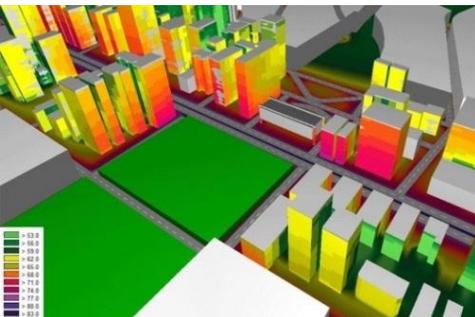
## **Plano de Redução de Ruídos – PRR**

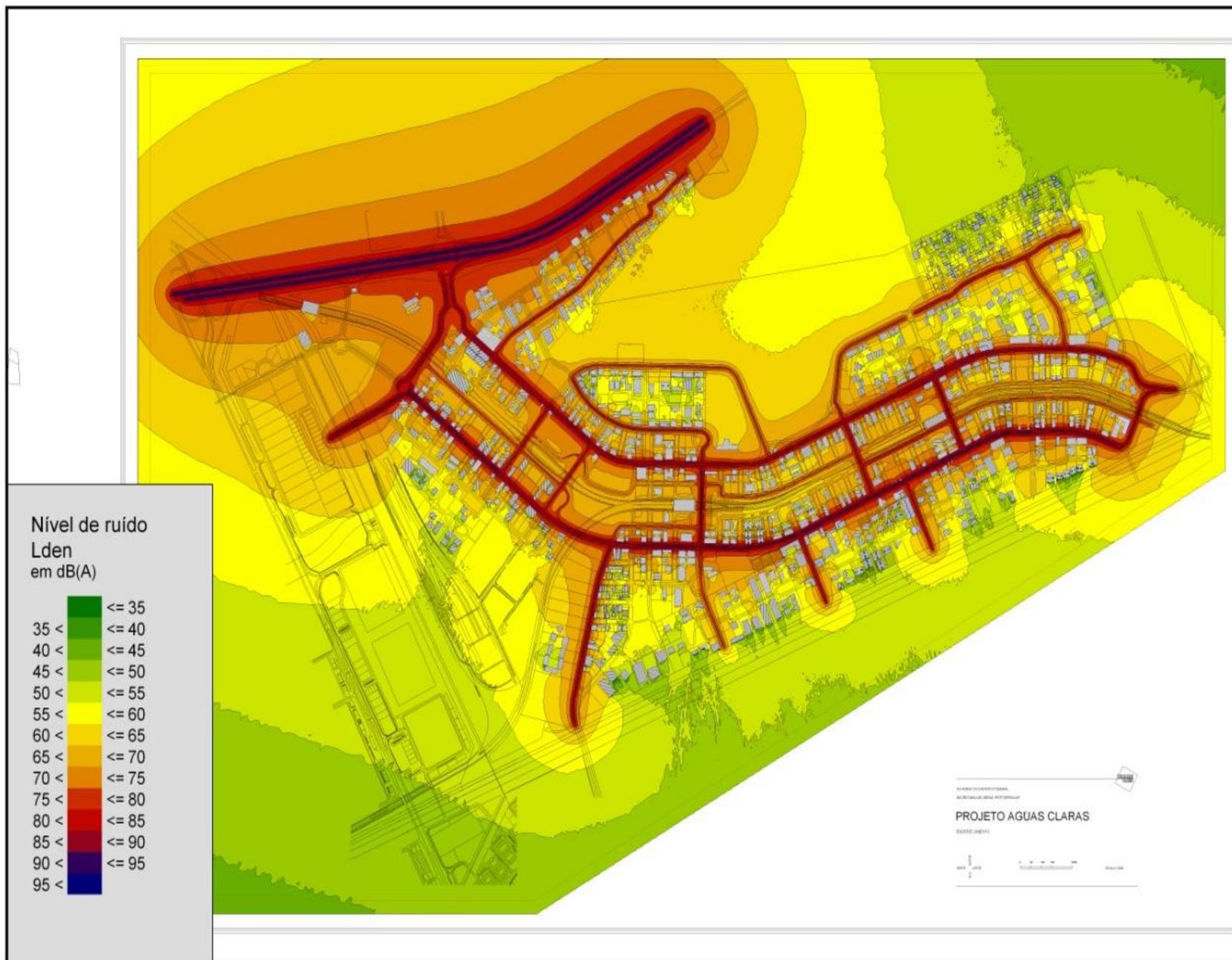
- Ações de redução na fonte de ruído.
- Ações de redução no meio de propagação do ruído.
- Ações de redução no receptor.

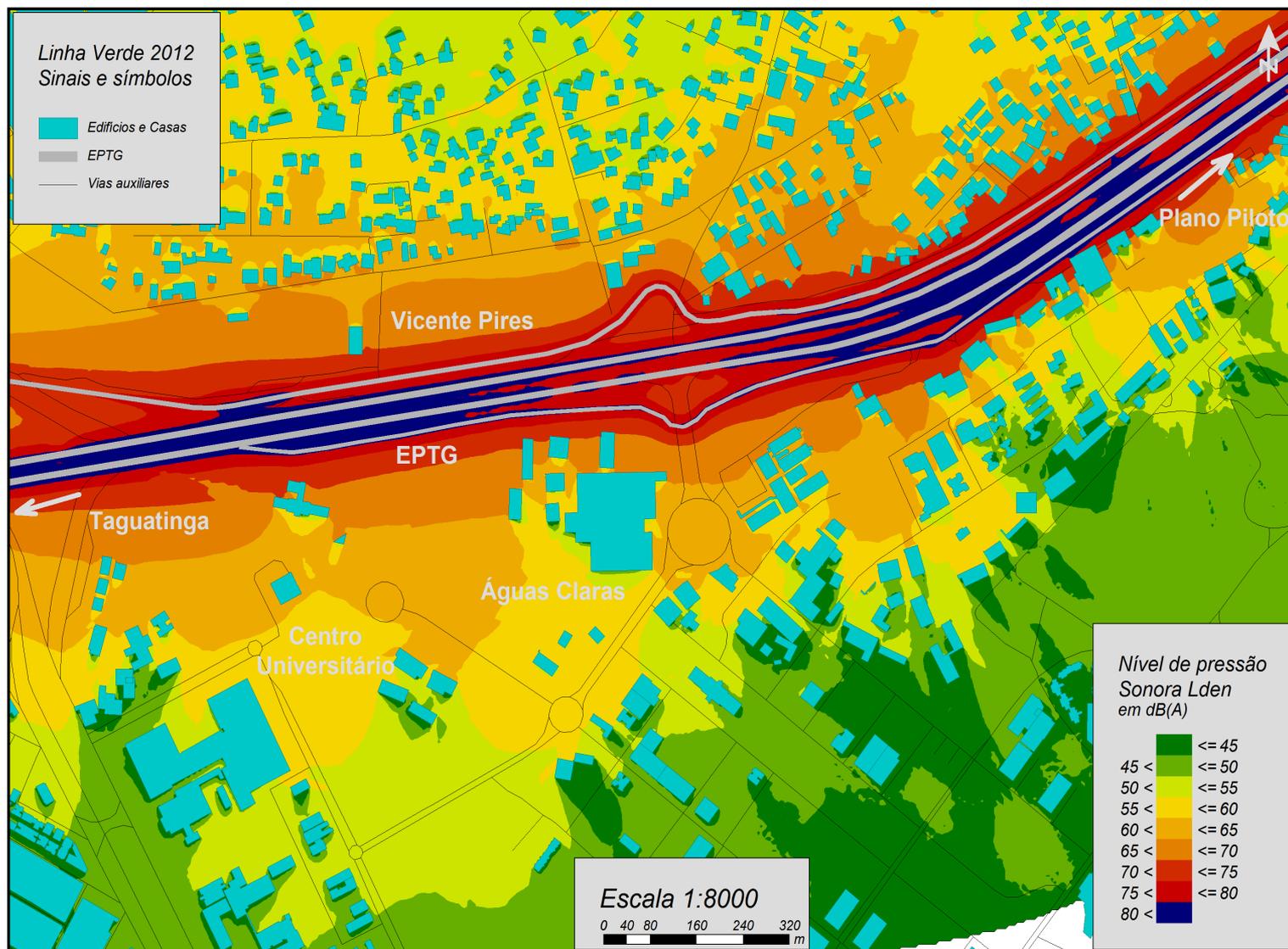
**Link para o trabalho completo disponível no site o IBRAM - DF**

<http://www.ibram.df.gov.br/component/content/article/310.html>

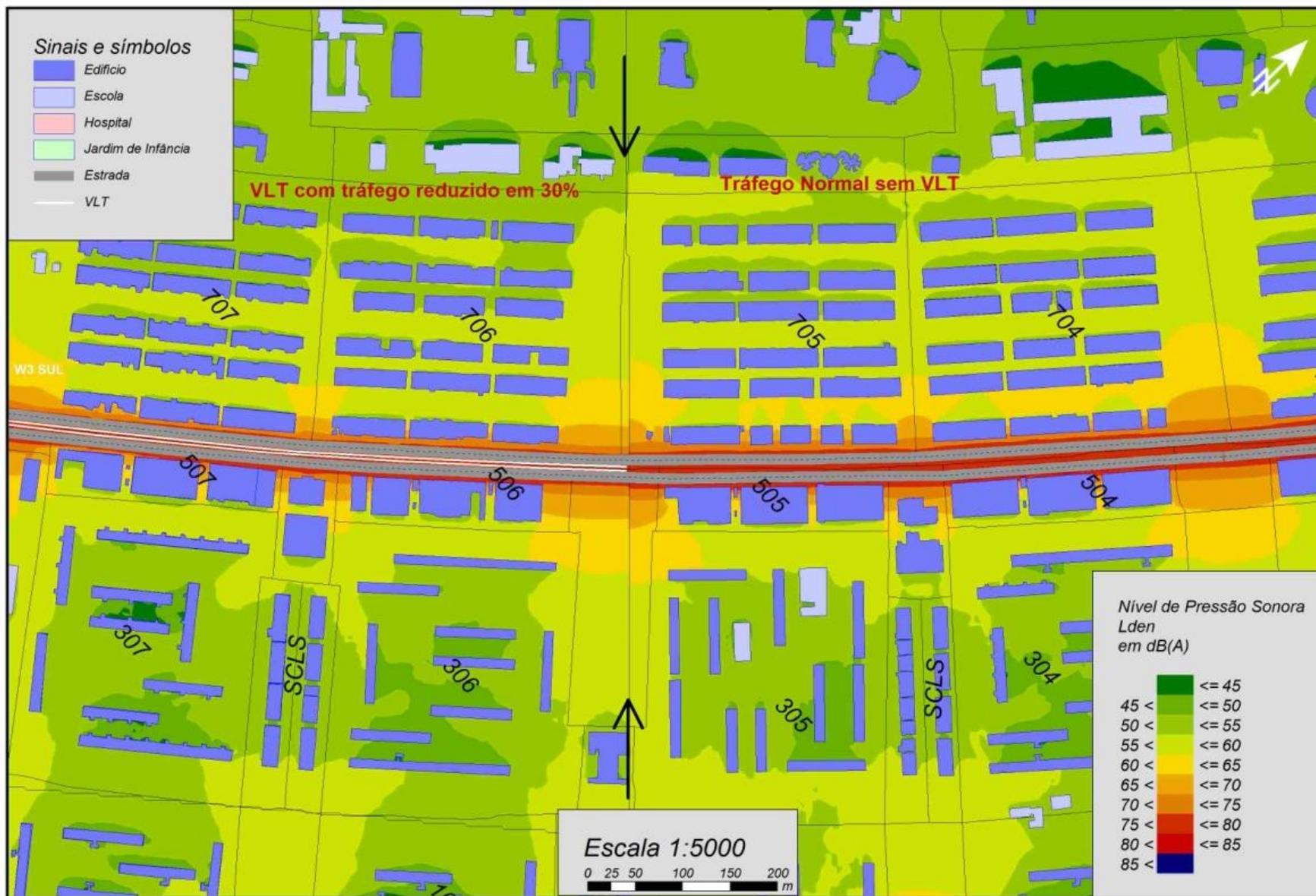
# Outras cartas ....







Mapa de Ruído, implantação da linha verde no DF (EPTG)



Mapa de Ruído da Asa Sul – VLT Lden

## MAPA DE RUÍDOS - Setor Noroeste

### SETOR NOROESTE

O empreendimento foi projetado para comportar vinte superquadras planejadas para receber quarenta mil habitantes, com a tipologia igual a da Asa Norte, seguindo assim os princípios propostos no documento, Brasília Revisitada, elaborado por Lúcio Costa em 1987.

### Via EPIA

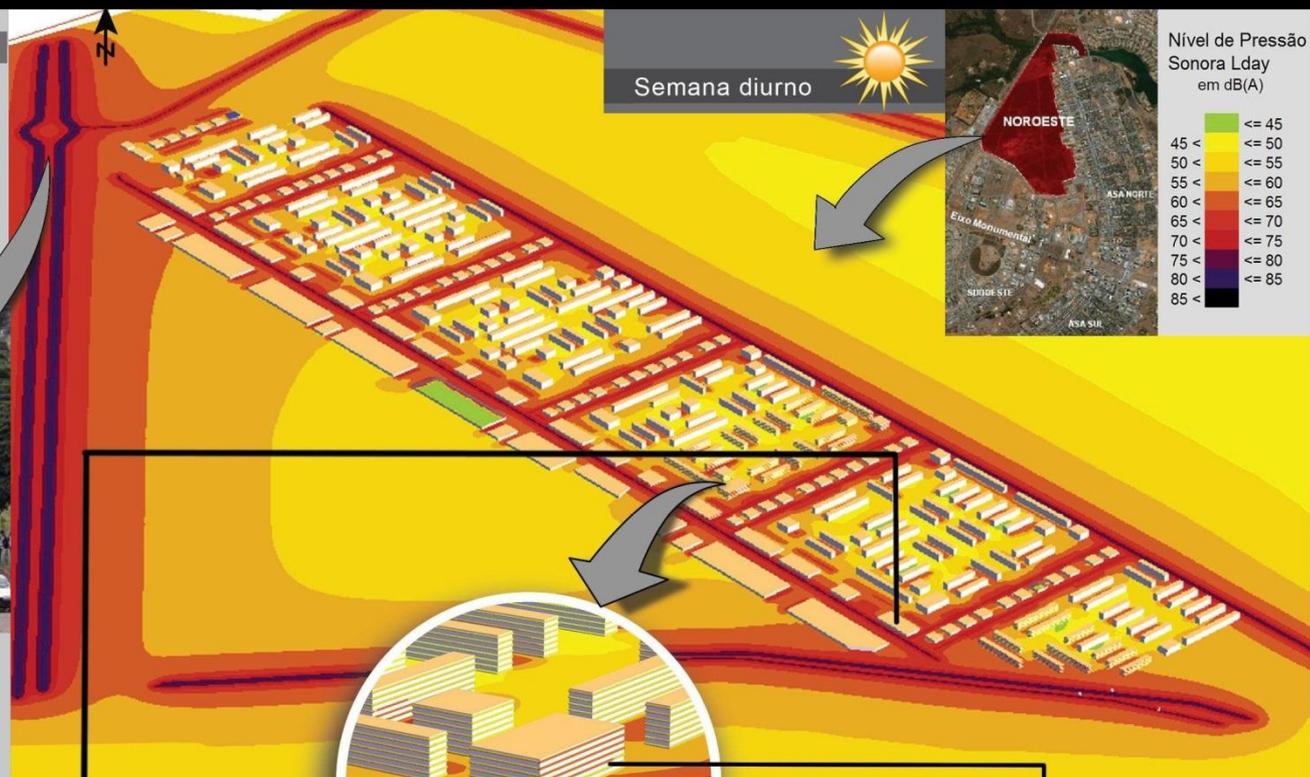


É considerada a espinha dorsal do sistema viário do Distrito Federal, entre a saída norte (BR 010, 020 e 030) e a saída sul (BR 040 e BR 050).



Escala 1:20000

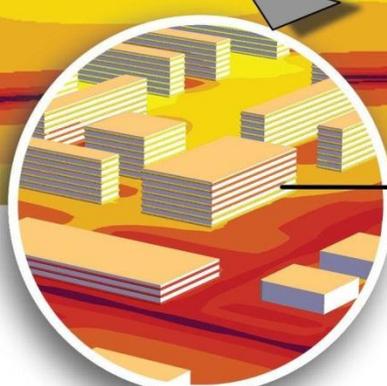
0 100 200 400 600 800 m



Semana diurna

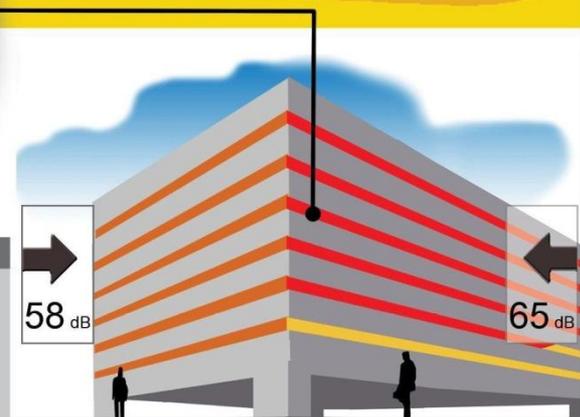
Nível de Pressão Sonora Lday em dB(A)

45 <	<= 45
50 <	<= 50
55 <	<= 55
60 <	<= 60
65 <	<= 65
70 <	<= 70
75 <	<= 75
80 <	<= 80
85 <	<= 85



### RUÍDO DE FACHADA

O resultado da pesquisa mostra que as fachadas frontal e lateral do prédio em destaque estão sujeitas a níveis de pressão sonora superiores ao recomendado pela NBR 10.151 da ABNT.



## MAPA DE RUÍDOS - Setor Noroeste

### SETOR NOROESTE

O empreendimento foi projetado para comportar vinte superquadras planejadas para receber quarenta mil habitantes, com a tipologia igual a da Asa Norte, seguindo assim os princípios propostos no documento, Brasília Revisitada, elaborado por Lúcio Costa em 1987.

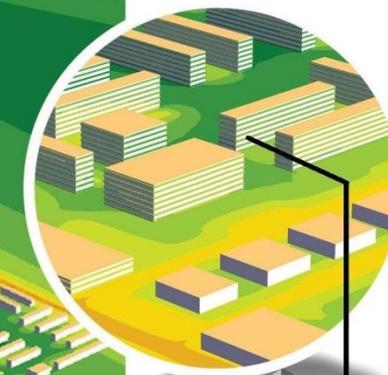


Nível de Pressão Sonora L(Night) em dB(A)

	<= 40
	40 < <= 45
	45 < <= 50
	50 < <= 55
	55 < <= 60
	60 < <= 65
	65 < <= 70
	70 < <= 75
	75 < <= 80
	80 < <= 85
	85 < <= 90
	90 < <= 95
	95 <



Semana noturna



Escala 1:20000

0 100 200 400 600 800 m

### RUÍDO DE FACHADA

O resultado da pesquisa mostra que as fachadas frontal e lateral do prédio em destaque estão sujeitas a níveis de pressão sonora superiores ao recomendado pela NBR 10.151 da ABNT.



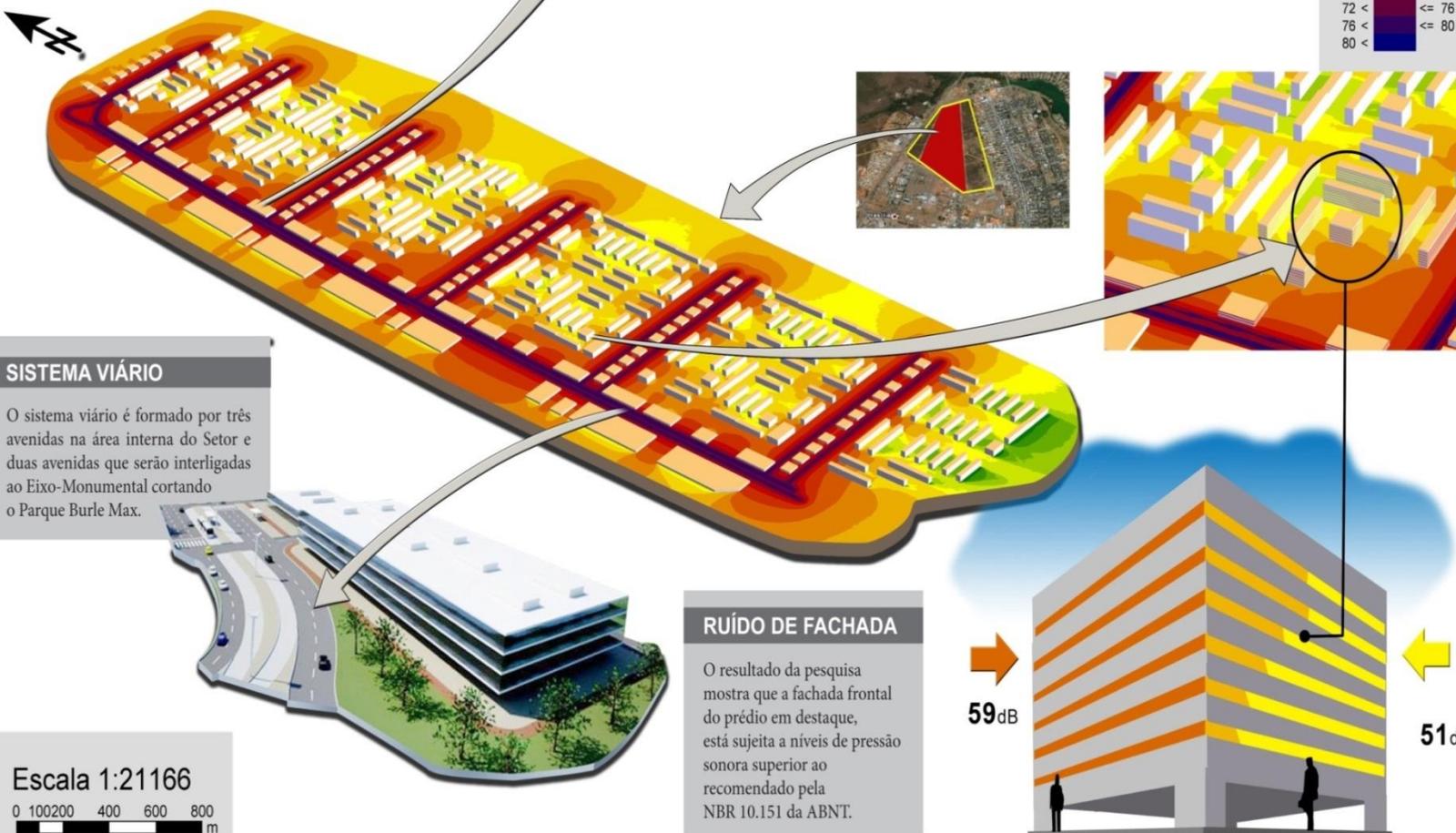
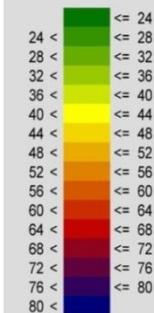
## MAPA DE RUÍDOS - Setor Noroeste

### SETOR NOROESTE

O empreendimento foi projetado para comportar vinte superquadras planejadas para receber quarenta mil habitantes, com a tipologia igual a da Asa Norte, seguindo assim os princípios propostos no documento, Brasília Revisitada, elaborado por Lúcio Costa em 1987.



Nível de Pressão Sonora Lden em dB(A)



### SISTEMA VIÁRIO

O sistema viário é formado por três avenidas na área interna do Setor e duas avenidas que serão interligadas ao Eixo-Monumental cortando o Parque Burle Max.

### RUÍDO DE FACHADA

O resultado da pesquisa mostra que a fachada frontal do prédio em destaque, está sujeita a níveis de pressão sonora superior ao recomendado pela NBR 10.151 da ABNT.

59dB

51dB

Escala 1:21166

0 100200 400 600 800 m

Mapa de Ruído Setor Noroeste - Fachada

## MAPA DE CONFORMIDADE – SETOR NOROESTE NOITE

### MAPA DE CONFORMIDADE

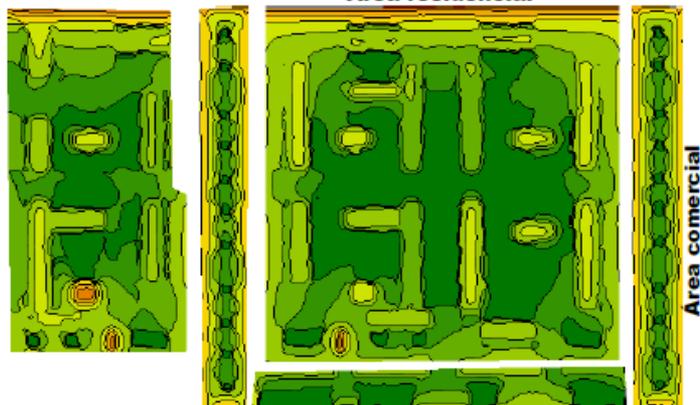
O mapa de conformidade apresenta o resultado da confrontação entre os níveis de pressão sonora estimados para cada região e os níveis de referência preconizados pela NBR 10.151. O gradiente cromático identifica nas áreas residenciais e comerciais as diferenças entre os níveis de pressão sonora confrontados.



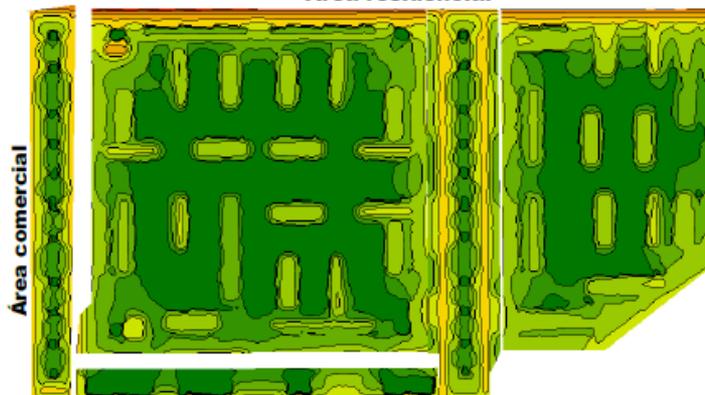
Nível de Pressão Sonora em dB(A)

0 <	≤ 0
3 <	≤ 3
6 <	≤ 6
9 <	≤ 9
12 <	≤ 12
15 <	≤ 15
18 <	≤ 18
21 <	≤ 21
24 <	≤ 24
27 <	≤ 27
30 <	≤ 30

Área residencial



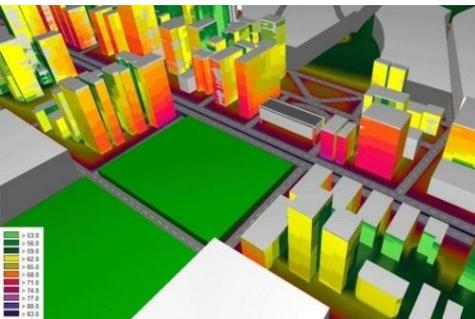
Área residencial



SEM ESCALA



# Indo além dos Mapas de Ruídos



Para relacionar o ruído (dose) com o incômodo sonoro (resposta/efeito) a Comunidade Europeia (CE) recomenda que adotar a metodologia baseada em modelos de dose-resposta.

Devido a dificuldades operacionais somente alguns poucos grupos realizam pesquisas para calcular as curvas de dose-resposta. Resultados recentes mostram que a percepção do incômodo relacionado com o ruído se alteraram ao longo do tempo e dependem de questões ambientais e culturais além da fonte de ruído (tráfego rodoviário, aeroviário, ferroviário, turbinas eólicas, construção civil etc.).

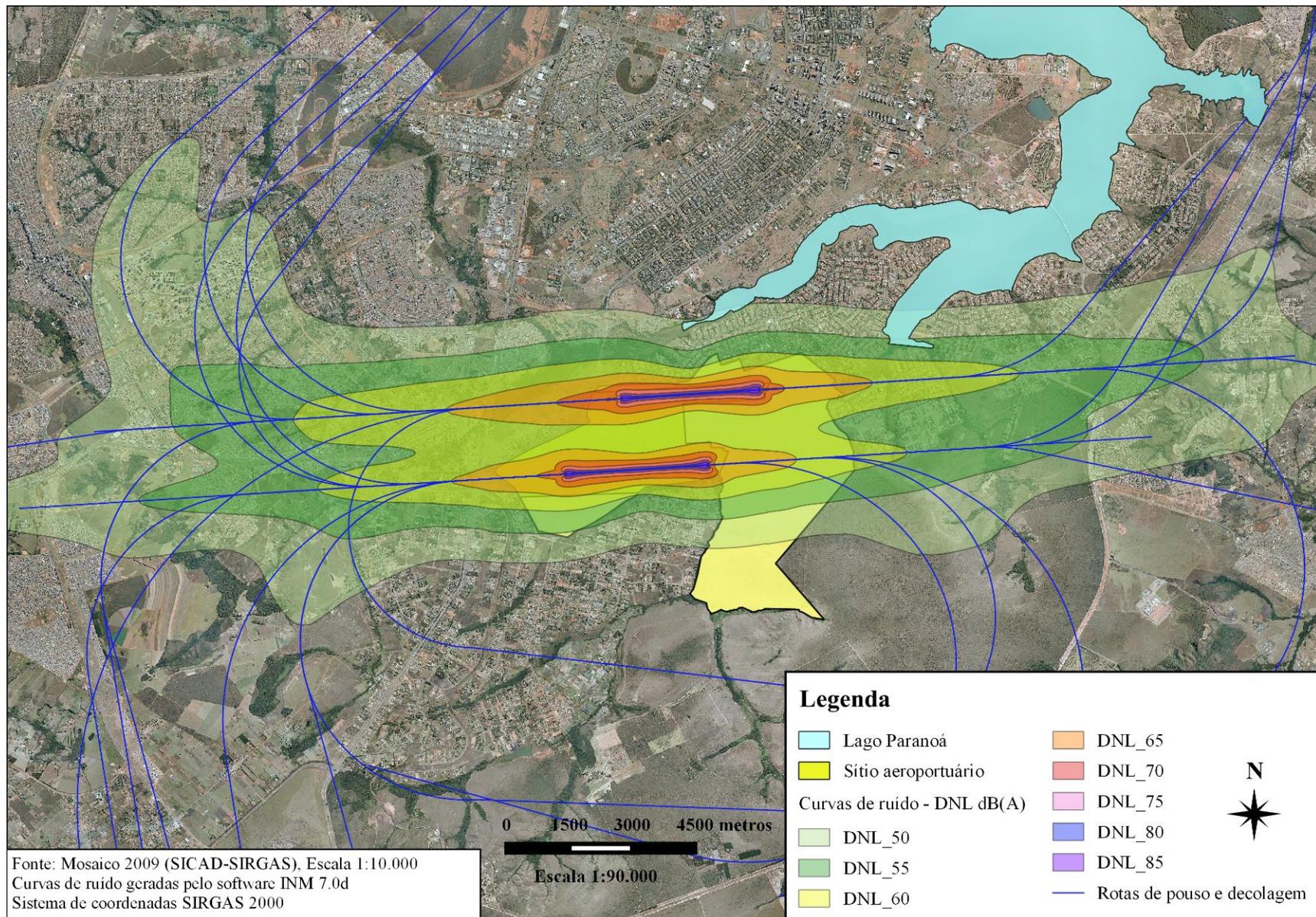
O FAA (*Federal Aviation Administration*) adota as relações dose-resposta, desenvolvidas por Schultz (1978) e Finegold *et al.* (1992), como a principal base das diretrizes relacionadas à compatibilidade do zoneamento sonoro com o uso e ocupação do solo.

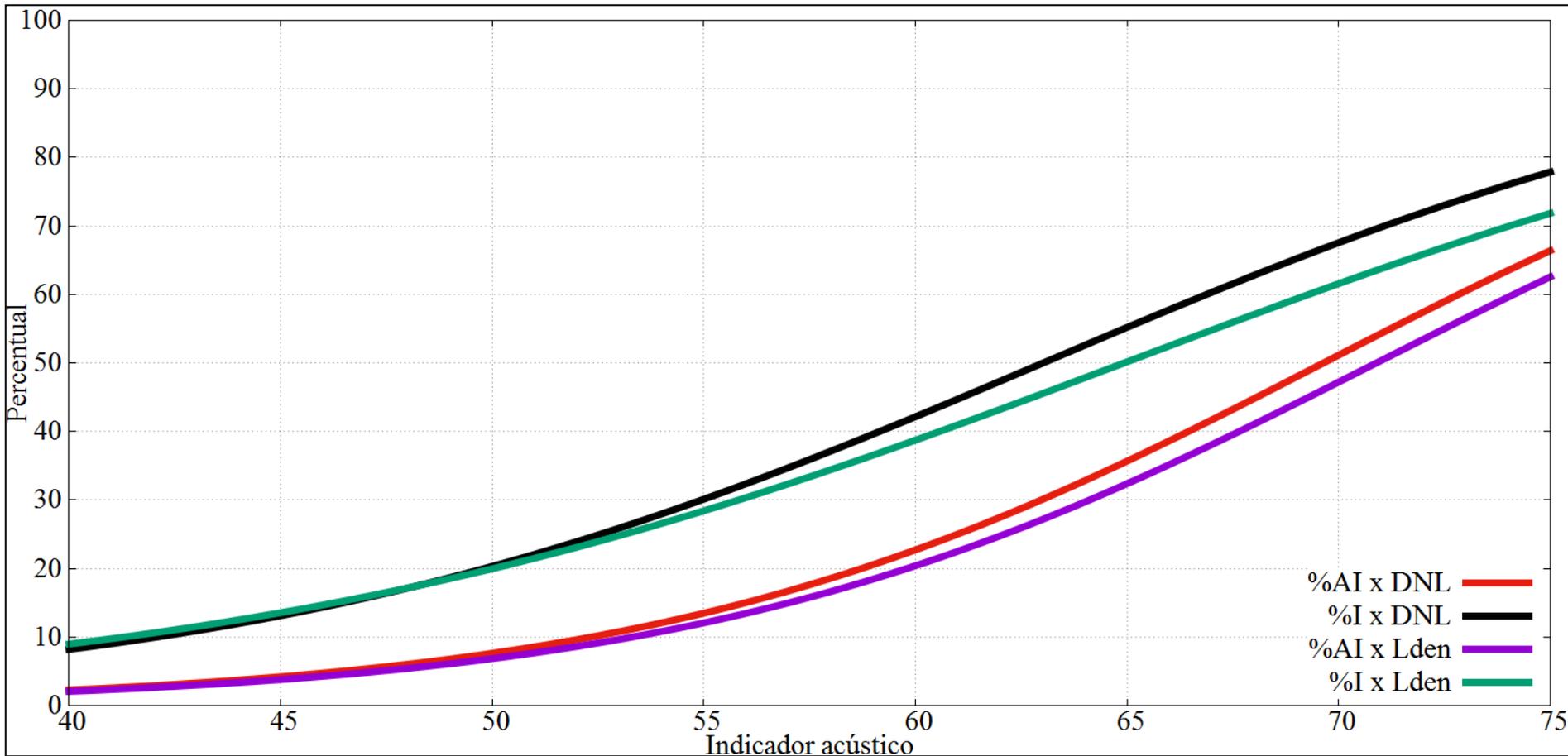
A FAA reconhece que essas relações dose-resposta foram geradas décadas atrás e que resultados de pesquisas mais recentes, diferem significativamente dos indicados por esses modelos. Uma pesquisa está sendo realizada em 20 aeroportos, para o desenvolvimento de modelos dose-resposta atualizados.

## Avaliação Integrada

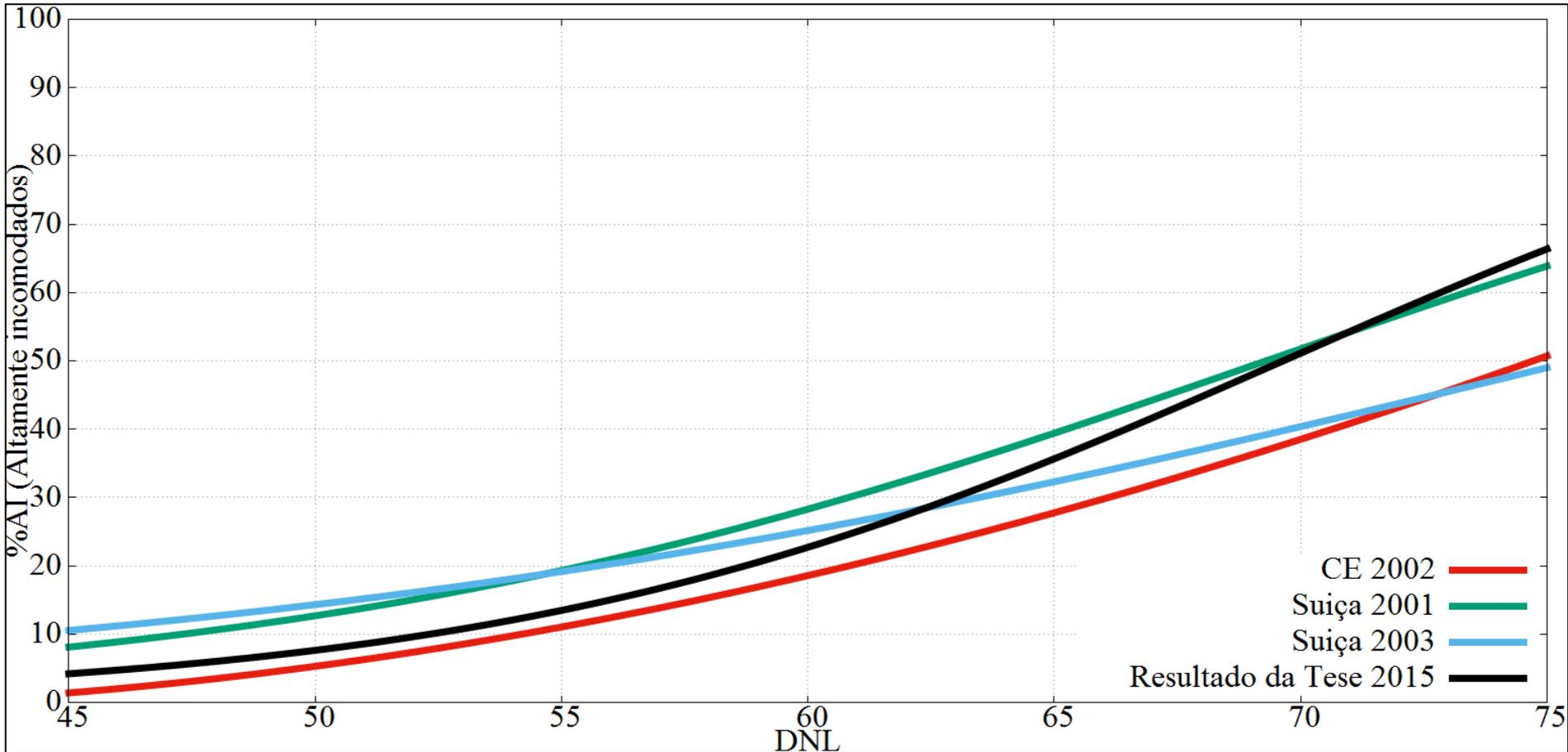
- Simulação (mapas de ruídos)
- Calibração (medidas acústicas)
- Avaliação da Percepção (curvas dose-resposta)

**No Brasil os primeiros trabalhos envolvendo avaliação integrada, foi realizado em Brasília, com o ruído aeroviário, pelo Grupo de Pesquisa em Acústica Ambiental.**





**Curvas dose-resposta, para o ruído aeroviário**



**Curvas dose-resposta, para o ruído aeroviário**



# Considerações finais

- Com o avanço dos computadores dos softwares e acesso às informações através dos Sistemas de Informação Geográficas (SIG) está cada vez mais rápido e barato realizar simulações na área de Acústica Ambiental, que eram impossíveis décadas atrás.
- Os mapas de ruídos, ou cartas acústicas, são ferramentas fundamentais para suporte à tomada de decisão no processo gestão de centros urbanos.
- As simulações em Acústica Ambiental permitem a análise de cenários futuros com a implantação de empreendimentos, alterações nas vias, introdução de novos modais de transporte dentre outros, com isso optar por soluções que preservem ou melhorem as condições de conforto acústico de espaços urbanos e assim a qualidade de vida dos habitantes.

## Considerações finais

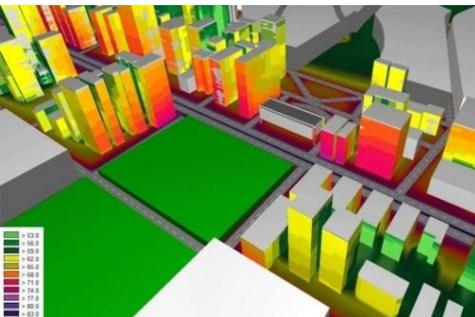


- Há a necessidade da utilização efetiva dos mapas e estudos da área de Acústica Ambiental nos processos de planejamento e gestão espaços urbanos. Os Planos Diretores devem levar em conta esses resultados.
- Os mapas juntamente com as curvas de dose-resposta constituem como a principal base das diretrizes relacionadas à compatibilidade do zoneamento sonoro com o uso e ocupação do solo em diversos países.

# Obrigado!

[sergio.garavelli@gmail.com](mailto:sergio.garavelli@gmail.com)

**(61) 99836763**





# **2ª Conferência Municipal sobre Ruído, Vibração e Perturbação Sonora**

27 e 29 de Abril de 2015  
São Paulo, SP - Brasil