

## AVALIAÇÃO DO NÍVEL DE RUÍDOS NA BORDA E NO INTERIOR DA FLORESTA NACIONAL DA RESTINGA DE CABEDELO

DOI: <http://dx.doi.org/10.55449/congea.13.22.IV-013>

Nayara de Freitas Nogueira Silveira (\*), Bruna D'Angela de Souza, José Frankneto da Silva Cordeiro, Washington Luiz Pinto Filho, Charles Frederico Martins Abdo

\* Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes.

### RESUMO

Os ruídos podem ser produzidos por diversas fontes e atividades humanas. Sabe-se que a infraestrutura rodoviária gera diversos impactos ambientais durante sua implantação e operação. Buscando elucidar e quantificar o nível de ruído causado pelo tráfego no ambiente é que foi proposto este estudo de caso sobre a avaliação do nível de ruídos na borda e no interior da Floresta Nacional da Restinga de Cabedelo. Dessa forma, este estudo visa quantificar o nível de ruído gerado pela operação da BR 230/PB no interior de uma unidade de conservação lindeira à rodovia e propõe medidas mitigadoras para a manutenção da qualidade ambiental da região e mitigação dos impactos.

**PALAVRAS-CHAVE:** Ruído, Poluição sonora, Impacto Ambiental, Rodovias, Floresta Nacional.

### INTRODUÇÃO

A operação de rodovias aliada à urbanização e ao crescimento desordenado das cidades têm sido objeto de estudos de impactos por décadas, singularmente quanto ao nível de ruído que os transportes urbanos geram. São várias as mazelas que os ruídos podem causar, principalmente à fauna silvestre podendo, a depender do nível e tempo de exposição, influenciar na transmissão das emissões sonoras, e provocar interferência em muitos aspectos da vida selvagem como atração, escolha de parceiros sexuais, detecção de predadores e defesa territorial.

Em vista disso, há no ordenamento jurídico brasileiro diversos instrumentos que protegem a população e a vida silvestre dos ruídos excessivos. A delimitação de áreas protegidas em áreas urbanas, além de inserir uma área verde na paisagem, permite com que os impactos causados pela urbanização sejam mitigados, preserva habitats e cria refúgios para crescimento da flora e fauna. Foi visando a preservação de áreas com densa vegetação ou de importância geológica, biológica e outras que a Lei nº 9985, de 18 de julho de 2000, instituiu o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza, que define Floresta Nacional (Flona) como uma “área com cobertura florestal de espécies predominantemente nativas e tem como objetivo básico o uso múltiplo sustentável dos recursos florestais e a pesquisa científica, com ênfase em métodos para exploração sustentável de florestas nativas”.

O presente estudo foi desenvolvido na Flona da Restinga de Cabedelo que possui aproximadamente 104 hectares de área localizada entre os municípios de Cabedelo e João Pessoa, no km 11 da BR-230/PB. Conforme o zoneamento territorial de Cabedelo, no perímetro da área de estudo são observadas quatro tipos de Zona. São elas: a Zona de Preservação e Proteção Ambiental, onde se situa a Floresta Nacional de Cabedelo; a Zona de Adensamento Precário; a Zona de Adensamento Prioritário; e, por fim, a Zona de Adensamento não Prioritário.

Apesar do zoneamento não estabelecer critérios e níveis de ruídos permitidos em cada zona, sabe-se que a acelerada urbanização do entorno e a operação da rodovia nas margens da unidade de conservação geram inúmeros impactos adversos à fauna e flora da Flona da Restinga de Cabedelo. Baseado nisso e buscando quantificar e mapear o nível de ruído no interior da Flona provocado, especialmente, pelo fluxo de veículos no km 11 da BR 230/PB, foi proposto o estudo “Avaliação do nível de ruídos na borda e no interior da Floresta Nacional da Restinga de Cabedelo”.

Portanto, o presente trabalho trata de um estudo de caso baseado neste estudo e tem por finalidade analisar os resultados, dar publicidade, bem como avaliar a necessidade de melhorias e medidas de mitigação do impacto ‘ruído’ na área da Floresta Nacional.

### OBJETIVOS

O trabalho visa apresentar os resultados e analisar os dados do estudo empírico sobre o nível de ruído produzido por veículos que transitam na BR-230/PB, próximo da Floresta Nacional da Restinga de Cabedelo e sobre o decaimento do perfil espectral do ruído no interior da Flona.

## METODOLOGIA

Trata-se de um estudo de caso que tem como base o estudo ambiental “Avaliação do nível de ruídos na borda e no interior da Floresta Nacional da Restinga de Cabedelo”, de maio de 2020, idealizado pelo Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes, com apoio técnico do consórcio Ambiente Brasil/ Tecon.

## RESULTADOS

O ruído é a combinação de diferentes ondas sonoras que, conforme a NBR 7731:1983, pode compor um conjunto de sons indesejáveis sem frequência definida.

Kawakita (2008), com base na ISO 1996:1982, apresenta a definição de ruído ambiental como sendo oriundo de todas as fontes, próximas ou afastadas, incluindo o ruído de tráfego. Segundo WHO (1999 apud SPETCHI, 2009) o tráfego nos modais aero, rodo e ferroviário são as principais fontes geradoras de ruído na vizinhança.

No Brasil, o transporte rodoviário é dominante dentre os demais modais e o ruído gerado na operação da rodovia é causado pela composição, volume e velocidade do tráfego, tipo de veículo e comportamento do usuário (SPETCHI et. al., 2009).

Spetchi et. al. (2009) apresentam em seu estudo, a contribuição de cada componente da estrutura do veículo na geração de ruído por tráfego. Segundo os autores, em referência à FHWA (1995), considerável parcela do ruído nos centros urbanos e em zonas rurais também está associada aos transportes. A Figura 1 demonstra a parcela de contribuição de cada componente veicular no impacto estudado.

A exposição humana a altos níveis de ruído gera respostas involuntárias e inconscientes do organismo podendo ser citadas alterações fisiológicas e bioquímicas no organismo do indivíduo exposto a intenso e/ou constante ruído (SPETCHI et. al., 2009).

No tocante à operação das rodovias, sabe-se que são gerados vários impactos adversos, além do ruído, que refletem não só no ser humano, como já discutido, mas também na fauna e consequentemente na flora local. Segundo Sánchez (2013), para atividades causadoras de significativos impactos ambientais é aconselhável o diagnóstico das condições ambientais de ruído na fase de pré-projeto, de forma que seja possível dimensionar soluções mitigadoras de tal impacto.

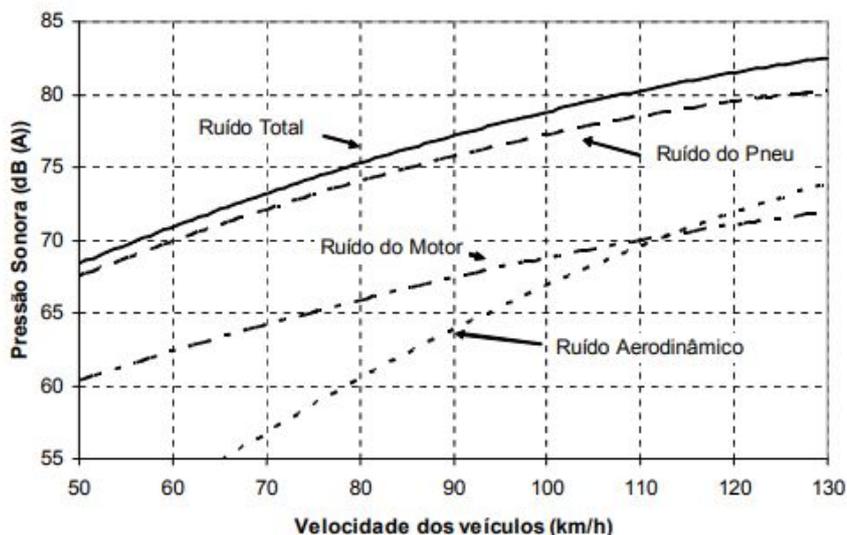


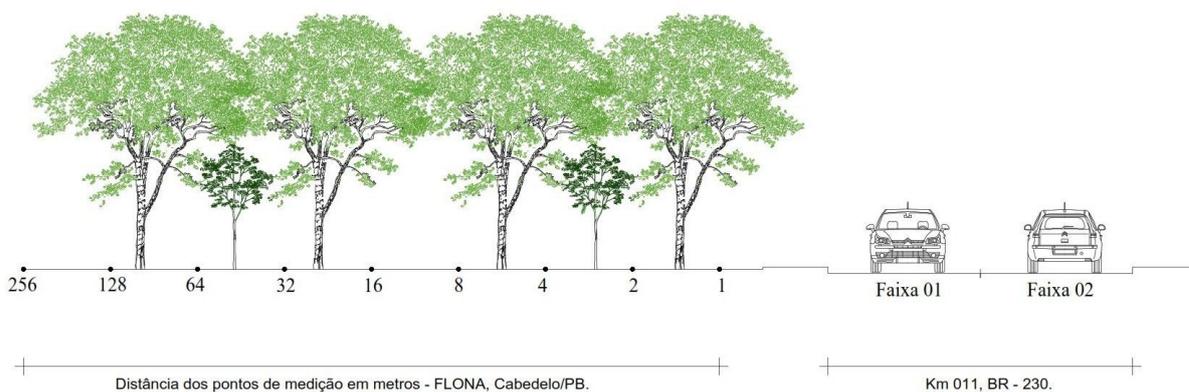
Figura 1: Contribuintes no Ruído total do tráfego veicular. Fonte: Hanson et. al., 2005 apud Spetchi et. al., 2009.

Buscando estudar as consequências deste impacto na Floresta Nacional, a equipe de campo estimou o ruído gerado pela rodovia BR-230, inicialmente avaliando o seu comportamento em função da distância da rodovia, com base em dados de tráfego de veículos e seus componentes.

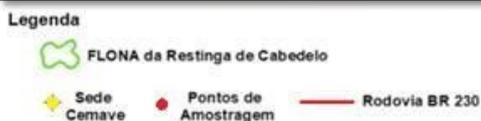
Os níveis de ruídos foram então medidos com um medidor de nível de pressão sonora (NPS): HIKARI, modelo HTM-401, Série 131000773, devidamente calibrado. Os pontos de amostragem foram distribuídos a 1, 2, 4, 8, 16, 32, 64, 128 e 256 metros da rodovia no fragmento estudado. Tais distâncias foram escolhidas em progressão geométrica em decorrência da não-linearidade das ondas sonoras. No total foram amostrados 9 pontos, conforme Figura 2 e Figura 3. Além do medidor, também foram utilizados GPS, modelo Garmin eTrex 20s, para marcação das coordenadas geográficas

dos pontos de amostragem, trena de alta metragem para marcação exata dos pontos, cronômetro do smartphone para contabilização do tempo de medição e rádio, comunicador Baofeng para comunicação com colaborador que realizava a contagem de veículos no mesmo período em que eram feitas as medições de ruído.

A Figura 3 apresenta a imagem aérea com os pontos de amostragem que foram demarcados no solo com parafuso e selo de identificação e cuja marcação seguiu o percurso da estrada vicinal no interior da Flona, que dá acesso ao ICMBio e outras instalações. Para cada ponto foi registrada a sua coordenada geográfica.



**Figura 2: Posicionamento dos pontos de medição de ruído dentro da FLONA. Fonte: DNIT, 2020.**



**Figura 3: Mapeamento da área de estudo. Fonte: DNIT, 2020.**

Para análise, o estudo utilizou a escala de compensação “A” e resposta de leitura lenta. O equipamento foi acoplado a um tripé e posicionado a 1,5 metros do nível do solo conforme recomendação técnica. As medidas foram realizadas em uma única campanha, durante quatro dias, sendo dois dias durante dias úteis, quando o tráfego de veículos é maior, e dois dias no fim de semana, quando se espera um fluxo menor de veículos na rodovia, no intervalo temporal de 08:00h, 12:00h e 17:00h, sendo um horário comercial no qual o tráfego de veículos é intenso. Cabe destacar que as medições foram realizadas em dias sem chuvas e os aparelhos foram protegidos do vento, a fim de evitar interferências nos resultados e na análise.

O decibelímetro (curva de ponderação A, fast response) utilizado para medição de ruído de tráfego foi posicionado inicialmente no Ponto 01, a 1,5m do solo e foram tomadas medidas a cada 5 segundos, tal como indicado pela NBR

10151:2000. As medidas de intensidade de ruído foram repetidas por 3 minutos em cada ponto, totalizando 36 aferições a cada ponto, dando um total de 3.888 em quatro dias. Durante a medição, foi contabilizada manualmente a quantidade e tipo de veículos que transitavam no local, dentro das categorias: motocicletas, veículos leves e caminhões pesados.

Todos os dados foram processados e repassados para uma planilha de excel. A partir disso foi calculado o ruído equivalente contínuo (Leq) de cada ponto, seguindo a metodologia da Norma NBR 10151:2000. Os resultados foram, então, compilados. A Tabela 1 apresenta a medição para um dia de amostragem.

Cabe destacar que, em cada ponto, foram coletados 36 dados de ruído num intervalo de 3 minutos, totalizando 324 dados coletados em cada turno, equivalente a 972 dados coletados por dia, somando um total de 3.888 em quatro dias (DNIT, 2020).

Os resultados de ruído equivalente foram então compilados e comparados com o Nível de Critério de Avaliação (NCA) baseado na NBR 10.151:2000, que estabelece um limite de 60 dB(A) para áreas com vocação residencial, comercial e administrativa, na qual a Flona está inserida, conforme Quadro 1.

**Quadro 1: NCA de acordo com a área. Fonte: DNIT, 2020.**

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

**Tabela 1: Cálculo de nível de ruído equivalente para a amostragem do dia 14/05/2020. Fonte: DNIT, 2020.**

CÁLCULO DO NÍVEL DE RUÍDO EQUIVALENTE CONTÍNUO - FLONA CABEDELO										
COORDENADAS: 0295596/9218715			INÍCIO: 09:10		FIM: 09:13		DATA: 14/05/2020		PONTO: 01	
VALORES OBTIDOS		VALORES ORDENADOS		CLASSES			FREQ.	FREQ.	FREQ.	FREQ.
PARTE 01	PARTE 02	PARTE 01	PARTE 02				ABSOLUT A	ABSOLUTA ACUMULAD A	RELATI VA	RELATIVA ACUMULA D
61,4	60,3	62	61	67	F	66	1	1	2,78%	2,78%
62,9	64,6	63	65	66	F	65	0	1	0,00%	2,78%
57,1	59,7	58	60	65	F	64	2	3	5,56%	8,33%
60,1	55,7	61	56	64	F	63	2	5	5,56%	13,89%
62,8	63,1	63	64	63	F	62	5	10	13,89%	27,78%
58,3	50,9	59	51	62	F	61	3	13	8,33%	36,11%
56	52,4	56	53	61	F	60	5	18	13,89%	50,00%
50,1	60,3	51	61	60	F	59	2	20	5,56%	55,56%
49,3	52,5	50	53	59	F	58	4	24	11,11%	66,67%
63,8	56,6	64	57	58	F	57	2	26	5,56%	72,22%

**Tabela 1: Cálculo de nível de ruído equivalente para a amostragem do dia 14/05/2020. Fonte: DNIT, 2020. Continuação.**

CÁLCULO DO NÍVEL DE RUÍDO EQUIVALENTE CONTÍNUO - FLONA CABEDELO											
COORDENADAS: 0295596/9218715			INÍCIO: 09:10		FIM: 09:13		DATA: 14/05/2020		PONTO: 01		
61,7	59,3	62	60	57	F	56	1	27	2,78%	75,00%	
58,3	62,2	59	63	56	F	55	3	30	8,33%	83,33%	
62,1	61,4	63	62	55	F	54	0	30	0,00%	83,33%	
60,1	57,9	61	58	54	F	53	0	30	0,00%	83,33%	
50,9	66,4	51	67	53	F	52	2	32	5,56%	88,89%	
62,1	58,3	63	59	52	F	51	0	32	0,00%	88,89%	
60,3	55,9	61	56	51	F	50	3	35	8,33%	97,22%	
64,3	58,2	65	59	50	F	49	1	36	2,78%	100,00%	
Índices estatísticos para Avaliação do Ruído Ambiental									Valores Obtidos		

**Tabela 1: Cálculo de nível de ruído equivalente para a amostragem do dia 14/05/2020. Fonte: DNIT, 2020. Continuação.**

<i>L10</i> : Nível de pressão sonora ponderado em “A” excedido em 10% do tempo;	64 dB(A)
<i>L90</i> : Nível de pressão sonora ponderado em “A” excedido em 90% do tempo;	51 dB(A)
<i>L<sub>Aeq</sub></i> : Nível de ruído equivalente contínuo, dB(A);	<b>59,19 dB(A)</b>

As Tabelas 2 e 3 apresentam, respectivamente, a contagem de fluxo veicular no dia 14/05/2020, no km 11 da BR 230/PB. Cabe destacar que apesar do período de estudo ter coincido com a pandemia de COVID-19, o estudo confirma a normalidade do fluxo e justifica que a via é muito utilizada para trânsito entre bairros circunvizinhos.

**Tabela 2: Análise do fluxo veicular na quinta-feira. Fonte: DNIT, 2020.**

CONTAGEM DO FLUXO VEICULAR - QUINTA-FEIRA (14/05/2020)																																																																																																																																																																																																																												
Data: 14/05/2020					Turno: Manhã					Data: 14/05/2020					Turno: Tarde					Data: 14/05/2020					Turno: Noite																																																																																																																																																																																																			
PONTO	INÍCIO	CARRO	MOTO	CAMINHÃO	PONTO	INÍCIO	CARRO	MOTO	CAMINHÃO	PONTO	INÍCIO	CARRO	MOTO	CAMINHÃO	PONTO	INÍCIO	CARRO	MOTO	CAMINHÃO	PONTO	INÍCIO	CARRO	MOTO	CAMINHÃO																																																																																																																																																																																																				
P1	9:10 9:13	47	7	8	P1	11:59 12:02	42	14	2	P1	16:58 17:02	55	52	5	P1	17:06 17:09	80	66	6	P2	9:17 9:20	46	9	7	P2	12:04 12:07	50	14	6	P2	17:13 17:16	75	35	0	P2	17:18 17:21	65	34	5	P3	9:25 9:28	60	13	6	P3	12:08 12:11	43	16	10	P3	17:23 17:26	52	22	0	P3	17:29 18:02	50	17	3	P4	9:36 9:39	50	15	10	P4	12:13 12:16	45	9	2	P4	17:34 17:37	60	14	5	P4	17:40 17:43	40	14	3	P5	9:50 9:53	60	10	11	P5	12:17 12:20	40	15	4	P5	17:46 17:49	55	10	13	P5					P6	9:56 9:59	44	7	8	P6	12:22 12:25	45	12	7	P6					P6					P7	10:03 10:06	55	10	11	P7	12:27 12:30	50	13	6	P7					P7					P8	10:09 10:12	62	8	5	P8	12:32 12:35	45	14	6	P8					P8					P9	10:17 10:20	43	12	7	P9	12:39 12:42	40	14	4	P9					P9							467	91	73			400	121	47			532	264	40												TOTAL GERAL]		631			TOTAL GERAL]		568			TOTAL GERAL]		836		
		467	91	73			400	121	47			532	264	40																																																																																																																																																																																																														
TOTAL GERAL]		631			TOTAL GERAL]		568			TOTAL GERAL]		836																																																																																																																																																																																																																

**Tabela 3: Resultado das análises e comparação com o NCA. Fonte: DNIT, 2020.**

RESULTADOS DAS ANÁLISES - QUINTA-FEIRA, 14 DE MAIO DE 2020.					
PONTO	HORÁRIO	RUÍDO EQUIVALENTE EM dB(A)	COMPARATIVO COM NCA DA NBR 10151	VEÍCULOS POR MINUTO	FLUXO VEICULAR
P1	8:00	59	ABAIXO DA MÉDIA	21	MÉDIO
	12:00	60	ABAIXO DA MÉDIA	19	BAIXO
	17:00	63	ACIMA DA MÉDIA	37	ALTO
P2	8:00	63	ACIMA DA MÉDIA	21	MÉDIO
	12:00	62	ACIMA DA MÉDIA	23	MÉDIO
	17:00	65	ACIMA DA MÉDIA	51	ALTO
P3	8:00	60	ABAIXO DA MÉDIA	26	MÉDIO
	12:00	62	ACIMA DA MÉDIA	23	MÉDIO
	17:00	61	ACIMA DA MÉDIA	37	ALTO
P4	8:00	58	ABAIXO DA MÉDIA	25	MÉDIO
	12:00	57	ABAIXO DA MÉDIA	19	BAIXO
	17:00	60	ABAIXO DA MÉDIA	35	MÉDIO
P5	8:00	58	ABAIXO DA MÉDIA	27	MÉDIO
	12:00	56	ABAIXO DA MÉDIA	20	BAIXO
	17:00	56	ABAIXO DA MÉDIA	25	MÉDIO
P6	8:00	54	ABAIXO DA MÉDIA	20	BAIXO
	12:00	55	ABAIXO DA MÉDIA	21	MÉDIO
	17:00	53	ABAIXO DA MÉDIA	23	MÉDIO
P7	8:00	49	ABAIXO DA MÉDIA	25	MÉDIO
	12:00	45	ABAIXO DA MÉDIA	23	MÉDIO
	17:00	48	ABAIXO DA MÉDIA	26	MÉDIO
P8	8:00	42	ABAIXO DA MÉDIA	25	MÉDIO
	12:00	42	ABAIXO DA MÉDIA	22	MÉDIO
	17:00	46	ABAIXO DA MÉDIA	19	BAIXO
P9	8:00	39	ABAIXO DA MÉDIA	21	MÉDIO
	12:00	33	ABAIXO DA MÉDIA	19	BAIXO
	17:00	42	ABAIXO DA MÉDIA	26	MÉDIO

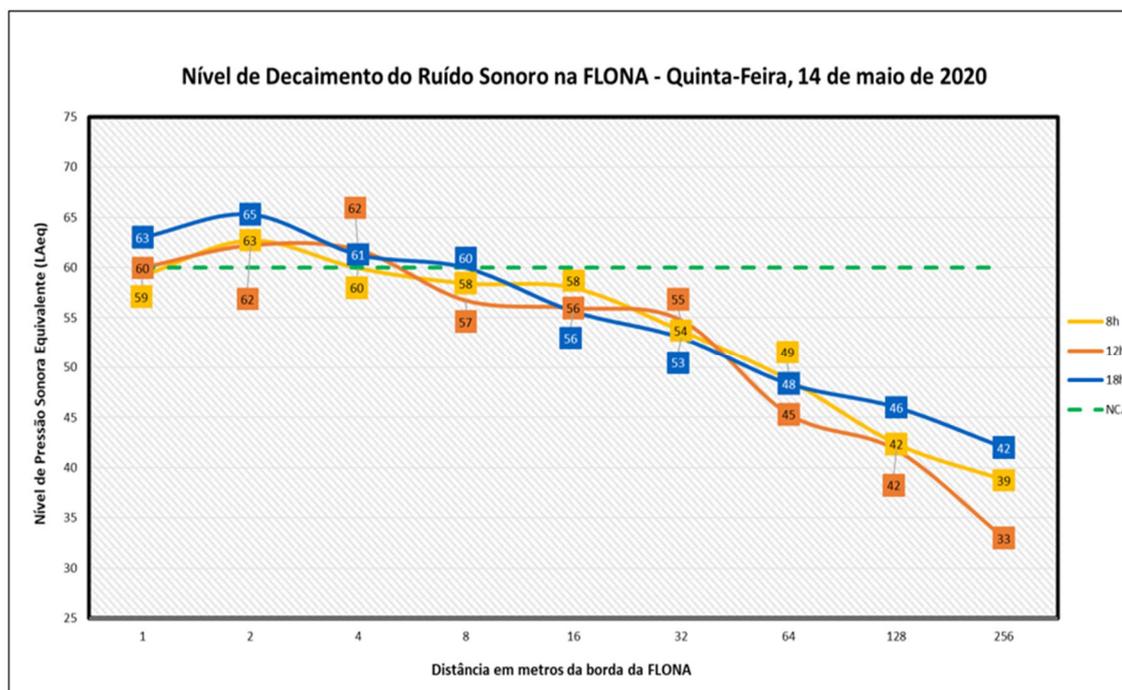
Com o processamento dos dados, foi possível organizar as informações em um gráfico que expressa visualmente o decaimento do ruído sonoro em função da distância em metros da borda. A Figura 4 apresenta os valores coletados no dia 14 de maio plotados.

Analisando os dados pode-se concluir que os maiores níveis de ruído possuem relação direta, que não por mera coincidência, com o horário de maior trânsito na região, em especial, no fim da tarde nos dias de semana e que estes valores apresentam significativa diminuição nos finais de semana.

Doravante o nível de ruído equivalente (LAeq), foi possível verificar também que o valor medido excedeu o limite estabelecido pelo Nível de Critério de Avaliação (NCA) da NBR 10.151:2000 nos pontos 1, 2 e 3 que distanciam em 1, 2 e 4 metros respectivamente da borda externa da Flona e da rodovia. Essa constatação confirma e valida a hipótese apresentada da relação e influência do tráfego nos níveis de ruído das áreas lindeiras.

Nota-se, conforme o estudo, que o decaimento do nível de ruído equivalente foi de 2 a 5 dB(A), à medida que se avança nos pontos demarcados em progressão geométrica e se adentra na unidade de conservação. Apesar do estudo ter concluído

que a maior parte do ruído gerado pelos veículos seja emitido por buzinas e motores, Spetchi et. al. (2009) revela em sua pesquisa que os pneus dos veículos possuem grande parcela na geração destes ruídos.



**Figura 4: Gráfico de Decaimento do ruído sonoro na quinta-feira. Fonte: DNIT, 2020.**

Dessa forma, a medida mitigadora proposta no estudo é o uso de sinalização vertical na rodovia limítrofe à Flona proibindo uso de buzinas em toda extensão da rodovia. É uma medida que pode gerar efeitos contundentes na mitigação do impacto como outras sinalizações de cunho ambiental já existentes. Entretanto, sugere-se que o uso da sinalização vertical seja associado a ações de educação ambiental e de educação no trânsito na região, para que os transeuntes conheçam os benefícios da diminuição de ruídos para a biota da unidade de conservação.

Apesar do ruído gerado pela rodovia ser quase insignificante no interior da Floresta Nacional, conforme o estudo e devido à distância e também à absorção do som pelas árvores, consideradas pela literatura como barreiras acústicas naturais, em eventuais obras no trecho, sugere-se a adoção e implantação de barreiras acústicas de forma que sejam minimizados os impactos, especialmente, à fauna na área protegida já que obras rodoviárias podem gerar aumento do fluxo de caminhões, além de outras atividades que produzem ruídos consideráveis.

## CONCLUSÃO

O trabalho proposto surgiu de uma demanda do ICMBio cujo objetivo era o monitoramento do ruído na faixa limítrofe da rodovia e sua propagação no interior da Flona provocado pela operação da rodovia BR 230/PB.

No trabalho base para este estudo de caso foram então amostrados 9 pontos, distanciados em progressão geométrica da rodovia, em linha reta e perpendicular ao eixo rodoviário. O estudo foi realizado em uma única campanha de quatro dias de medição.

A partir da análise gráfica de cada dia de medição dos níveis de ruído, pode-se concluir que o fluxo veicular certamente exerce influência significativa na propagação sonora sobre a Flona. Diante disso, foram propostas medidas mitigadoras para mitigação dos impactos causados pela operação da rodovia, que tangencia a unidade de conservação estudada.

Os resultados obtidos permitirão a tomada de decisões quanto às medidas mitigadoras propostas para melhoria da qualidade do ambiente local. A partir dos resultados, o poder público poderá definir soluções de engenharia para mitigação do ruído excessivo, em especial para proteção da Flona.

Portanto, o estudo apresenta importância científica, social e ambiental à medida que apresenta soluções de ordem estrutural e social para integração e proteção da floresta que está inserida no ambiente urbano, sem que haja prejuízos à biota local, prezando, dessa forma, pelo desenvolvimento sustentável da região.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BRASIL. Lei nº 9985, de 18 de julho de 2000. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 18 jul. 2000. Seção 1.
2. DNIT. **Avaliação do nível de ruídos na borda e no interior da Floresta Nacional da Restinga de Cabedelo**. João Pessoa (PB). P. 69. 2020.
3. KAWAKITA, C. Y. **Medição do ruído de tráfego na rodovia SP 270 e avaliação da satisfação quanto ao conforto acústico de seus moradores**. Dissertação de Mestrado. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo. 2008. p. 174.
4. SÁNCHEZ, L. E. **Avaliação de Impacto Ambiental: conceitos e métodos**. 2. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2013. 584 p.
5. SPECHT, L. P. et. al. **Causas, formas de medição e métodos para mitigação do ruído decorrente do tráfego de veículos**. Rev. Tecnol. Fortaleza, v.30, n.1, p.12-26 jun. 2009.