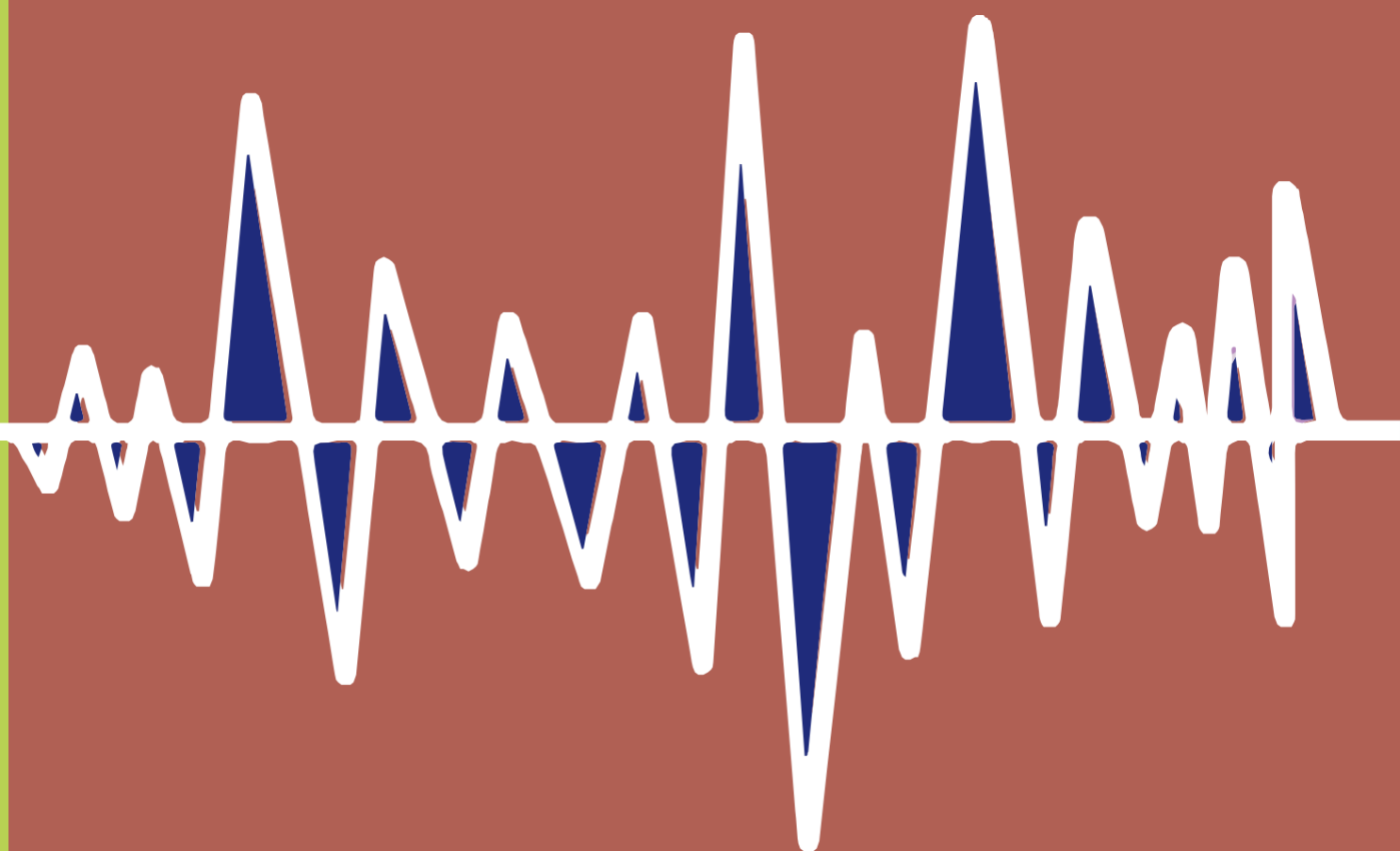


Neylor José Silva e Silva
Eduardo Moraes Diniz
Edson de Carvalho

Mapeamento de ruído

Uma aplicação usando o Google Earth Pro



EDUFMA

Mapeamento de ruído

Uma aplicação usando o Google Earth Pro



UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO

Reitor	Prof. Dr. Fernando Carvalho Silva
Vice-Reitor	Prof. Dr. Leonardo Silva Soares



EDITORA DA UFMA

Coordenadora	Dra. Suênia Oliveira Mendes
Conselho Editorial	Profa. Dra. Andréa Katiane Ferreira Costa
	Profa. Dra. Débora Batista Pinheiro Sousa
	Prof. Dr. Edson Ferreira da Costa
	Prof. Dr. José Carlos Aragão Silva
	Profa. Dra. Jussara Danielle Martins Aires
	Profa. Dra. Karina Almeida de Sousa
	Prof. Dr. Luís Henrique Serra
	Prof. Dr. Luiz Eduardo Neves dos Santos
	Profa. Dra. Luma Castro de Souza
	Prof. Dr. Márcio José Celeri
	Profa. Dra. Maria Áurea Lira Feitosa
	Profa. Dra. Raimunda Ramos Marinho
	Profa. Dra. Rosângela Fernandes Lucena Batista
	Bibliotecária Iole Costa Pinheiro



Associação Brasileira das Editoras Universitárias



All the contents of this work, except where otherwise noted, is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International license.

Todo o conteúdo deste trabalho, exceto quando houver ressalva, é publicado sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0.

Todo el contenido de esta obra, excepto donde se indique lo contrario, está bajo licencia de la licencia Creative Commons Reconocimiento 4.0.

Neylor José Silva e Silva
Eduardo Moraes Diniz
Edson de Carvalho

Mapeamento de ruído

Uma aplicação usando o Google Earth Pro

São Luís



EDUFMA

2025

© 2025 EDUFMA - Todos os direitos reservados

Projeto Gráfico, Diagramação e Capa

Ricardson Borges Vieira

Revisão

Edson de Carvalho

Imagem: Acervo do autor.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Silva, Neylor José Silva e

Mapeamento de ruído: uma aplicação usando o Google Earth Pro [recurso eletrônico] / Neylor José Silva e Silva, Eduardo Moraes Diniz, Edson de Carvalho. – São Luís: EDUFMA, 2025.

E-book (55 p.) il.

Inclui Bibliografia

ISBN: 978-65-5363-492-3

Livro disponível em formato digital

Livro digital da Editora EDUFMA

Modo de Acesso: world wide web

1. Física - Recurso Educacional. 2. Ensino de Física. 3. Mapas de ruído. I. Diniz, Eduardo Mores. II. Carvalho, Edson de. III. Título.

CDD: 530.07

CDU: 53:37

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema Integrado de Bibliotecas - SIBi/UFMA
Bibliotecária: Jousiane Leite Lima - CRB 13/700

CRIADO NO BRASIL [2025]

Todos os direitos reservados. Nenhuma parte deste livro pode ser reproduzida, armazenada em um sistema de recuperação ou transmitida de qualquer forma ou por qualquer meio, eletrônico, mecânico, fotocópia, microfilmagem, gravação ou outro, sem permissão do autor.

| EDUFMA | EDITORA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO

Av. dos Portugueses, 1966 | Vila Bacanga

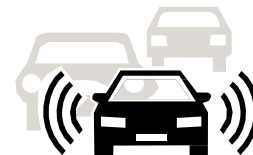
CEP: 65080-805 | São Luís | MA | Brasil

Telefone: (98) 3272-8157

www.edufma.ufma.br | edufma@ufma.br

Agradecimentos

Ao Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF)
À Universidade Federal do Maranhão (UFMA)
Ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física da UFMA (PROFIS)
À Superintendência de Tecnologias na Educação (STED) da UFMA
O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de
Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001



Apresentação

Caro(a) Professor(a),

Atualmente, é comum que estudantes questionem a aplicabilidade dos conteúdos ensinados em sala de aula. Perguntas como: “Professor, qual a utilidade desse conteúdo para minha vida? Por que devo aprendê-lo?” refletem uma inquietação legítima e recorrente. Em uma dessas situações, uma aluna afirmou: “Eu não consigo aprender aquilo cuja serventia eu não compreendo”. Esses questionamentos revelam não apenas a necessidade dos alunos de encontrar sentido no aprendizado, mas também a insatisfação com metodologias tradicionais, baseadas na simples transmissão de conteúdos descontextualizados da realidade social.

Diante desse desafio, torna-se essencial repensar as abordagens pedagógicas, buscando práticas mais contextualizadas e problematizadoras. Nesse sentido, apresentamos **"Mapeamento de Ruído: Uma Aplicação Usando o Google Earth Pro"**, um material instrucional voltado para professores do ensino médio. Este recurso visa integrar metodologias ativas ao ensino de Física, tornando-o mais significativo e envolvente para os alunos.

O material propõe uma sequência didática estruturada que orienta a construção de mapas de ruído gerados pelo tráfego veicular, utilizando geotecnologias como o **Google Earth Pro**. Para isso, sugere atividades práticas realizadas fora da sala de aula, proporcionando uma experiência de aprendizagem mais dinâmica e participativa. A abordagem está fundamentada no método dialético **prática-teoria-prática** de Gasparin (2012), que consiste em partir da experiência inicial dos alunos, refletir teoricamente sobre ela e retornar à prática de forma transformadora, promovendo a práxis.

Essa metodologia favorece o desenvolvimento de competências essenciais, como pensamento crítico, autonomia intelectual, capacidade investigativa e participação ativa na construção do conhecimento. Além disso, a articulação entre teoria e prática permite que os alunos compreendam conceitos físicos de maneira mais concreta, relacionando-os a problemas reais do cotidiano, como a poluição sonora e seus impactos ambientais e sociais.

Ao adotar esse material, o professor terá em mãos um recurso didático inovador, que incentiva a transição do senso comum para o conhecimento científico. Esperamos que essa proposta contribua para um ensino de Física mais dinâmico, reflexivo e alinhado às necessidades da sociedade contemporânea, preparando os alunos não apenas para compreender o mundo, mas também para transformá-lo.





Lista de Figuras

Figura 1 – Mapa de ruído da cidade de Águas Claras – DF.....	12
Figura 2 – Mapa acústico de uma região na cidade de Göteborg (Suécia)	12
Figura 3 – Mapa de ruído de uma determinada região da Cidade São Luís (BRASIL), produzido no Google Earth Pro.....	14
Figura 4 – Tela principal do Google Earth Pro.....	16
Figura 5 – Grupos de controles e menus do Google Earth Pro.	17
Figura 6 – Barra de menus do Google Earth Pro.	17
Figura 7 – Barra de ferramentas do Google Earth Pro	18
Figura 8 – Painel lateral do Google Earth Pro	18
Figura 9 – Área de navegação e controles de navegação do Google Earth Pro	19
Figura 10 – Barra de status do Google Earth Pro	19
Figura 11 – Determinação do segmento de mesmo nível sonoro	22
Figura 12 – Instrumento de medição de NPS.....	24
Figura 13 – Um possível sistema para suporte dos equipamentos. (A) Câmera de registro do Tráfego; (B) Suporte do celular e do medidor NPS; (C) exemplo de como o sistema deve ficar durante a coleta de dados.....	24
Figura 14 – (A), (B) e (C): Tabulação dos dados amostrados e procedimento do cálculo do Leq	30
Figura 15 – Exemplo de apresentação do gráfico com as respectivas faixas	31
Figura 16 – Abrindo o programa GEPro.....	33
Figura 17 – Localizando local da coleta.....	34
Figura 18 – Marcando o ponto da coleta	35
Figura 19 – Delimitando extremos da via	35
Figura 20 – Traçando os diâmetros das circunferências.	37
Figura 21 – Inserindo as zonas no mapa usando polígonos.....	38
Figura 22 – Preenchimento colorido para delimitação dos intervalos	39
Figura 23 – Remoção dos marcadores e linhas de construção.....	39
Figura 24 – Editando título e legenda.....	40
Figura 25 – Mapa finalizado	40

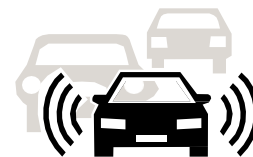




Lista de Quadros

Quadro 1 – Processo de elaboração dos mapas de ruído	20
Quadro 2 – Grandezas acústicas.....	23
Quadro 3 – Grandezas morfológicas.....	25
Quadro 4 – Grandezas de tráfego	26
Quadro 5 – NCA para ambientes externos, em dB(A)	27
Quadro 6 – Variações de nível de ruído para alguns tipos de pavimentos comparativamente ao pavimento asfáltico convencional.	28
Quadro 7 – Quantidade e Percentual de veículos na via por tipo.	29
Quadro 8 – Amostra dos níveis de ruído medidos.....	30
Quadro 9 – Níveis de ruído de interesse.....	31
Quadro 10 – Dados de formatação dos círculos.....	36
Quadro 11 – Dados de formatação dos polígonos.....	38

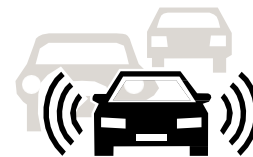




Sumário

1 A proposta deste recurso educacional	10
2 Conhecendo os mapas de ruído	12
3 Aplicativo Google Earth Pro	15
3.1 Conhecendo o GEPro	16
3.1.1 Parte superior: barra de menus e de ferramentas.....	17
3.1.2 Parte lateral: Pesquisar e lugares.....	18
3.1.3 Parte principal: visualizador 3D (área de navegação).....	18
3.1.4 Parte Inferior: barra de status.	19
4 Etapas do mapeamento	20
5 Coleta de dados.....	22
5.1 Planejamento da coleta de dados	22
5.1.1 Definição dos pontos de medição e procedimentos para o mapeamento de ruído	22
5.1.2 Definição das grandezas coletadas e dos equipamentos utilizados	23
5.1.3 Grandezas acústicas	23
5.1.4 Grandezas morfológicas	25
5.1.5 Grandezas de tráfego	25
6 Análise de dados	27
6.1 Análise das grandezas de tráfego.....	29
6.2 Análise da grandeza acústica	30
7 Construção dos mapas de ruído	33
8 Considerações finais	42
Referências	43
Apêndice A: Procedimentos	45
Apêndice B: Análise dos dados.....	50





1 A proposta deste recurso educacional

10

Atualmente, com o avanço das tecnologias e o crescente acesso à informação, tanto o papel da escola quanto a atuação do professor têm sido amplamente questionados. Questões como **"O que a escola faz e para quê? Ela responde às necessidades sociais atuais?"** surgem frequentemente nos debates sobre educação. Paralelamente, os docentes enfrentam um cenário de desconfiança e desafio: **qual é o seu papel diante dessa nova realidade?** Essas reflexões remetem à necessidade de reconsiderar a função social da escola e a prática pedagógica do professor.

No contexto do ensino de Física, esses questionamentos tornam-se ainda mais evidentes. O ensino tradicional, baseado em métodos descontextualizados da realidade social dos alunos, não atende mais às exigências do mundo contemporâneo. A escola precisa preparar os estudantes para enfrentar os desafios da vida em sociedade, o que demanda uma mudança de atitude por parte dos educadores. A adoção de metodologias inovadoras e interdisciplinares pode ser a chave para tornar o ensino mais significativo e envolvente.

É com esse objetivo que surge o presente **recurso educacional**, fruto do trabalho desenvolvido no **Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF)**, no Polo 47 – **Universidade Federal do Maranhão (UFMA)**, sob a orientação do Prof. Dr. Eduardo Moraes Diniz e edição técnica e científica do Prof. Dr. Edson Firmino Viana de Carvalho. Este material propõe uma **nova abordagem metodológica para o ensino de Física**, incentivando práticas pedagógicas contextualizadas e problematizadoras, alinhadas às questões sociais contemporâneas. A proposta visa transformar o aluno em um sujeito ativo na aprendizagem, permitindo-lhe compreender as diversas dimensões da realidade e atuar de forma crítica na sua transformação.

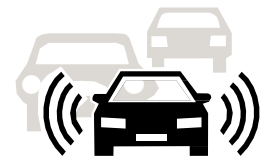
Dessa forma, propõe-se a inclusão do **ruído de tráfego veicular** como um tema interdisciplinar e socialmente relevante a ser explorado no ensino de Física. Tradicionalmente, a Acústica é abordada na disciplina de maneira teórica e desassociada do cotidiano dos estudantes. No entanto, ao focar o ruído como **um problema ambiental e de saúde pública**, amplia-se sua significância, tornando-o um **objeto privilegiado de estudo** para a compreensão da Física em múltiplas dimensões.

Este recurso educacional estrutura-se em um conjunto de **etapas didáticas** voltadas para a **elaboração de mapas de ruído**. O processo inclui:

- ✓ **Coleta de dados** sobre o ruído de tráfego veicular;
- ✓ **Análise dos dados** por meio de ferramentas computacionais;
- ✓ **Construção dos mapas de ruído** utilizando o **Google Earth Pro**.

Cada uma dessas etapas envolve atividades práticas, como **pesquisa de campo, trabalho em grupo, uso de Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs) e geotecnologias**, permitindo que professor e aluno atuem conjuntamente em um ambiente de investigação. A prática pedagógica se desloca do espaço fechado da sala de aula para a realidade concreta dos alunos, aproximando o ensino de Física das experiências vivenciadas no dia a dia.





A proposta está fundamentada no **método dialético prática-teoria-prática** de Gasparin (2012), que sugere partir da experiência inicial dos alunos, analisá-la teoricamente e, posteriormente, retornar à prática de forma transformadora, promovendo a **práxis**. Além disso, essa abordagem possibilita aos estudantes vivenciarem, de maneira integrada, **teoria e prática**, seguindo um percurso semelhante ao processo pelo qual o conhecimento científico é produzido.

Como enfatiza Gasparin (2012, p.5): "deve-se educar da mesma forma como se concebe a aquisição do conhecimento pelo sujeito". Esse princípio reflete-se na presente proposta, pois o estudo do ruído veicular, aliado ao uso do **Google Earth Pro**, possibilita que os alunos transitem do **senso comum para o conhecimento científico**, compreendendo fenômenos físicos de forma crítica e contextualizada.

A construção de mapas de ruído permite visualizar, em imagem, um fenômeno geralmente percebido apenas pela audição. Esse processo auxilia os alunos a **atribuir um novo significado ao ruído**, sensibilizando-os para sua gravidade e para a necessidade de encontrar soluções para a poluição sonora. A abordagem contribui para o desenvolvimento das seguintes competências:

- ✓ **Pensamento crítico e reflexivo;**
- ✓ **Autonomia intelectual e científica;**
- ✓ **Engajamento na resolução de problemas reais;**
- ✓ **Compreensão interdisciplinar da Física aplicada ao meio social.**

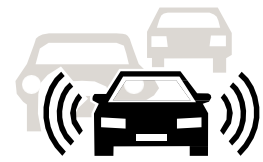
De acordo com Corazza (1991, p.85, apud Gasparin, 2012, p.4-5), "o conhecimento é um movimento que parte da síntese (percepção empírica), passa pela análise (abstração) e chega à síntese (conhecimento concreto e transformador)". O presente produto educacional se alinha a essa concepção, permitindo ao professor incorporar em sua prática os fundamentos teóricos de Vygotsky e a abordagem didática de Gasparin (2012).

Além de sua relevância científica e educacional, um dos grandes diferenciais deste produto é a possibilidade de utilização da **ferramenta computacional Google Earth Pro**, uma **geotecnologia acessível e adaptável ao ambiente educacional**. Essa inovação aproxima o ensino de Física de metodologias amplamente utilizadas em países desenvolvidos, promovendo a integração entre **tecnologias emergentes, pesquisa científica e aprendizagem significativa**.

Todos os detalhes sobre sua aplicação podem ser encontrados na dissertação de **Neylor José Silva e Silva**, intitulada: "Mapeamento de Ruído Usando o Google Earth Pro: Uma Proposta para o Ensino de Física" (SILVA, 2019).

Esperamos que esta proposta contribua para um ensino mais dinâmico e envolvente, incentivando os alunos a **compreender o mundo para transformá-lo**.



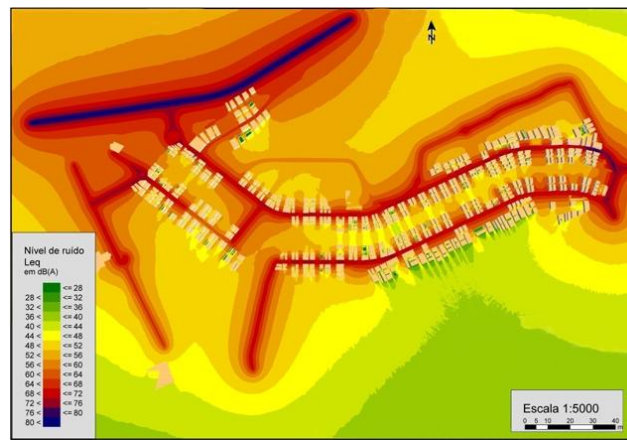


2 Conhecendo os mapas de ruído

12

Um mapa de ruído é uma representação visual do ruído ambiental em uma área geográfica, num determinado horário ao longo do dia (GUEDES, 2005). Em outros termos, consiste numa imagem em cores representativa de como o ruído está distribuído pelo espaço, num dado tempo, como mostrado na figura 1 (DOMINGUES, 2014).

Figura 1 – Mapa de ruído da cidade de Águas Claras – DF

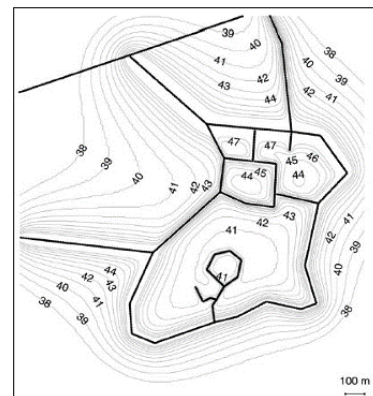


Fonte: Maciel *et al.* (2025).

Com essa ferramenta, é possível, por exemplo, identificar o nível de ruído percebido por pedestres ou pessoas no interior das edificações. Além disso, pode-se verificar quais áreas apresentam níveis de ruído acima do permitido pela legislação vigente, simular cenários futuros e avaliar o desempenho de medidas de controle e atenuação acústica (CORTÊS; NIEMEYER, 2014). Essa capacidade de análise é essencial para garantir um ambiente urbano mais saudável e confortável.

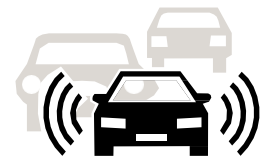
Todas essas potencialidades fazem do mapeamento de ruído uma estratégia amplamente reconhecida que permite estudar, diagnosticar e controlar o ruído ambiental (GUEDES, 2005). De fato, essa prática se tornou obrigatória na Europa, conforme a Diretiva 2002/49/EC do Parlamento Europeu, que exige a elaboração de mapas de ruído para cidades com mais de 250 mil habitantes (DIRECTIVA, 2002). Essa legislação visa não apenas informar a população sobre os níveis de ruído, mas também orientar políticas públicas e ações de mitigação.

Figura 2 – Mapa acústico de uma região na cidade de Göteborg (Suécia)



THORSSON, ÖGREN e KROPP (2004), conforme GUEDES (2005).





Os mapas de ruído podem ser gerados por meio de medições sistemáticas dos níveis de ruído ou através de softwares específicos de simulação acústica (GUEDES; BERTOLI, 2015). Independentemente do método utilizado, os mapas de ruído são representados por linhas isofônicas (Figura 2), que indicam os níveis de pressão sonora, sobrepostas ao mapa da região, de maneira similar às curvas de nível topográficas encontradas em mapas convencionais (DINATO; SCHAAL, 2006). Essas representações visuais facilitam a identificação de áreas problemáticas e auxiliam na formulação de políticas públicas voltadas para o controle do ruído, contribuindo para um ambiente urbano mais saudável e sustentável.

Uma isofônica é uma curva de nível de ruído que conecta pontos com o mesmo nível de pressão sonora em um mapa (GERGES, 1992). Cada isofônica delimita uma zona que é preenchida com cores padronizadas, refletindo os diferentes níveis de ruído registrados (NARDI, 2008). Isso permite identificar rapidamente, por meio das cores, o nível de ruído equivalente em qualquer ponto da área mapeada (CALIXTO, 2002).

No Brasil, ainda não há uma metodologia normatizada específica para o mapeamento de ruído, o que deixa a critério do pesquisador a escolha de desenvolver um método próprio ou aplicar normas internacionais consolidadas. Essas normas geralmente utilizam softwares comerciais especializados, como o mostrado na Figura 1 (LACERDA *et al.*, 2017).

Considerando que o presente material é um produto educacional, optou-se por desenvolver uma metodologia própria para a elaboração dos mapas de ruído. Essa abordagem é consistente, eficiente e de baixo custo, especialmente adequada para o contexto educacional das escolas públicas, onde os recursos muitas vezes são limitados.

A metodologia é consistente, pois se baseia na norma NBR 10.151 da ABNT (2000) e em recomendações de estudos científicos sobre avaliação de ruído. É eficiente porque busca alcançar um efeito real e o melhor rendimento possível dentro das limitações do modelo proposto. Além disso, é de baixo custo, pois utiliza ferramentas acessíveis, como o software livre Google Earth Pro, e um aplicativo de celular para a realização das medições de ruído.

O método de mapeamento de ruído consiste na superposição dos dados de níveis de ruído em dB(A), obtidos com um decibelímetro digital, ao mapa da região no Google Earth Pro. Dessa maneira, são representadas três zonas de ruído, preenchidas com cores distintas — vermelho, verde e azul (conforme ilustrado na Figura 3) — para indicar os intervalos de níveis equivalentes calculados para a área mapeada. Essa representação visual facilita a compreensão dos níveis de ruído na região, contribuindo para a conscientização sobre o impacto do ruído ambiental na qualidade de vida da comunidade.



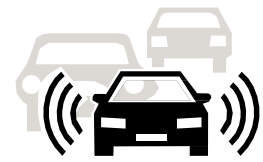
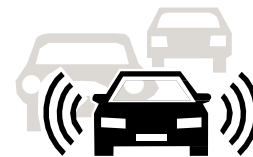


Figura 3 – Mapa de ruído de uma determinada região da Cidade São Luís (BRASIL), produzido no Google Earth Pro



Fonte: Google Earth Pro (2025).





3 Aplicativo Google Earth Pro

O Google Earth (GE) é um software desenvolvido e distribuído pela empresa americana Google LLC, que oferece um modelo virtual tridimensional do globo terrestre, criado a partir de imagens de satélite, aéreas e do Sistema de Informação Geográfica (SIG) 3D (NETO, 2025). Esse programa é uma geotecnologia similar ao Google Maps, mas mais abrangente, pois permite visualizar imagens em 3D de locais, sejam habitados ou não, girar as imagens, marcar locais, medir distâncias, traçar trajetos e polígonos, além de determinar a altitude e a longitude e latitude dos locais visualizados. O Google Earth também possibilita passeios virtuais em 3D por grandes cidades, utilizando o recurso do Street View (KRIPKA; VIALI; LAHM, 2014, p.90).

Lançado em 2005, o Google Earth surgiu após a aquisição da Keyhole Inc., que inicialmente desenvolveu o Earth Viewer (PILLAR, 2006). Atualmente, o Google Earth está disponível em três versões gratuitas: uma para a web, outra para dispositivos móveis e o Google Earth Pro (GEPPro) para computadores de diferentes sistemas operacionais. O GEPPro, liberado gratuitamente em 2015, não apenas mantém as funções da versão básica, mas também oferece recursos adicionais que ampliam suas capacidades (MENEGUETE, 2014). Entre essas funcionalidades estão ferramentas para mapeamento, impressão de imagens em alta resolução, importação e exportação de dados geográficos, criação de vídeos e cálculo de áreas geográficas (TUTORIAL).

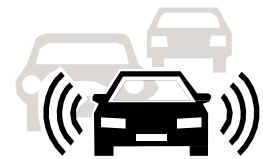
A versatilidade do Google Earth, aliada à sua facilidade de uso, revela o vasto potencial desse software para pesquisa e ensino em diversas áreas, especialmente na Educação Básica. O uso do GE é crescente em disciplinas como Geografia, Física e Matemática (LIMA, 2012; KRIPKA; VIALI; LAHM, 2014). Um dos diferenciais do Google Earth no ensino é a capacidade de situar os alunos em sua realidade imediata, ampliando sua visão para além do ambiente escolar e incentivando o conhecimento sobre o meio em que vivem e o mundo ao seu redor (SOUZA; COSTA, 2017).

Ademais, o caráter inovador da aplicação de geotecnologias no ambiente educacional abre novas possibilidades para as práticas pedagógicas, permitindo uma abordagem mais dinâmica e interativa no processo de ensino (KRIPKA; VIALI; LAHM, 2014).

Dessa maneira, o Google Earth Pro se destaca como um instrumento que integra professores e alunos, utilizando técnicas como satélites, fotografias aéreas e outras tecnologias digitais. Isso possibilita projetos de ensino-aprendizagem comprometidos com a compreensão do espaço vivido pelos alunos e pela comunidade (PEREIRA *et al.*, 2012).

Assim, o GEPPro se configura como um recurso didático que favorece a compreensão, conscientização e busca de soluções para problemas socioambientais, fortalecendo a aprendizagem mediada pelo professor, especialmente em questões relacionadas ao meio ambiente. Esse uso potencializa a formação científica crítica e consciente dos alunos, preparando-os para enfrentar os desafios do mundo contemporâneo (FLORENZANO, 2002 apud SILVA; CHAVES, 2011; KRIPKA; VIALI; LAHM, 2014).



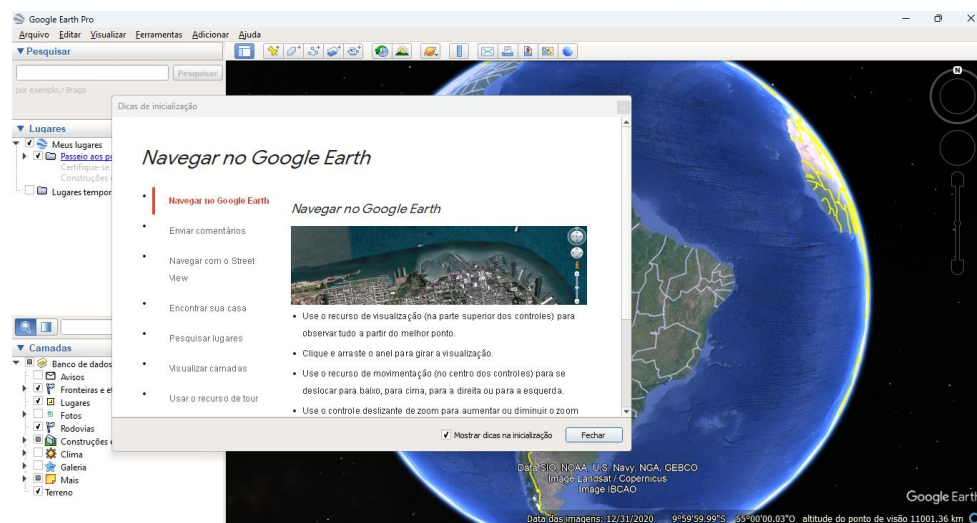


3.1 Conhecendo o GEPPro

Inicialmente, é importante destacar que o objetivo deste texto não é descrever detalhadamente o funcionamento do Google Earth Pro (GEPPro). Para isso, existem diversos tutoriais disponíveis na internet. O foco aqui é apresentar, de maneira simples e direta, suas principais funções e ferramentas, proporcionando um primeiro contato do professor com o programa e com as funcionalidades abordadas neste produto educacional.

O primeiro passo para utilizar o GEPPro é instalá-lo no computador. Para isso, basta acessar o link fornecido anteriormente e fazer o download da versão mais recente. Após a instalação, o programa abrirá a interface do usuário, conforme ilustrado na Figura 4.

Figura 4 – Tela principal do Google Earth Pro



Fonte: Google Earth Pro (2025).

Nas aberturas futuras, o programa pode ser acessado por meio de um atalho na área de trabalho. A interface inicial é intuitiva e possui características reconhecíveis para qualquer pessoa com conhecimentos básicos em informática (OLIVEIRA, 2012). Ela é composta, conforme mostrado na Figura 5, por diferentes seções:

1. **Parte superior:** Contém a barra de menus e ferramentas do programa, onde é possível acessar funções como salvar, imprimir e configurar opções de visualização.
2. **Parte lateral:** Oferece campos de pesquisa, seletores de lugares e camadas. Nessa seção, o usuário pode buscar por locais específicos, selecionar diferentes camadas de informação (como limites de países, estradas e terrenos) e personalizar o que deseja visualizar.
3. **Parte principal:** Apresenta o visualizador 3D, que permite a navegação pelo mapa e a exploração de diversas regiões. Essa área é onde os usuários podem visualizar imagens em 3D, realizar zoom e girar o mapa.
4. **Parte inferior:** Inclui a barra de status, que fornece informações relevantes sobre o local visualizado, como coordenadas geográficas e altitude.



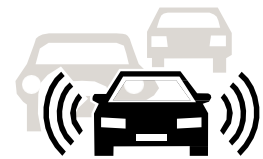


Figura 5 – Grupos de controles e menus do Google Earth Pro.



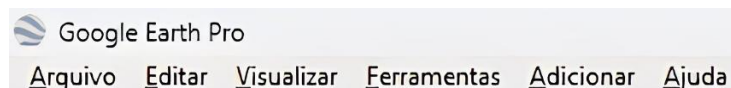
Fonte: Google Earth Pro (2025).

Essas características tornam o Google Earth Pro uma ferramenta acessível e fácil de usar, mesmo para aqueles que estão começando a explorar o potencial das geotecnologias no ensino. Essa interface amigável permite que educadores utilizem o software de forma eficaz em suas aulas, promovendo uma aprendizagem mais interativa e envolvente.

3.1.1 Parte superior: barra de menus e de ferramentas

Na barra de menus (Figura 6), estão disponíveis as seguintes opções: **Arquivo**, **Editar**, **Visualizar**, **Ferramentas**, **Adicionar** e **Ajuda**. Essas opções permitem o acesso às funcionalidades essenciais do GEPro, como abrir, salvar, visualizar no Google Maps, imprimir, importar, sair, alterar configurações e opções de visualização, além de acessar recursos adicionais e dicas de ajuda.

Figura 6 – Barra de menus do Google Earth Pro.



Fonte: Google Earth Pro (2025).

A barra de ferramentas (Figura 7) exibe, em forma de botões de acesso rápido, os recursos mais importantes dos menus, como ocultar/mostrar a barra lateral, adicionar marcadores, polígonos e caminhos, adicionar superposições de imagem, gravar passeios, visualizar imagens históricas, exibir a luz do sol na paisagem, alternar entre Earth, Sky e outros planetas, utilizar a régua, enviar por e-mail, imprimir, salvar imagens e visualizar no Google Maps.



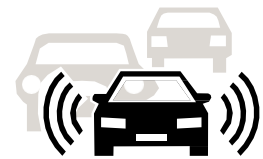


Figura 7 – Barra de ferramentas do Google Earth Pro

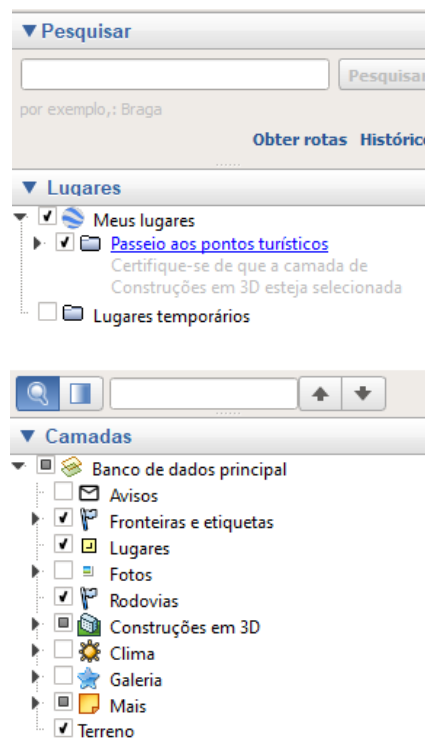


Fonte: Google Earth Pro (2025).

3.1.2 Parte lateral: Pesquisar e lugares

A pesquisa de lugares é uma das funções mais utilizadas do GEPro, pois permite localizar e visualizar praticamente qualquer local na superfície terrestre. Para isso, basta digitar o endereço ou o nome do local no campo de pesquisa na parte lateral. Com essa ferramenta, é possível obter rotas, salvar lugares visitados para acessos futuros e inserir informações nas imagens visualizadas, tornando a experiência mais enriquecedora e informativa.

Figura 8 – Painel lateral do Google Earth Pro



Fonte: Google Earth Pro (2025).

3.1.3 Parte principal: visualizador 3D (área de navegação)

O visualizador 3D é a área de navegação do GEPro (Figura 9A), onde é apresentado o modelo virtual do globo terrestre. Esta é a seção em que as imagens dos locais são geradas e apresentadas para visualização e manipulação pelo usuário. Com o auxílio do mouse, é possível aproximar ou distanciar as imagens, mudar a área de visualização, alterar a inclinação da visão e girar o globo terrestre em qualquer direção. Essas ações também podem ser realizadas através dos botões de navegação (Figura 9B).



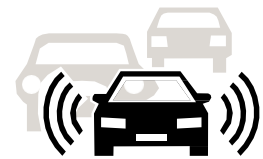


Figura 9 – Área de navegação e controles de navegação do Google Earth Pro

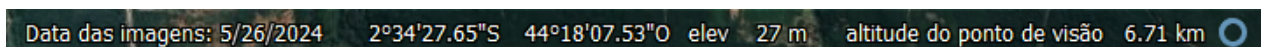


Fonte: Google Earth Pro (2025).

3.1.4 Parte Inferior: barra de status.

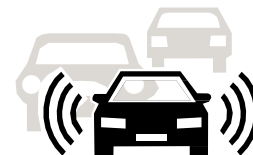
A barra de status (Figura 10) fornece informações adicionais sobre o local em visualização, como a data em que a imagem foi capturada, as coordenadas geográficas (latitude e longitude), a elevação em relação ao nível do mar e a altitude do ponto de visão. Esses dados são valiosos para análises geográficas e contextos educacionais, permitindo que os usuários tenham uma compreensão mais completa da área que estão explorando.

Figura 10 – Barra de status do Google Earth Pro



Fonte: Google Earth Pro (2025).





4 Etapas do mapeamento

Neste tópico, é apresentada uma sequência detalhada para a realização do mapeamento de ruído, composta pelas seguintes etapas: **coleta de dados, análise de dados e construção dos mapas de ruído**. Além disso, são descritos todos os procedimentos metodológicos desenvolvidos na pesquisa, os quais resultaram na elaboração deste produto educacional.

O processo tem como objetivo fornecer um método sistemático para a identificação, análise e representação da distribuição do ruído ambiental em áreas urbanas, permitindo a visualização dos níveis sonoros e sua relação com o tráfego veicular e a exposição da população. No Quadro 1, são exibidos os objetivos específicos de cada etapa.

Quadro 1 – Processo de elaboração dos mapas de ruído

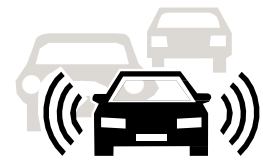
ETAPAS	OBJETIVOS
COLETA DE DADOS	Realizar medições in loco dos níveis sonoros em diferentes pontos estratégicos, considerando variáveis como fluxo de veículos, tipo de pavimento, velocidade média e presença de barreiras acústicas, a fim de caracterizar o cenário sonoro da área em estudo.
ANÁLISE DE DADOS	Processar e interpretar os dados coletados, aplicando métodos estatísticos e gráficos para analisar a influência das variáveis na composição do ruído ambiental. A análise pode incluir a criação de tabelas, planilhas e representações gráficas para facilitar a interpretação dos resultados.
CONSTRUÇÃO DOS MAPAS DE RUÍDO	Representar, por meio de escalas cromáticas, a distribuição espacial do ruído na área pesquisada. Esse mapeamento possibilita a identificação dos pontos com níveis elevados, a estimativa da população exposta ao ruído e a determinação das áreas prioritárias para a implementação de medidas mitigadoras.

Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

Para que o professor possa reproduzir esse conjunto de etapas com seus alunos, é essencial, primeiramente, definir o local onde será realizada a pesquisa. A escolha da área deve considerar locais com **intenso tráfego de veículos, elevados níveis de ruído e grande exposição da população**, garantindo que o estudo tenha relevância para o contexto dos alunos.

Além disso, a presença de instituições como **escolas, faculdades e hospitais** pode tornar o estudo mais significativo, pois essas áreas possuem regulamentações mais rígidas quanto ao controle do ruído, conforme estabelecido pela legislação vigente.



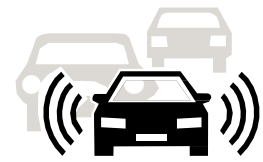


Após a definição do local, deve-se planejar detalhadamente o **mapeamento de ruído**, incluindo:

- **Número e localização dos pontos de medição**, considerando uma distribuição representativa da área estudada.
- **Dias, horários e duração das medições**, para garantir a coleta de dados em diferentes períodos e condições de tráfego.
- **Parâmetros a serem levantados**, abrangendo aspectos acústicos (níveis de pressão sonora), meteorológicos (temperatura, umidade, velocidade do vento), geométricos (altura e posição dos microfones) e de tráfego (volume e tipo de veículos).
- **Equipamentos e configurações** a serem utilizados, assegurando que as medições sigam padrões técnicos adequados, conforme recomendado por Nagem (2004).

A correta execução dessas etapas garantirá a obtenção de um mapa de ruído fidedigno, possibilitando discussões sobre impactos ambientais e estratégias para mitigação da poluição sonora.





5 Coleta de dados

5.1 Planejamento da coleta de dados

5.1.1 Definição dos pontos de medição e procedimentos para o mapeamento de ruído

A definição da quantidade e localização dos pontos de medição é uma etapa essencial no processo de mapeamento de ruído. Esses pontos formam uma malha de amostragem que, por meio de interpolação, permite estimar os níveis sonoros em locais não medidos, ampliando a representatividade da pesquisa (NAGEM, 2004). Dessa forma, a escolha dos pontos deve considerar fatores como dimensões da área de estudo, tempo disponível, recursos materiais, equipamentos e equipe técnica.

Com o objetivo de otimizar o tempo da pesquisa e reduzir custos com materiais e equipamentos, opta-se por realizar medições em um único ponto da região a ser mapeada, localizado a 2 metros da via. De acordo com Brasileiro (2017), o ruído gerado pelo tráfego veicular pode ser modelado como uma fonte linear dividida em segmentos, onde cada segmento apresenta um nível específico de ruído, de acordo com as características da via e do fluxo de veículos.

Essa abordagem permite a estimativa dos níveis de ruído em pontos não medidos. Para isso, traça-se um segmento imaginário a partir do ponto de medição, conectando todos os pontos equidistantes da via ao longo do trecho em que se mantêm as mesmas condições viárias e de tráfego. Essa conexão define uma linha de mesmo nível de ruído, conforme ilustrado na Figura 11.

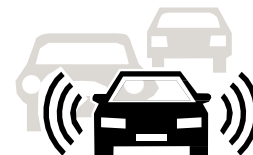
Figura 11 – Determinação do segmento de mesmo nível sonoro



Fonte: Google Earth Pro (2025).

Para pontos situados a diferentes distâncias da fonte de ruído, a atenuação sonora pode ser determinada com base no **critério da distância para fontes lineares**. Esse princípio estabelece que, **a cada duplicação da distância em relação à fonte sonora, ocorre um decréscimo de 3 dB** no nível de ruído percebido (GERGES, 1992).





5.1.2 Definição das grandezas coletadas e dos equipamentos utilizados

Todas as grandezas coletadas e procedimentos foram definidos tendo como base o normativo **NBR 10151 (ABNT, 2000)** e recomendações de outros estudos e trabalhos científicos desenvolvidos na mesma linha de pesquisa, como em Nagem (2004), Guedes (2005), Nardi (2008), Balzan (2011) e Brasileiro (2017).

Essa estratégia visa traduzir para o ambiente educacional os mais atuais métodos de pesquisa aplicados no Brasil para o mapeamento de ruído. Com isso, tem-se a possibilidade de desenvolver um estudo pautado na realidade dos procedimentos adotados, proporcionando ampla e profunda compreensão da problemática do ruído de tráfego veicular.

Outro aspecto importante é a obtenção de **resultados representativos** do ambiente sonoro em estudo, o que depende diretamente da qualidade dos dados coletados (BRÜEL; KJÆR, 2000 apud NARDI, 2008). Portanto, **confiabilidade e capacidade de formar uma visão abrangente da problemática** são os critérios tomados para a definição das grandezas levantadas nesta pesquisa.

Dessa forma, foram elencados para o levantamento de dados, de acordo com Nardi (2008), três tipos de grandezas:

- **Morfológicas:** características da via e das edificações do entorno;
- **De tráfego:** características do tráfego;
- **Acústicas:** descrição dos níveis de ruído.

A seguir, essas grandezas são detalhadas individualmente.

5.1.3 Grandezas acústicas

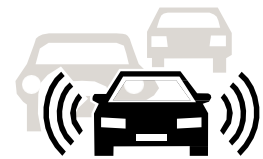
De acordo com a **ISO 1996/1**, a melhor forma de descrever o ruído ambiental é através do **nível de pressão sonora equivalente contínuo (L_{eq}), com ponderação de frequência na curva A**. Dessa forma, os níveis de ruído coletados no estudo são expressos nessa unidade de medida (NAGEM, 2004). O Quadro 2 resume a variável coletada, os métodos de coleta e as fontes utilizadas.

Quadro 2 – Grandezas acústicas

Variável	Dados Coletados	Método	Fonte
Nível de ruído do tráfego de veículos em dB(A).	Nível de pressão sonora da área de estudo	Pesquisa de campo por meio da medição do NPS com decibelímetro	Visitas in loco

Fonte: Elaborado pelo autor (2019).





As medições foram realizadas com o **medidor sonoro modelo DEC-460 da Instrutherm** (Figura 12), calibrado e ajustado para operar no circuito de **ponderação A**, na condição de resposta rápida (**fast**), conforme recomenda a **NBR 10151** (ABNT, 2000).

Como alternativa de baixo custo, utilizou-se também o **aplicativo Decibel X – Medidor de Som dB(A), dB(C) e Dosímetro**, da **SKYPAW Co., Ltd**, disponível para sistemas iOS e Android. Esse aplicativo registra valores de nível de pressão sonora em dB(A) e possui tempo de resposta rápida, semelhante ao equipamento profissional.

Para garantir medições adequadas, a **NBR 10151** determina que as medições sejam feitas a **1,2 m do piso e pelo menos 2 m de superfícies refletoras** (como paredes e muros). Para atender a essa exigência, foi utilizada uma **base tripé de madeira reutilizada** (veja Figura 13) como suporte para:

- **Medidor de NPS**
- **Câmera digital** (filmagem do tráfego)
- **Celular** (registro das medições)

Figura 12 – Instrumento de medição de NPS



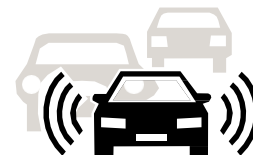
Fonte: Elaborado pelo autor a partir de dados do medidor DEC-460 (2025).

Figura 13 – Um possível sistema para suporte dos equipamentos. (A) Câmera de registro do Tráfego; (B) Suporte do celular e do medidor NPS; (C) exemplo de como o sistema deve ficar durante a coleta de dados



Fonte: Elaborado pelo autor (2019).





Como o equipamento utilizado não realiza medição automática do **Leq**, aplicou-se o **método alternativo** descrito na NBR 10151, calculando o **Leq** a partir de valores de NPS medidos a cada 5 segundos. O registro desses valores via celular permitiu um **processamento posterior dos dados**.

5.1.4 Grandezas morfológicas

As características físicas e geométricas da via e do entorno influenciam diretamente na **propagação sonora** e, consequentemente, nos **níveis de ruído** da área de estudo (BRASILEIRO, 2017). Assim, foram coletadas informações como:

- **Número de pistas e faixas**
- **Sentidos do tráfego**
- **Tipo de pavimento**
- **Tipo de edificações ao longo da via**
- **Uso e ocupação do solo na circunvizinhança**

A coleta desses dados foi realizada in loco por meio de **observações, anotações e fotografias**. O Quadro 3 apresenta as variáveis, métodos e fontes utilizadas.

Quadro 3 – Grandezas morfológicas

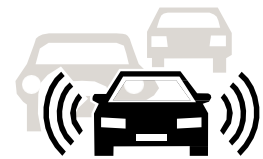
Variável	Dados Coletados	Método	Fonte
Hierarquia da via	Características da via quanto ao sentido de tráfego, número de faixas, categorização do tipo de via (rural, urbana e suas subdivisões).	Observação e fotografias	Visitas in loco
Recobrimento da via	Características da via quanto ao recobrimento, categorização em asfalto, concreto, solo natural e paralelepípedo.	Observação e fotografias	Visitas in loco
Tipo de estabelecimentos	Características dos estabelecimentos presentes no entorno da via, tipificando a área de acordo a NBR 10151/2000.	Observação e fotografias	Visitas in loco

Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

5.1.5 Grandezas de tráfego

Para caracterizar o **ruído de tráfego veicular**, foi realizada a contagem do **fluxo total de veículos e a composição do tráfego** (veículos leves e pesados). A contagem foi feita manualmente por alunos, conforme formulário do **Apêndice A**. O Quadro 4 resume os métodos empregados.





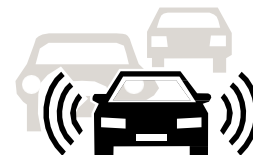
Quadro 4 – Grandezas de tráfego

Variáveis	Dados Coletados	Método	Fonte
Fluxo total e composição do tráfego	Quantidade de veículos leves e pesados	Contagem manual e filmagem	Visitas in loco

Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

Para validar os dados coletados, a **filmagem do tráfego** possibilitou conferência posterior na etapa de **análise de dados**.





6 Análise de dados

Nesta etapa, os dados coletados na pesquisa são organizados, tratados e interpretados, permitindo uma compreensão sistêmica do ruído de tráfego veicular. A análise busca correlacionar os níveis de ruído medidos com as variáveis morfológicas e de tráfego, oferecendo uma visão ampla dos fatores que influenciam a poluição sonora na área estudada.

Para estruturar esse processo, é disponibilizado o formulário do **Apêndice B**, que contém questões norteadoras (representadas por retângulos tracejados) para guiar o aluno na interpretação dos resultados. Essas questões auxiliam na identificação de padrões sonoros, na avaliação do impacto das condições viárias e na relação entre tráfego e níveis de ruído registrados.

Além da análise quantitativa, a abordagem possibilita a criação de um banco de informações sobre os níveis de ruído nos locais pesquisados, útil tanto para fins acadêmicos quanto para conscientização pública. Recomenda-se sua divulgação na **plataforma Google Earth Community**, permitindo que a população visualize a distribuição do ruído, identifique suas fontes, compreenda os efeitos da exposição prolongada e conheça possíveis estratégias de mitigação, promovendo maior engajamento social na busca por soluções para a poluição sonora.

1. Analisando o registro das quantidades e tipos de estabelecimentos presentes ao longo da via em estudo, classifique essa área quanto ao tipo, de acordo com o nível de critério de avaliação – NCA para ambientes externos no Quadro 5, e descreva a relação entre o tipo de área e os limites de níveis permitidos por essa norma.

Quadro 5 – NCA para ambientes externos, em dB(A)

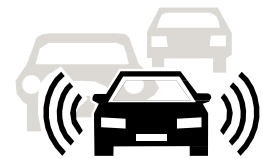
Tipos de Área	Diurno	Noturno
Áreas de sítios e fazendas	40	35
Área estritamente residencial urbana ou de hospitais ou de escolas	50	45
Área mista, predominantemente residencial	55	50
Área mista, com vocação comercial e administrativa	60	55
Área mista, com vocação recreacional	65	55
Área predominantemente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

Fonte: NBR 10.151 (2000).

O registro das quantidades e tipos de estabelecimentos presentes ao longo da via estudada (item 1 do Formulário – Pesquisa de campo), permite tipificar a área de acordo com o nível de critério de avaliação – NCA, para ambientes externos, que define os níveis máximos de ruído para o diurno e noturno.

Dessa forma, a predominância de certo estabelecimento no entorno da via é definidora do tipo de área. No entanto, caso seja identificada uma diversidade de tipos que dificulte a tipificação, para efeitos de classificação da área deve ser considerado o menor nível de ruído.





2. Descreva de que modo o tipo de estabelecimento presente na via pode influenciar no tráfego de veículos, e, portanto, no nível de ruído na área objeto de estudo.

Outro aspecto que merece destaque é relacionar o tipo de estabelecimento presente na via com os níveis de ruído de tráfego medidos. De certo, a presença de determinados tipos de estabelecimentos intensifica o tráfego de veículos, elevando os níveis de ruído nessas áreas. Isso chama atenção para a necessidade de aplicação do zoneamento urbano via Plano diretor.

3. Explique de que modo a via de tráfego pode contribuir para o nível de ruído apresentado na área em estudo.

4. Analisando as características geométricas, números de faixa e sentidos de tráfego, assim como, o tipo de via e recobrimento, coletadas na pesquisa de campo, explique de que modo cada uma destas variáveis pode influenciar nos níveis de ruído medidos na área em estudo.

A análise das características morfológicas da via, como: número de faixas, sentidos do tráfego de veículos e velocidade máxima permitida, possibilita verificar a capacidade de tráfego e, portanto, o potencial de emissão de ruído dessa fonte nessa área. Quanto mais intenso for o tráfego veicular maior será o nível de ruído emitido.

Embora a via não produza o ruído, e sim os veículos que nela trafegam, ela é considerada agente indutora do tráfego e, por isso, é caracterizada como fonte de ruído, mesmo que indireta (MURGEL, 2007).

De acordo com este autor, o ruído gerado pelo atrito pneu-pavimento representa uma parcela significativa do ruído de tráfego veicular. E mais, com o avanço da tecnologia de controle de ruído de motor e escapamento, torna-se mais evidente a influência do ruído relacionado com o tipo de pavimento e seu estado de conservação.

Baseando-se em resultados de pesquisas de renomados Institutos Internacionais, Murgel (2007) sintetiza no quadro 2 as variações do nível de ruído de tráfego para alguns dos tipos de revestimentos mais utilizados em vias em comparação como o pavimento asfáltico convencional. Deduz ainda, que pisos projetados para baixa emissão sonora podem reduzir em até 10 dB(A) o ruído produzido por asfalto deteriorado.

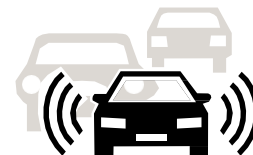
Quadro 6 – Variações de nível de ruído para alguns tipos de pavimentos comparativamente ao pavimento asfáltico convencional.

Concreto	Asfalto deteriorado, blocos poliédricos ou paralelepípedos	Asfalto de baixa rugosidade	Asfalto poroso
Até +2,5 dB(A)	Até +5 dB(A)	Até -5 dB(A)	De -3 dB(A) a -6 dB(A)

Fonte: Murgel (2007).

Recobrimentos acusticamente duros, como asfalto, que apresentam características refletoras, elevam o ruído em aproximadamente 3 dB(A), enquanto revestimentos macios com vegetação ou terra arada, que têm caráter absorvedor, podem produzir atenuações da ordem de 30 a 40 dB(A) (BISTAFA, 2006).





6.1 Análise das grandezas de tráfego

5. Analisando o vídeo do tráfego de veículos, registrar no quadro 3 as quantidades de veículos leves e pesados, e seus respectivos percentuais.

Quadro 7 – Quantidade e Percentual de veículos na via por tipo.

Tipo de veículo	Quantidade	Percentual
Leve		
Pesado		
Total		

Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

Assistindo ao vídeo do tráfego, realiza-se a contagem dos veículos, por tipo (leve ou pesado), que trafegaram na via durante as medições dos níveis de ruído. Esta nova contabilização visa confirmar ou corrigir as quantidades coletadas na pesquisa de campo para minimizar o erro e aumentar a confiabilidade do estudo.

6. Esboçar o gráfico de composição do tráfego, em colunas comparativas das quantidades de veículos leves, pesados e o total.

7. Analisando o gráfico comparativo do tráfego de veículos, o que se pode perceber a respeito da intensidade total de veículos, e da relação entre as quantidades de veículos leves e pesados que compõem esse tráfego.

O registro do quantitativo de veículos que trafegam na via, bem como sua categorização em leves e pesados, de acordo com a Resolução do Contran nº 396/11, possibilita identificar o total de veículos na área em estudo, a quantidade por categoria (leve ou pesado) e os seus percentuais.

A análise desses números, por meio de tabelas e gráficos, permitirá relacionar o tráfego veicular total e o tipo de veículo com os níveis de ruído medidos na área em estudo.

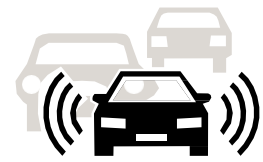
8. Analisando o vídeo do tráfego de veículos, simultaneamente ao vídeo das medições, o que se pode perceber a respeito da contribuição de veículos leves e pesados na composição do nível de ruído medido na área de estudo? Quais veículos contribuem para os picos medidos e quais colaboram mais, frequentemente, para o nível equivalente estabelecido na área?

9. Analisando o vídeo do tráfego de veículos, simultaneamente ao vídeo das medições, responda qual a origem do ruído de tráfego, especificando a presença de cada fonte, seja o motor, escapamento, atrito pneu-pavimento, buzinas, sirenes e som automotivo?

A análise do vídeo do tráfego concomitante ao das medições permitirá identificar quais veículos contribuem para os picos medidos e quais colaboram mais, frequentemente, para o nível equivalente estabelecido na área.

Além disso, a análise minuciosa dos vídeos possibilitará verificar a origem do ruído de tráfego, especificando a contribuição de cada fonte na composição do ruído medido (motores, escapamentos, atrito pneu-pavimento, buzinas, sirenes e som automotivo).





6.2 Análise da grandeza acústica

10. Assistir ao vídeo das medições de níveis de ruído e montar a amostra com os 120 níveis de ruído, preenchendo o Quadro 8. Os dados amostrados são coletados a cada 5 s, durante os 10 min de visualização do vídeo, a iniciar pelo instante 5 s e terminar no instante 10 min.

Quadro 8 – Amostra dos níveis de ruído medidos

Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

Assistindo ao vídeo dos valores medidos, monta-se a amostra com os 120 níveis de ruído (Quadro 8 do Item 10 do Formulário de Análise de Dados), utilizados no cálculo do nível equivalente - Leq da área, de acordo com a fórmula 1 (ABNT, 2000). Os dados amostrados são coletados a cada 5 s, a iniciar pelo instante 5 s, totalizando as 120 medidas no instante 10 min.

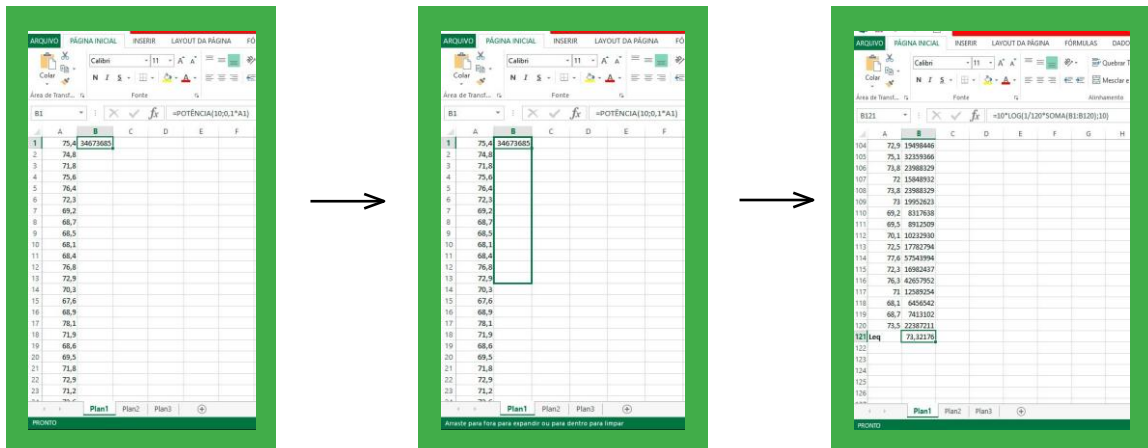
Para o cálculo do Leq, os dados do quadro serão transcritos para uma planilha eletrônica Excel, na coluna A, conforme figura 15. Para tanto, a fórmula 1 será dividida em duas partes: uma que calculará a potência de 10, para cada valor da amostra (Fórmula 2), gerando esses valores na coluna B; e a outra, fórmula 3, o resultado final do nível equivalente - Leq, de acordo com a Figura 14.

11. Transcrever todos os valores da amostra para a planilha eletrônica Excel, que será utilizada para calcular o nível médio equivalente de ruído da área, aplicando, para isso, a fórmula 1 do Leq à planilha.

$$L_{eq} = 10 \log \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n 10^{\frac{L_i}{10}} \quad (\text{Fórmula 1})$$

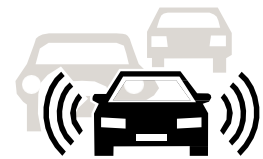
$$\begin{aligned} &= \text{POTÊNCIA}(10; 0,1 * A1) \quad (\text{Fórmula 2}) \\ &= 10 * \text{LOG} \left(\frac{1}{120} * \text{SOMA}(B1:B120); 10 \right) \quad (\text{Fórmula 3}) \end{aligned}$$

Figura 14 – (A), (B) e (C): Tabulação dos dados amostrados e procedimento do cálculo do Leq



Fonte: Elaborado pelo autor (2019).





(A) Os 120 dados que compõem a amostra, são colocados na *coluna A*, do Excel, e na *célula 1B*, preenche-se a *fórmula 2*, responsável para calcular a potência e aperte *ENTER* no teclado. (B) Pega-se a ponteira do mouse e a posiciona sobre um quadradinho, na parte inferior direita da *célula 1B*, aparecendo uma cruz; clica-se com o botão direito do mouse, arrastando a seleção até a *célula 120B*. (C) Na *célula 121A*, escreva a palavra *Leq*, e na célula vizinha, ponha a *fórmula 3* e aperte *ENTER*, para calcular o resultado final.

12. Preencher o quadro 4 de níveis de ruído de interesse, com o nível permitido para área de acordo com o horário das medições (item 1 desse formulário), o nível médio equivalente (calculado no item 11), o nível máximo amostrado (observar na amostra, item 10), e a diferença entre o nível médio equivalente e o nível permitido.

Quadro 9 – Níveis de ruído de interesse

Nível máximo permitido dB(A)	Nível médio-Leq dB(A)	Nível máximo amostrado dB(A)	Diferença entre o médio-Leq e o permitido dB(A)

Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

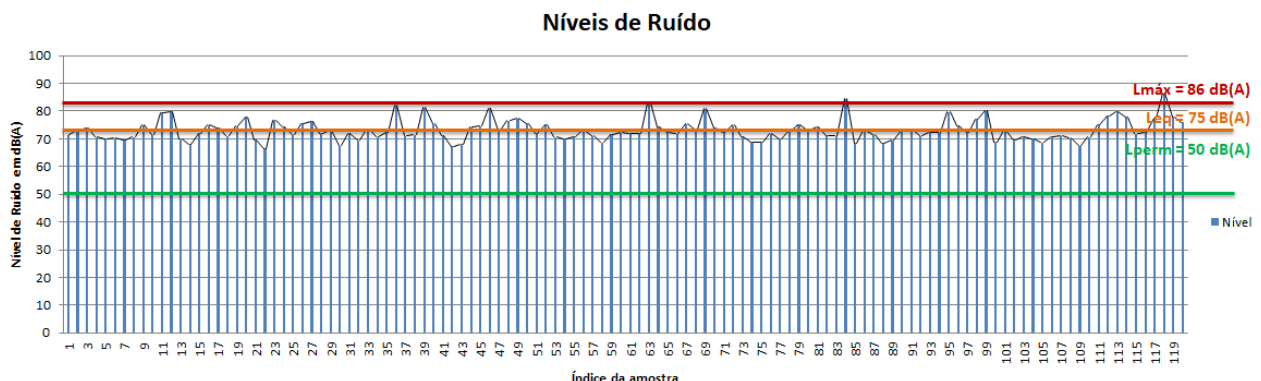
O preenchimento do quadro 4 permitirá a visualização direta das grandezas acústicas de referência, medidas e calculadas para a área em estudo, possibilitando comparar esses valores com o nível máximo permitido na área, bem como realizar interpretações e inferências que ampliam a visão sobre o ruído de tráfego e seus impactos na área.

13. Esboçar gráfico de colunas dos níveis de ruído medidos, bem como inserir três linhas horizontais que representarão o nível máximo permitido para a área em estudo, o nível médio equivalente da área e o nível máximo amostrado.

14. Analisando o gráfico esboçado no item anterior, o que se pode afirmar a respeito dos valores dos níveis de ruído apresentados, do nível máximo permitido, do ruído médio equivalente, do nível máximo e da diferença entre o médio equivalente e o permitido?

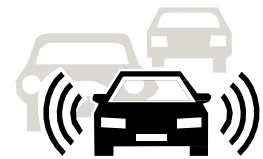
Além de facilitar a compreensão e análise das informações, o gráfico de níveis de ruído medidos com a marcação dos níveis de ruído de interesse em linhas horizontais, conforme a Figura 15, possibilitará perceber visualmente o caráter flutuante do ruído de tráfego e o quanto os valores medidos podem estar acima ou abaixo do limite permitido para a área em estudo.

Figura 15 – Exemplo de apresentação do gráfico com as respectivas faixas



Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

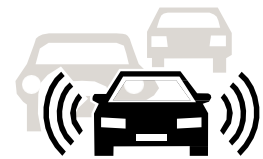




Ao fim desses procedimentos se garante uma boa análise dos dados, tornando possível a criação de um banco de informações, que possibilite uma visão ampla e sistêmica da problemática, permitindo identificar onde estão os níveis mais intensos, as principais causas e os efeitos da exposição na população, pensar em estratégias de controle, assim como divulgar os resultados obtidos como forma de conscientização.

A análise dos dados acústicos medidos com o aparelho, por meio da gravação feita com o auxílio da câmera de celular, permitirá verificar que o ruído de tráfego é flutuante, pois varia continuamente de acordo com as condições do tráfego.





7 Construção dos mapas de ruído

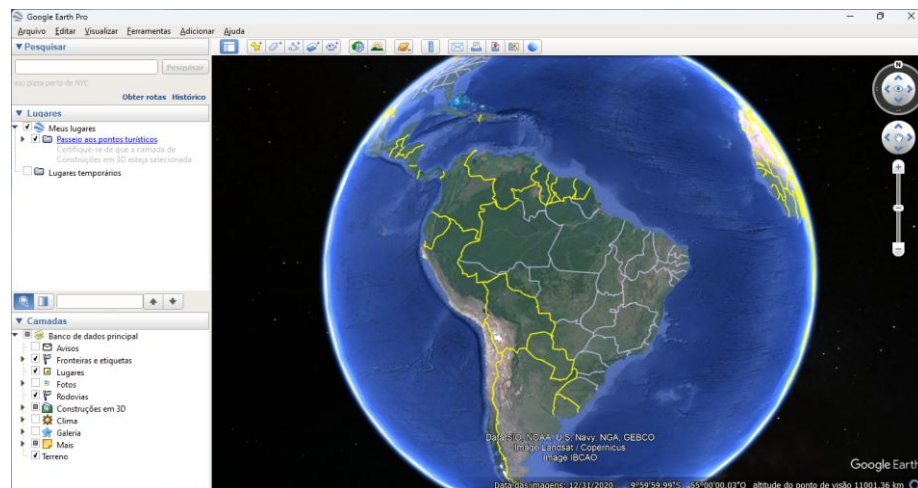
33

1º Passo: Abrir o programa Google Earth Pro

Para iniciar o processo de construção do mapa de ruído, é necessário abrir o programa Google Earth Pro (Figura 16). Isso pode ser feito de duas maneiras:

- ✓ Dando dois cliques no ícone do programa localizado na área de trabalho do computador.
- ✓ Acessando o menu Iniciar, procurando por "Google Earth Pro" e clicando para abrir.

Figura 16 – Abrindo o programa GEPro



Fonte: Google Earth Pro (2025).

2º Passo: Configurar o Google Earth Pro

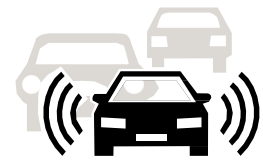
Para melhor visualização da área de estudo, é recomendável ajustar algumas configurações:

- ✓ **Desativar a inclinação automática:** Acesse **Ferramentas > Opções > Navegação > Desmarcar a opção "Inclinar automaticamente durante o zoom"**.
- ✓ **Minimizar o exagero de elevação:** Em **Ferramentas > Opções > Vista 3D**, ajuste o **Exagero de Elevação** para 0.01.

3º Passo: Localizar e visualizar a área em estudo

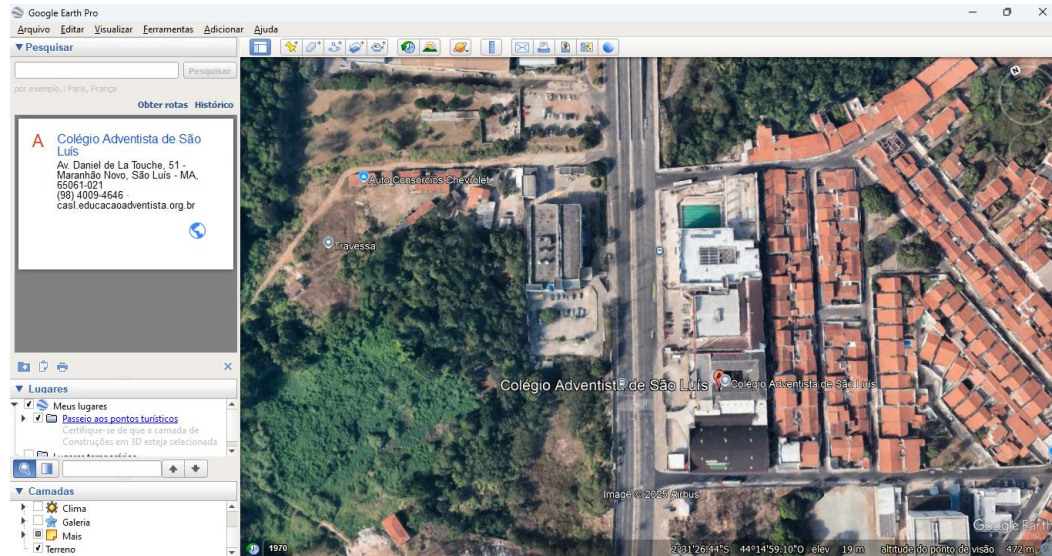
- ✓ Na barra de pesquisa (canto superior esquerdo), digite o endereço, estabelecimento ou ponto de referência desejado e clique em "Pesquisar".
 - Exemplo: Digite "Colégio Adventista de São Luís" e pressione "Enter".
- ✓ Utilize as ferramentas de navegação para aproximar a área desejada. Isso pode ser feito:
 - Com o botão de rolagem do mouse.
 - Clicando duas vezes com o botão esquerdo do mouse para aproximar e com o botão direito para afastar.





- ✓ Ajuste a visão da via para a posição vertical e desmarque a opção rodovias no menu camadas do Painel Lateral, garantindo uma visualização clara do ponto de coleta dos dados. A Figura 17 ilustra um exemplo.

Figura 17 – Localizando local da coleta



Fonte: Google Earth Pro (2025).

4º Passo: Marcar o ponto de coleta dos dados

- ✓ Clique no ícone **Adicionar Marcador** na barra de ferramentas.
- ✓ Uma janela lateral de configurações aparecerá. Antes de fechá-la:
 - Arraste o marcador até o local exato do ponto de coleta.
 - Para configurar o marcador:
 - Clique no ícone do marcador.
 - Selecione o estilo **bolinha estilo alvo** e ajuste a cor para vermelho.
 - Apague o nome do rótulo e clique em "OK".



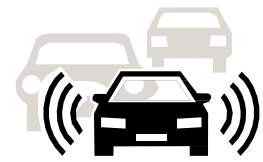
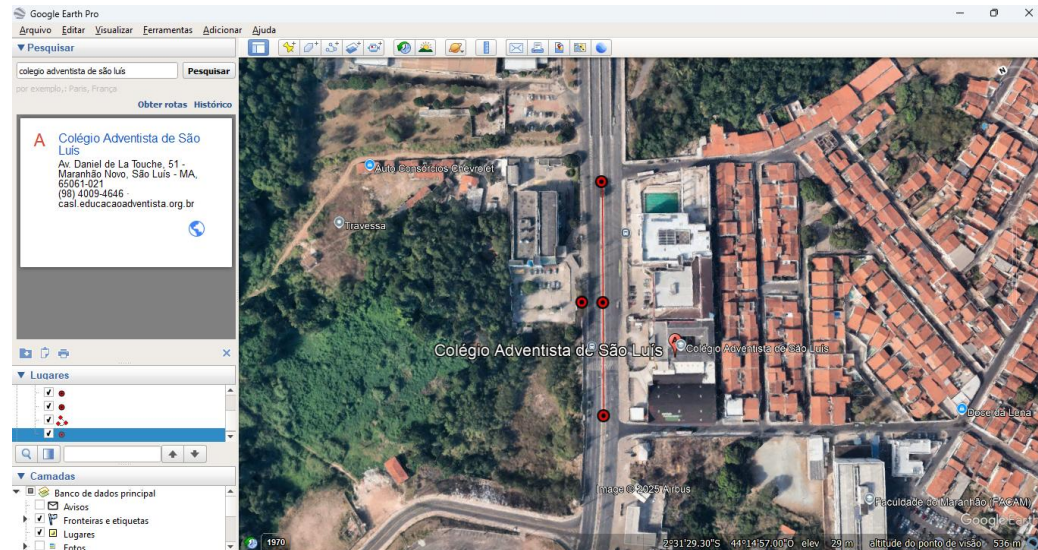


Figura 18 – Marcando o ponto da coleta



Fonte: Google Earth Pro (2025).

5º Passo: Delimitar os limites da via para construção do mapa de ruído

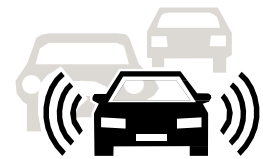
- ✓ Adicione dois marcadores nos extremos da via para delimitar o segmento a ser analisado.
- ✓ Adicione um caminho entre os dois pontos extremos:
 - Na barra de ferramentas, clique em **Adicionar Caminho**.
 - Clique sobre um marcador e, em seguida, no outro.
 - Ajuste a cor da linha para **vermelho** e clique em "OK".
- ✓ Adicione um marcador sobre o caminho alinhado com o ponto de coleta.

Figura 19 – Delimitando extremos da via



Fonte: Google Earth Pro (2025).





6º Passo: Demarcar os limites laterais para construção do mapa de ruído

Neste passo, serão definidos os limites laterais das três zonas que comporão o mapa de ruído. Para isso, serão traçados três círculos concêntricos, centrados no ponto frontal à coleta de dados.

✓ Adicionando o Primeiro Círculo

- Acesse a barra de ferramentas e ative a opção "Mostrar Régua".
- Selecione "Círculo" e ajuste o raio para metros e a área para metros quadrados.
- Desmarque a opção navegação com mouse.
- Posicione o cursor no ponto frontal à coleta de dados, clique e arraste até o ponto das medições, soltando em seguida.
- Anote a medida do raio **R1**, em metros, no Quadro 10 e clique em "Salvar".
- Ajuste a cor para vermelho e clique em "OK".

✓ Calculando e Adicionando os Outros Dois Círculos

- De acordo com o Quadro 10, calcule os raios **R2** e **R3**.
- Para adicionar o círculo de raio **R2**, repita o procedimento para **R1**, ajustando o raio conforme o resultado do cálculo.
- Repita o procedimento para adicionar o círculo de raio **R3**.

Quadro 10 – Dados de formatação dos círculos

Raio	Círculo	Medida do Círculo
R1	Pequeno	$R1 = \text{___(m)}$
R2	Médio	$R2 = 2.R1 = \text{___(m)}$
R3	Grande	$R3 = 2.R2 = \text{___(m)}$

Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

✓ Replicando os Círculos para os Pontos Extremos

- Utilize a barra de ferramentas para adicionar círculos nos pontos extremos do segmento.
- Adicione os círculos conforme as medidas de **R1**, **R2** e **R3** listadas no Quadro 10.

✓ Traçando os Diâmetros dos Círculos Concêntricos Extremos

- Insira um caminho passando pelo centro dos círculos concêntricos extremos.
- Ajuste a cor da linha para vermelho na janela de configuração do caminho.
- Clique em "OK" para finalizar cada diâmetro.



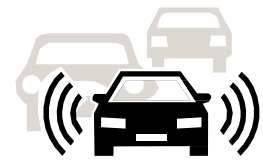
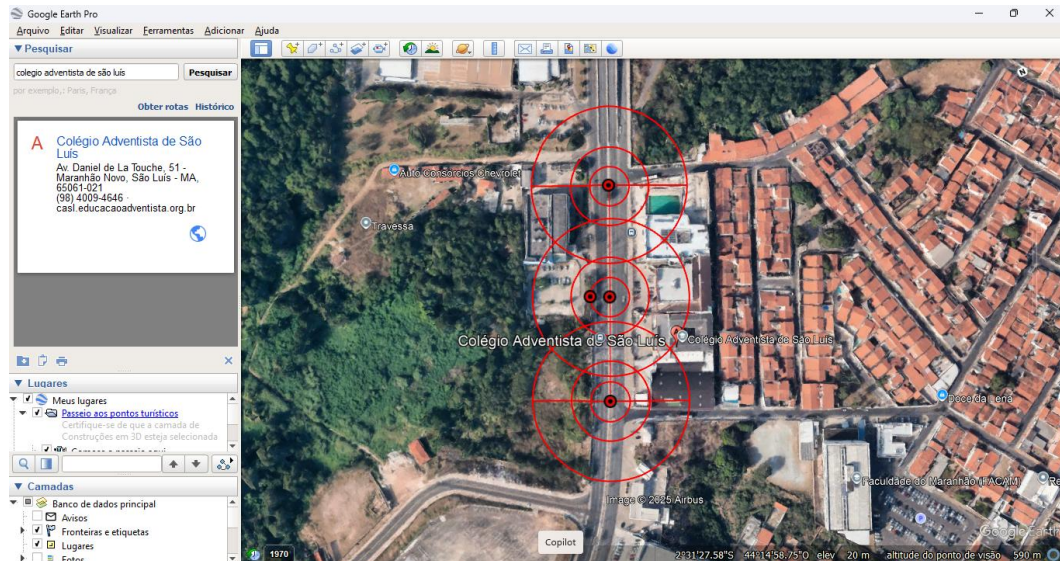


Figura 20 – Traçando os diâmetros das circunferências.



Fonte: Google Earth Pro (2025).

7º Passo: Construir as zonas do mapa de ruído

Para a construção das zonas do mapa, serão inseridos três polígonos (quadriláteros), conforme a Figura 21.

Os vértices de cada quadrilátero serão os pontos em que o diâmetro toca cada círculo extremo de mesmo tamanho.

✓ Traçando os Polígonos

- Na barra de ferramentas, clique em **Adicionar Polígono**.
 - Em Estilo/Cor, ajuste a Cor da linha para vermelho e a Área para circunscrito.
 - Clique nos pontos em que cada diâmetro toca cada círculo extremo de mesmo tamanho para formar cada quadrilátero (sentido horário ou sentido anti-horário).
 - Se necessário, alinhe o quadrilátero clicando e arrastando os vértices.
- Clique em "OK" para finalizar cada polígono.



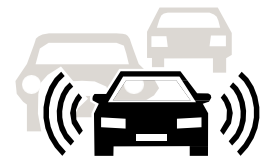
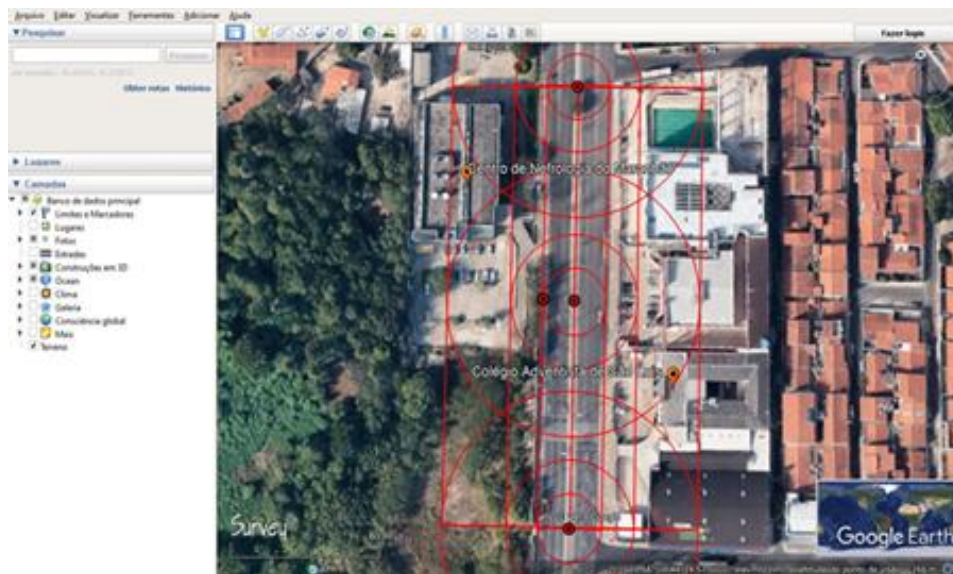


Figura 21 – Inserindo as zonas no mapa usando polígonos



Fonte: Google Earth Pro (2025).

8º Passo: Configurar as zonas do mapa de ruído

- ✓ Renomeie cada polígono com o intervalo equivalente de ruído em **dBA**, ajuste as cores e a altitude conforme o Quadro 11.
 - Na janela **Lugares**, clique com o botão direito sobre “Polígono sem título” e acesse **propriedades** para editar o polígono.
 - Repita o procedimento para cada polígono.
- ✓ Remova os marcadores, os caminhos e os círculos desmarcando esses itens na janela Lugares.

Quadro 11 – Dados de formatação dos polígonos

Raio	Polígono	Intervalo equivalente de ruído	Cor	Altitude
R1	Pequeno	$Leq - 1,5 \rightarrow Leq + 1,5$	Vermelho	Relativo ao solo 2 m
R2	Médio	$(Leq - 3 \text{ dBA}) - 1,5 \rightarrow (Leq - 3 \text{ dBA}) + 1,5$	Verde	Relativo ao solo 1 m
R3	Grande	$(Leq - 6 \text{ dBA}) - 1,5 \rightarrow (Leq - 6 \text{ dBA}) + 1,5$	Azul	Presa ao solo

Fonte: Elaborado pelo autor (2019).



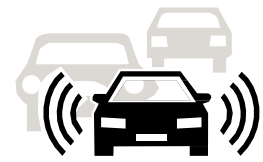
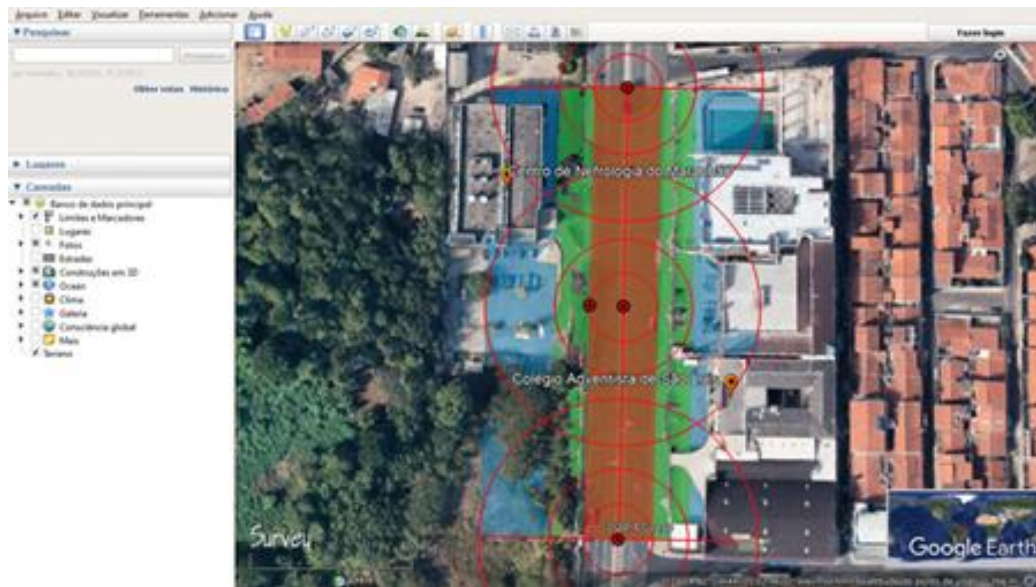


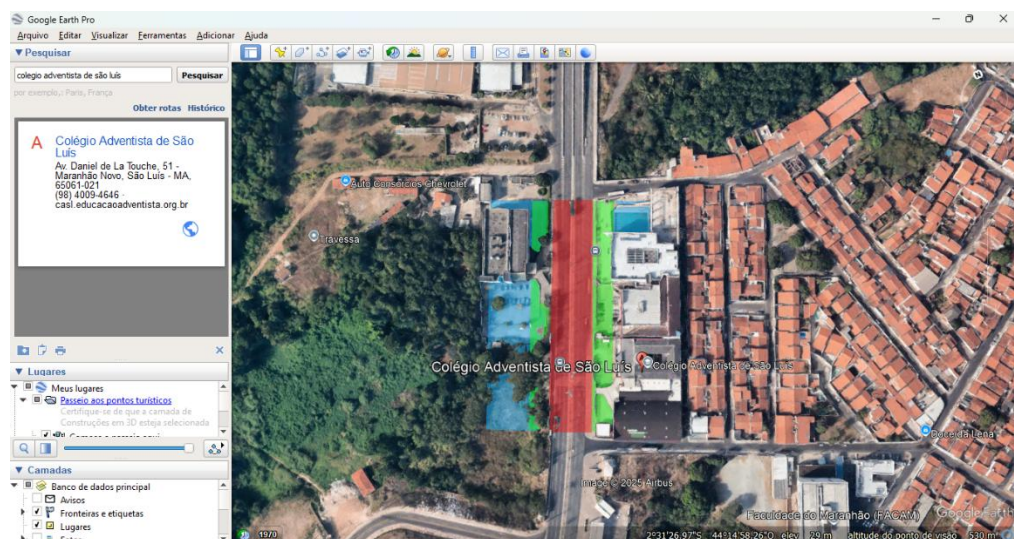
Figura 22 – Preenchimento colorido para delimitação dos intervalos



Fonte: Google Earth Pro (2025).

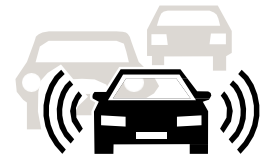
Retirar os marcadores, os caminhos e os círculos inseridos. Para isso, vá até a janela lugares clique uma vez com o botão esquerdo do mouse sobre o item que deseja excluir, aperte em **del**, no teclado, para deletar e OK para confirmar, ou clique com o botão direito sobre o item a ser excluído, selecione excluir e OK para confirmar. Se preferir, pode apenas ocultá-los do mapa clicando sobre o **check** e desmarcando o item na janela lugares. O mapa ficará igual ao exposto na Figura 23.

Figura 23 – Remoção dos marcadores e linhas de construção.



Fonte: Google Earth Pro (2025).

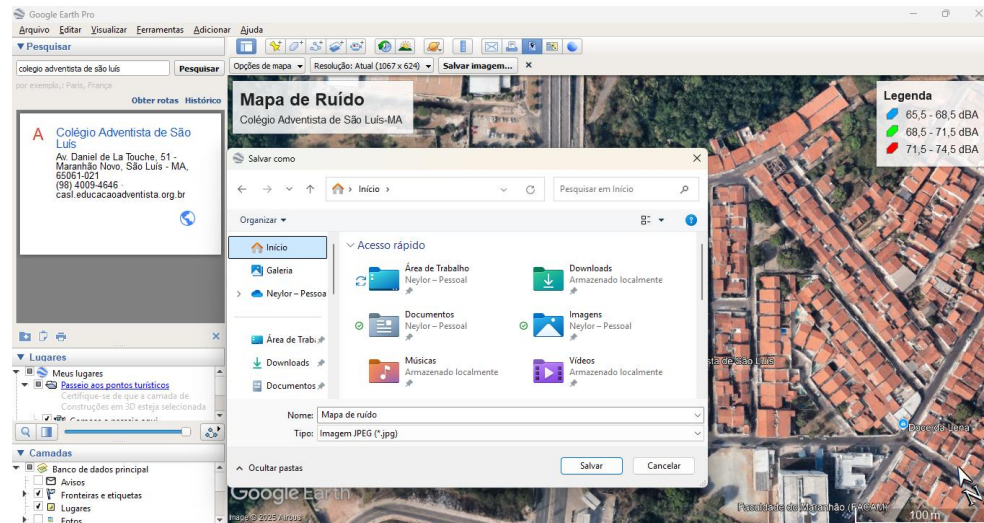




9º Passo: Salvar o mapa de ruído

- ✓ Salvar Imagem na barra de ferramentas.
- ✓ Editar título e legenda.
- ✓ Salvar a imagem no formato JPEG (Figura 24).

Figura 24 – Editando título e legenda



Fonte: Google Earth Pro (2025).

10º Passo: Abrir o mapa de ruído

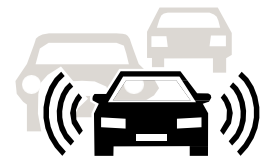
- ✓ Localizar o arquivo na área de trabalho e abri-lo (Figura 25).

Figura 25 – Mapa finalizado



Fonte: Google Earth Pro (2025).



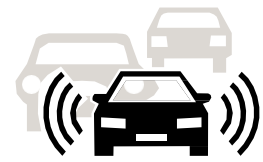


Sugestão de questionário para exploração dos mapas.

41

1. O que é um mapa de ruído?
2. O que representa cada cor no mapa de ruído?
3. Onde estão os níveis mais intensos e menos intensos de ruído?
4. Os níveis de ruído no mapa estão acima do limite estabelecido pela legislação?
5. Qual a relação entre o ruído de tráfego e a distância da fonte?
6. Qual a população exposta ao ruído e quais danos à saúde podem ocasionar?
7. Qual a importância do mapeamento de ruído para a conscientização ambiental?
8. Como o mapeamento de ruído pode contribuir para a redução dos níveis de ruído?
9. Quais medidas poderiam ser tomadas para sensibilizar a população e o poder público sobre a problemática do ruído de tráfego?





8 Considerações finais

42

Este material instrucional vai além de uma simples sequência para o mapeamento de ruído, configurando-se como uma alternativa inovadora para o ensino de Física. Sua aplicação permite aos alunos desenvolver habilidades essenciais, como pesquisa, coleta e análise de dados, além de favorecer a aprendizagem mediada por tecnologia e a construção de novos conhecimentos.

Além do impacto positivo no aprendizado, este recurso estimula o envolvimento dos alunos na pesquisa científica, tornando-os protagonistas na investigação e na busca de soluções para demandas sociais. Essa abordagem promove uma aprendizagem problematizadora e investigativa, incentivando a análise crítica e a tomada de decisões fundamentadas.

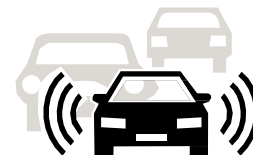
A flexibilidade do material permite sua adaptação a diferentes abordagens pedagógicas. Ele pode ser utilizado tanto como ferramenta para uma prática transformadora, fundamentada no método dialético, quanto como atividade prática complementar aos conteúdos teóricos de Acústica. Em ambas as situações, favorece a participação ativa dos alunos e a aprendizagem significativa.

Esse recurso educacional não se apresenta como uma proposta fechada, mas como um instrumento aberto a adaptações e novas interpretações. Cabe ao professor definir a melhor forma de aplicá-lo, alinhando-o às necessidades da sua turma e aos objetivos educacionais. Para que os resultados esperados sejam alcançados, é fundamental que sua utilização esteja vinculada a um referencial didático coerente, considerando as expectativas educacionais, o papel social da escola e a concepção de aprendizado adotada.

Outro aspecto relevante é a possibilidade de gerar dados científicos significativos sobre a problemática do ruído, possibilitando a produção e publicação de artigos em periódicos e eventos acadêmicos. Isso amplia a visibilidade do trabalho e reforça o papel da escola como um núcleo de produção científica, capaz de promover estudos relevantes para a comunidade e o meio acadêmico.

Dessa forma, o material não apenas contribui para o ensino de Física, mas também incentiva uma postura investigativa nos alunos, preparando-os para atuar de maneira crítica e consciente diante dos desafios socioambientais. Esse impacto extrapola os limites da sala de aula, promovendo o despertar de novos pesquisadores e reforçando a importância da ciência na solução de problemas reais.



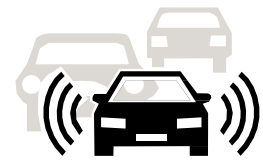


Referências

43

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. NBR 10151: acústica - avaliação do Autores Associados, 2012.
- BALZAN, K. Avaliação do ruído de tráfego veicular em área central de Chapecó – SC. 2011. 98
- BISTAFA, S. R. Acústica aplicada ao controle do ruído. São Paulo: Blucher, 2006.
- BRASILEIRO, T. C. Mapeamento Sonoro: Estudo do Ruído Urbano no bairro Castelo Branco, em João Pessoa/PB. 2017. 168 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2017.
- CALIXTO, A. O ruído gerado pelo tráfego de veículos em “rodovias – grandes avenidas” situadas dentro do perímetro urbano de Curitiba, analisado sob parâmetros acústicos objetivos e seu impacto ambiental. 2002. 122 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2002.
- CORTÊS, M. M; NIEMEYER, M. L. O potencial da utilização da ferramenta de mapa de ruído em diferentes escalas de análise. In: XII Encontro Nacional e VIII Latinoamericano de Conforto no Ambiente Construído - ENCAC/ELACAC, Brasília, DF, Brasil, 25 a 27 de Setembro de 2013.
- DINATO, A. C; SCHAAL, R. E. Abordagem alternativa para aferição de ruído sonoro no entorno de aeroportos. Revista Minerva, v. 6, n. 3, p. 247-254, set./dez. 2025.
- DIRECTIVA 2002/49/EC do Parlamento Europeu e do Conselho de 25 de Junho de 2002, relativa à avaliação e gestão do ruído ambiente. Official Journal of the European Communities, p.12-25, 2002.
- DOMINGUES, Samanta. Coloração da imagem através do som: som e cor. 132 f. Dissertação (Mestrado em Design e Multimídia) – Faculdade de Ciências e Tecnologias da Universidade de Coimbra, Coimbra, Portugal, 2014.
- f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2011.
- GASPARIN, João Luiz. Uma didática para a pedagogia histórico-crítica, 5ª ed. rev. Campinas – SP:
- GERGES, SAMIR N.Y. Ruído: Fundamentos e Controle, 1ª ed., Florianópolis: S. N. Y. Gerges, 1992.
- GOOGLE. Google Earth Pro [mapa]. Versão 10.77.0.0. Mountain View, CA: Google, 2025. Disponível em: <https://www.google.com/earth/>. Acesso em: 31 de mar. de 2025.
- GUEDES, I. C. M. Influência da Forma Urbana em Ambiente Sonoro: Um estudo no bairro de Jardins em Aracajú (SE). 2005. 115 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2005.
- GUEDES, Italo César Montalvão; BERTOLI, Stelamaris Rolla. Mapa acústico como ferramenta de avaliação de ruído de tráfego veicular em Aracaju - Brasil. PARC Pesquisa em Arquitetura e Construção, Campinas, v. 5, n. 2, p. 40-51, jul./dez. 2014.
- HEX TECNOLOGIAS GEOESPACIAIS. Curso de introdução ao geoprocessamento com o Google Earth: manual para iniciantes em geotecnologias. Processamento digital canal de conteúdo geo, 2017.





Disponível em: <<http://www.processamentodigital.com.br/wp-content/uploads/2017/06/ApostilaCursoGoogleEarth.pdf>>. Acesso em: 20 nov. 2018.

INSTRUTHERM. Medidor de nível sonoro DEC-460 [equipamento]. São Paulo: Instrutherm, ANO. Disponível em: <https://www.instrutherm.net.br/>. Acesso em: 31 de mar. de 2025.

KRIPKA, R. M. L; VIALI, L; LAHM, R. A. Utilização dos recursos do Google Earth™ e do Google Maps™ no ensino de ciências. Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa – RELATEC, Cáceres, Espanha, v. 13 (2), p. 89-101, 2014.

LACERDA, MAGNI, MORATA, MARQUES E ZANNIN. Ambiente Urbano e Percepção da Poluição sonoras. In Ambiente e Sociedade – Vol. VIII nº 2 jul./dez. 2005.

LIMA, R. N. de S. Google Earth aplicado a pesquisa e ensino da Geomorfologia. Revista de Ensino de Geografia, Uberlândia, v. 3, n. 5, p. 17-30, 2012.

MENEGUETE, Arlete. Tutorial de Google Earth Pro Gratuito. Material da Unesp de P. Prudente, 2014. Disponível em <<http://unesp.academia.edu/arletemeneguette/papers>> Acesso em: 20 de novembro de 2018.

MURGEL, Eduardo. Fundamentos de acústica ambiental. São Paulo: Editora Senac, 2017.

NAGEM, M. P. Mapeamento e análise do ruído ambiental: diretrizes e metodologia. 2004. 119 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2004.

NARDI, A. S. L. V. Mapeamento sonoro em ambiente urbano estudo de caso: área central de Florianópolis. 2008. 108 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2008.

NETO, W. P.de S. Usando api do Google Maps para criar um mapa interativo. Estudo de caso: Campus-Viçosa. 72f. (Conclusão do Curso de graduação em Engenharia de Agrimensura) Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2025.

OLIVEIRA, E. G. da P. A utilização do Google Earth e Google Maps como recurso didático para o ensino de Cartografia escolar. 26 f. Monografia (Conclusão do Curso de Geografia) – Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, Paraíba, 2012.

PILLAR, G. G. Cidades híbridas: um estudo sobre o Google Earth como ferramenta de escrita virtual sobre a cidade. 83 f. Monografia (Conclusão do Curso de Comunicação Social) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2006.

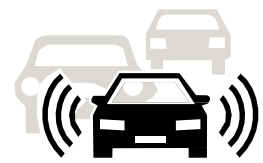
ruído em áreas habitadas, visando o conforto da comunidade - procedimento. Rio de Janeiro: ABNT, 2000.

SILVA, A. P. A; CHAVES, J. M. Utilização do Google Maps e Google Earth no ensino médio: estudo de caso no Colégio Estadual da Polícia Militar-Diva Portela em Feira de Santana-BA. In: XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, Curitiba, PR, Brasil, 30 de abril a 05 de maio de 2011.

SILVA, N. J. S. e. Mapeamento de ruído usando o programa Google earth Pro: uma proposta para o ensino de Física. 2019. 180 f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Rede – Ensino de Física em Rede Nacional/CCET) - Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 2019.

SOUZA, J. de B; COSTA, S. M. Aplicações acadêmicas e escolares do Google Earth. In: IV Congresso Nacional de Educação – CONEDU: A Educação brasileira: desafios na atualidade, João Pessoa, PB, Brasil, 15 a 18 de Novembro de 2017.





Apêndice A: Procedimentos



PESQUISA DE CAMPO

Grandezas morfológicas

Objetivo: Fazer o levantamento das características dos estabelecimentos e da via que influenciam a problemática do ruído de tráfego na área em estudo.

1. Fazer o levantamento do tipo de estabelecimento presente na área em estudo, bem como, de suas respectivas quantidades, por meio de observação, registro fotográfico e anotações no formulário de coleta de dados.

Obs.: O grupo deve dar ênfase à diversidade de tipos, aos maiores e aos que se apresentam com maior frequência.

2. Fazer o levantamento do tipo de via, do tipo de recobrimento da via, dos sentidos de tráfego, número de faixas, por meio de observação, registro fotográfico e anotações no formulário de coleta de dados.

Grandezas de Tráfego

Objetivo: Fazer o levantamento das características de tráfego que influenciam a problemática do ruído de tráfego na área em estudo.

1. Fazer o levantamento da quantidade de veículos por tipo (leve e pesado), por meio de filmagem, observação, contagem e anotações no formulário de coleta de dados.

Obs.: A contagem dos veículos será realizada somente durante o intervalo das medições do nível de pressão sonora.

Grandezas acústicas

Objetivo: Fazer as medições do nível de pressão sonora com decibelímetro ou aplicativo Decibel X na área em estudo.

1. Determinar o ponto onde serão feitas as medições (ponto fixo a 2 metros da via).
2. Montar o suporte e, em seguida, fixar o decibelímetro ou celular com o Decibel X, o celular e a câmera digital para registrar por vídeo o nível de pressão sonora medido e o tráfego dos veículos, respectivamente.
3. Ligar todos os aparelhos e prepará-los para que de forma sincronizada sejam acionados e possam registrar os dados de tráfego e de nível sonoro dentro do tempo estipulado de 10 min.
4. Ao final das medições, desligar todos os aparelhos, desmontar o suporte e guardar o kit experimental.

FORMULÁRIO

Equipe da Pesquisa: _____

Local da Pesquisa: _____

Data: ____ / ____ / ____

Grandezas Morfológicas

1. Marque com um (x) e registre a quantidade dos estabelecimentos presentes ao longo da via em estudo.

	<i>Presente (x) / Quantidade</i>		<i>Presente (x) / Quantidade</i>
Residências:	()/____	Praças	()/____
Lojas:	()/____	Lanchonetes	()/____
Centros comerciais:	()/____	Supermercados	()/____
Farmácias	()/____	Shoppings	()/____
Postos de combustível:	()/____	Escolas/Faculdades	()/____
Oficinas:	()/____	Sítios/Fazendas	()/____
Indústrias:	()/____	Clínicas	()/____
Bares/Restaurantes:	()/____	Hospitais	()/____

2. Classifique a via em:

Rural ()

Urbana ()

Obs.: Caso a via seja urbana para o item subsequente.
Se for rural, vá para o item 4.

3. Classifique a via urbana em:

Trânsito rápido ()

Urbana ()

Coletora ()

Local ()

Obs.: De acordo com o CTB-Código de Trânsito Brasileiro para vias urbanas:

- trânsito rápido: 80 km/h;
- arterial: 60 km/h;
- coletora: 40 km/h;
- local: 30 km/h;

4. Classifique a via rural em:

Rodovia ()

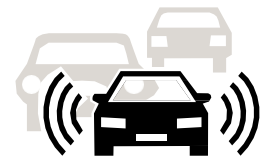
Estrada ()

Obs.: De acordo com o CTB-Código de Trânsito Brasileiro para vias rurais:

- Rodovia: via **pavimentada**
- Estrada: via **não pavimentada**

trator misto, chassi-plataforma, motor-casa, reboque ou semirreboque e suas combinações, além dos veículos leves tracionando outro veículo).

9. Registrar situações atípicas do ruído de tráfego veicular, como carros de som, buzinas, sirenes de ambulâncias e carros de polícia, veículos sem escapamento, etc.



Apêndice B: Análise dos dados



FORMULÁRIO

Equipe da Pesquisa: _____

Local da Pesquisa: _____

Sobre as grandezas morfológicas

1. Analisando o registro das quantidades e tipos de estabelecimentos presentes ao longo da via em estudo, classifique essa área quanto ao tipo, de acordo com o nível de critério de avaliação – NCA para ambientes externos no Quadro 1, e descreva a relação entre o tipo de área e os limites de níveis permitidos por essa norma.

Quadro 1 – Nível de critério de avaliação NCA para ambientes externos, em dB(A)

Tipos de área	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

Fonte: NBR 10.151/2000.

2. Descreva de que modo o tipo de estabelecimento presente na via pode influenciar no tráfego de veículos, e, portanto, no nível de ruído na área objeto de estudo.

3. Explique de que modo a via de tráfego pode contribuir para o nível de ruído apresentado na área em estudo.

4. Analisando as características geométricas, números de faixa e sentidos de tráfego, assim como, o tipo de via e recobrimento, coletadas na pesquisa de campo, explique como cada uma destas variáveis pode influenciar nos níveis de ruído medidos na área em estudo.

Sobre as grandezas de tráfego

5. Analisando o vídeo do tráfego de veículos, registrar no quadro 2 abaixo, as quantidades de veículos leves e pesados, e seus respectivos percentuais.

Quadro 2 – Quantidade e Percentual de veículos na via por tipo.

Tipo de veículo	Quantidade	Percentual
Leve		
Pesado		
Total		

6. Esboçar o gráfico de composição do tráfego, em colunas comparativas das quantidades de veículos leves, pesados e o total.
7. Analisando o gráfico comparativo do tráfego de veículos, o que se pode perceber a respeito da intensidade total de veículos, e da relação entre as quantidades de veículos leves e pesados que compõem esse tráfego.

8. Analisando o vídeo do tráfego de veículos, simultaneamente ao vídeo das medições, o que se pode perceber a respeito da contribuição de veículos leves e pesados na composição do nível de ruído

medido na área de estudo. Quais veículos contribuem para os picos medidos e quais colaboram mais, frequentemente, para o nível equivalente estabelecido na área.

9. Analisando o vídeo do tráfego de veículos, simultaneamente ao vídeo das medições, responda qual a origem do ruído de tráfego, especificando a presença de cada fonte, seja o motor, escapamento, atrito pneu-pavimento, buzinas, sirenes e som automotivo.

--

Sobre a grandeza acústicas

10. Assistir o vídeo das medições de níveis de ruído e montar a amostra com os 120 níveis de ruído, preenchendo o quadro 3. Os dados amostrados são coletados a cada 5 s, durante os 10 min de visualização do vídeo, a iniciar pelo instante 5 s e terminar no instante 10 min.

Quadro 3: Amostra dos níveis de ruído medidos

11. Transcrever todos os valores da amostra para a planilha eletrônica Excel, que será utilizada para calcular o nível médio equivalente de ruído da área, aplicando, para isso, a fórmula 1 do Leq à planilha.

$$Leq = 10\text{Log} \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n 10^{\frac{Li}{10}}$$

(Fórmula 1)

12. Preencher o Quadro 4, com o nível permitido para área de acordo com o horário das medições (item 1 desse formulário), o nível médio equivalente (calculado no item 11), o nível máximo

amostrado (observar na amostra, item 10), e a diferença entre o nível médio equivalente e o nível permitido - Leq.

Quadro 4: Amostra dos níveis de ruído medidos

Nível máximo permitido dB(A)	Nível médio-Leq dB(A)	Nível máximo amostrado dB(A)	Diferença entre o médio-Leq e o permitido dB(A)

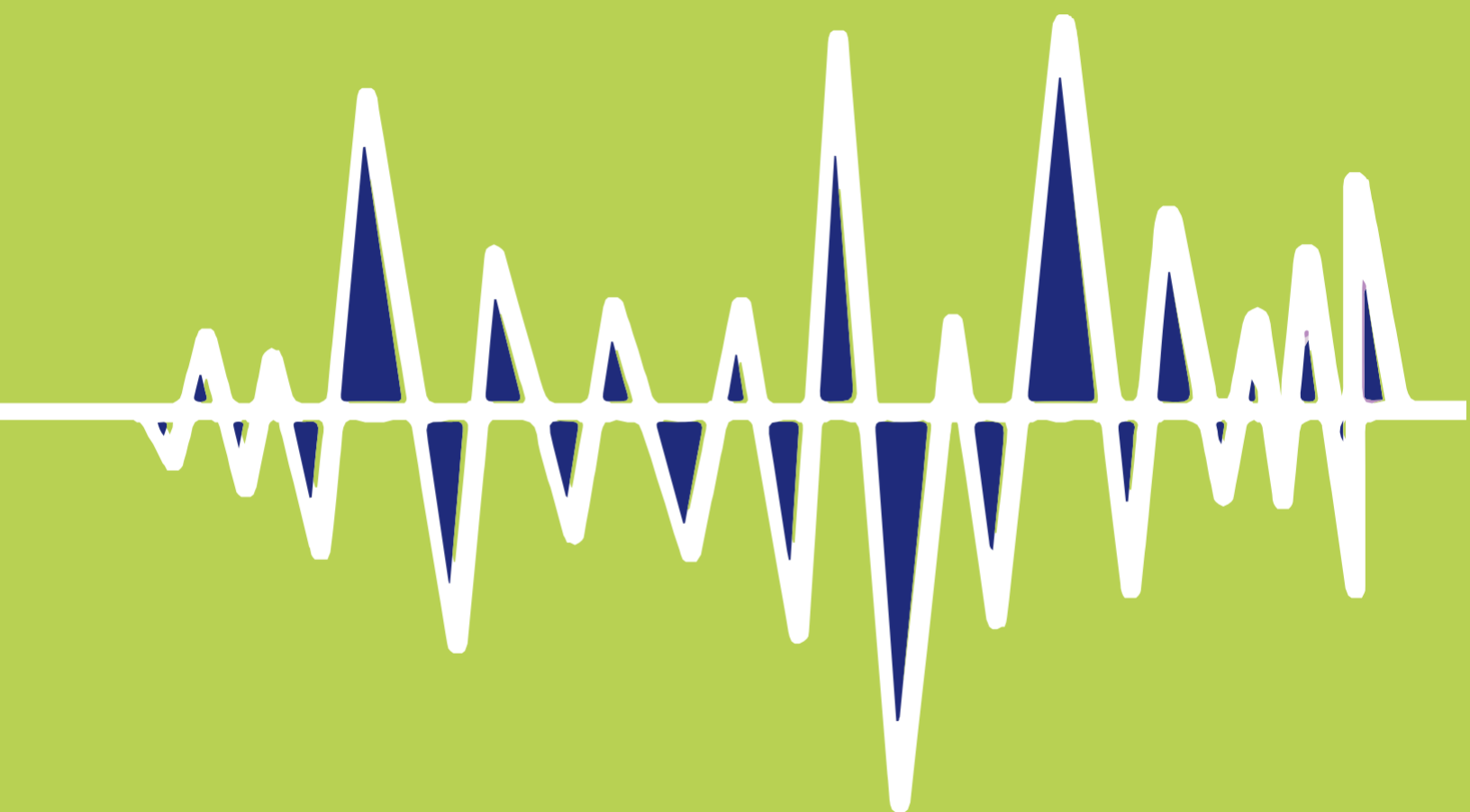
13. Esboçar gráfico de colunas dos níveis de ruído medidos, bem como inserir três linhas horizontais que representarão o nível máximo permitido para a área em estudo, o nível médio equivalente da área e o nível máximo amostrado.
14. Analisando o gráfico esboçado no item anterior, o que se pode afirmar a respeito dos valores dos níveis de ruído apresentados, do nível máximo permitido, do ruído médio equivalente, do nível máximo e da diferença entre o médio equivalente e o permitido?



Realizado o Depósito legal na Biblioteca Nacional conforme a Lei nº 10.994, de 14 de dezembro de 2004.

TÍTULO	MAPEAMENTO DE RUÍDO: Uma aplicação usando o Google Earth Pro
AUTORES	Neylor José Silva e Silva Eduardo Moraes Diniz Edson Firmino Viana de Carvalho
SUPORTE	Digital
PROJETO GRÁFICO E CAPA	Ricardson Borges Vieira
ILUSTRAÇÃO DA CAPA	Ricardson Borges Vieira
PÁGINAS	55
FORMATO	160 x 250 mm
TIPOGRAFIA	Adobe Garamond Pro CORPO Balham e Aquiline Two TÍTULOS






Associação Brasileira
das Editoras Universitárias

