

INVENTÁRIO DA POLUIÇÃO SONORA NO ENTORNO DO CAMPUS DA UNIVERSIDADE FUMEC

Ana Carolina Moraes Campos – Graduanda Eng. Ambiental, FUMEC-FEA, anacarolinamoraescampos@yahoo.com.br

Frederico Campos Viana – Engenheiro Ambiental, Refúgio Engenharia Ambiental, fredcviana@gmail.com

Hudson Damasceno – Graduando Eng. Ambiental, FUMEC-FEA, hdgois@hotmail.com

Naiara Cristina Alvim – Graduanda Eng. Ambiental, FUMEC-FEA, naiara.alvim@hotmail.com

Pollyana Rocha Franco Dutra – Graduanda Eng. Ambiental, FUMEC-FEA, pollyana78@gmail.com

Leila Maria Beloni Corrêa Proti – Leila Maria Beloni Corrêa Proti, MSc. Engenharia Mecânica, Professora da FUMEC-FEA, leila@fumec.br

RESUMO

Este trabalho consiste no resultado do projeto de iniciação científica denominado “Inventário da poluição sonora no entorno do campus da Universidade Fumec” elaborado pelo grupo Ecos, integrante do programa PROPIC (Programa de Pesquisa e Iniciação Científica) nos anos de 2010 e 2011 da Universidade FUMEC. Foi discutida a metodologia utilizada no estudo, noções básicas de acústica física, definições sobre o nível de pressão sonora, sua expressão matemática, conceitos e os impactos da poluição sonora na saúde e bem estar seres vivos. Posteriormente foi realizada a análise crítica das influências externas e conclusão sobre a condição ambiental em relação aos níveis de ruído, com base no conjunto de dados gerados pelas medições realizadas em campo.

Palavras chave: poluição sonora, ruído, nível de pressão sonora, efeitos da poluição sonora nos seres vivos.

ABSTRACT

This work is a result of the undergraduate research project entitled “Inventory of noise surrounding the campus of the

University FUMEC” prepared by EcosGroup, part of the program provides (Program for Research and Scientific Initiation) for the years 2010 and 2011. Will discuss the methodology of the study, some basic physical acoustics, settings on the sound pressure level, its mathematical expression, concepts and the impacts of noise pollution on health and wellness living. Later, there will be a critical analysis of external influences and a conclusion on the environmental condition in relation to noise levels based on data produced by measurements made in the field.

Keywords: noise pollution, noise, sound pressure level, effects on living things

INTRODUÇÃO

As grandes cidades estão sendo afetadas pela crescente degradação ambiental dos ecossistemas, através da exploração demasiada dos recursos naturais e pela deterioração da qualidade de vida de seus habitantes devido à exposição a níveis excessivos de ruídos. Ao contrário de outros modelos de poluição resultantes das diversas atividades antropogênicas os efluentes gerados pela poluição sonora estão em forma de energia e permanecem por curto período de tempo no ambiente. Entretanto apesar da quantidade reduzida de energia dissipada ela pode ser percebida pelo ser humano e animais, devido à sua grande susceptibilidade auditiva.

A poluição sonora e a problemática a ela associada acaba por ser tão nociva a saúde humana quanto outras formas de poluição. A causa disto está associada ao fato desta perturbação não gerar resíduos, não possuir odor e tão pouco ser visível ao homem. Essa realidade corrobora para que os estudos acerca das implicações da poluição sonora sejam tão pouco estudados e desconhecidos para a população, gerando assim um alto grau de nocividade.

O estudo aprofundado das leis físicas que regem o fenômeno são extremamente importantes para o conhecimento e mitigação dos impactos ambientais negativos associados à poluição sonora nos grandes centros urbanos.

HISTÓRICO DO GRUPO ECOS

O grupo de pesquisa Ecos foi formado em agosto de 2010 com o objetivo de estudar a problemática da poluição sonora na cidade de Belo Horizonte/MG, especificamente no entorno do *campus* da Universidade FUMEC.

O projeto desenvolvido faz parte do programa de Iniciação Científica da Universidade FUMEC (PROPIC), que proporciona aos estudantes de graduação uma introdução sistemática

à atividade de pesquisa, sob orientação de professores qualificados e com a concessão de bolsas de financiamento aos pesquisadores, tanto para alunos e professores. As atividades iniciaram-se em agosto de 2010, com término previsto para julho de 2011.

O projeto “Inventário da poluição sonora no entorno do campus da Universidade FUMEC” foi financiado pela Fundação Nacional de Desenvolvimento do Ensino Superior Particular (FUNADESP). O grupo, que se denomina como “Ecos” é composto pela Prof.^a Leila Maria Beloni Corrêa Proti, orientadora do projeto e docente da Universidade FUMEC, Frederico Campos Viana, Eng. Ambiental da Refúgio Engenharia Ambiental Ltda, Ana Carolina Moraes Campos, graduanda Eng. Ambiental e bolsista FUNADESP e três graduandos em Engenharia Ambiental pela Universidade FUMEC, Hudson Damasceno, Naiara Cristina Alvim e Pollyana Rocha Franco Dutra.

OBJETIVOS

OBJETIVOS GERAIS

O presente trabalho tem como metas principais identificar os níveis de poluição sonora na região do entorno da Universidade FUMEC, verificar a conformidade legal dos mesmos de acordo com a NBR 10.151 da ABNT e da Lei Municipal nº 9.505 de 23 de janeiro de 2008, e as possíveis influências externas que corroboram para os níveis de ruído encontrados e a colaboração das mesmas para o ruído de fundo.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar as medições de acordo com a NBR 10.151 da ABNT;
- Analisar os dados estatisticamente, encontrando os níveis de L10, L90, L50 e LAEQ;
- Criar o mapa de classificação de nível sonoro.

REFERENCIAL TEÓRICO

LEGISLAÇÃO E NORMAS ESPECÍFICAS

A lei estadual nº 10.100, de 17 de janeiro de 1990, que dispõe sobre a proteção contra a poluição sonora no Estado de Minas Gerais considera prejudicial à saúde, à segurança ou ao sossego público qualquer ruído que atinja nível de som superior a 10 (dez) decibéis - dB(A) acima do ruído de

fundo existente no local, no ambiente exterior do recinto em que têm origem e sem considerar os ruídos do tráfego. Ou independentemente do ruído de fundo, atinjam, no ambiente exterior do recinto em que têm origem, nível sonoro superior a 70 (setenta) dB(A), durante o dia, e 60 (sessenta) dB(A) durante a noite.

Já a lei municipal de Belo Horizonte nº 9.505 de 23 de janeiro de 2008 considera três períodos distintos do dia: os períodos diurno, vespertino e noturno. Os limites máximos fixados são mais rígidos se comparado à legislação estadual. Os períodos diurnos são aqueles compreendidos entre 07h01min (sete horas e um minuto) até às 19h (dezenove horas) e o limite máximo é de 70 dB(A). O período vespertino considerado pela lei municipal é de 19h01min (dezenove horas e um minuto) até às 22h (vinte e duas horas), o limite máximo é de 60 dB(A). Durante o período noturno, que é aquele compreendido entre às 22h01min (vinte e duas horas e um minuto) até 23h59min (vinte e três horas e cinquenta e nove minutos), o limite máximo estabelecido é de 50 dB (A). A partir de 00h o nível máximo de emissão de ruídos é de 45dB(A).

As recomendações da ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) visando o conforto acústico da comunidade são regidas pela NBR 10151 editada no ano de 1999. Suas diretrizes foram baseadas nas normas ISO, que foram norteadas pela Organização Mundial de Saúde (OMS). O quadro 1 relaciona os níveis de pressão sonora aceitos pela tipologia da área segundo esta norma técnica.

Quadro 1: Níveis de pressão sonora recomendados pela ABNT – NBR 10151-1990

Tipos de áreas	Diurno dB(A)	Noturno dB(A)
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: ABNT – NBR 10.151

O quadro 2 abaixo apresenta a reação da comunidade à superação do Ruído de Fundo do local do incômodo, segundo a Norma ISO R-1996 – *Assesment of Noise With Respect To Community Response*, norma esta utilizada como referência pela ABNT NBR 10151 – Avaliação Acústica de Áreas Habitadas

Quadro 2: Reação estimada da população ao ruído 1996

Valor que excede o Nível de Ruído de Fundo-dB(A)	Resposta Estimada da Comunidade	
	Categoria	Descrição
0	Nenhuma	Nenhuma reação observada
5	Pequena	Reclamações esporádicas
10	Média	Reclamações Extensivas
15	Forte	Ameaças de Ações
20	Muito Forte	Reações Vigorosas

Fonte: ISOR-1996.

A poluição sonora acontece independentemente dos limites estabelecidos pela legislação regulatória, a reação comunitária ao ruído intrusivo inicia-se quando o ruído de fundo local é ultrapassado e os reclames se tornam preocupantes quando este é ultrapassado em 10 dB(A) (ÁLVARES E VIANA, 2010).

MATERIAIS E MÉTODOS

A questão dos ruídos urbanos constitui ainda uma grande lacuna de conhecimento, especialmente no Brasil, onde esse tipo de poluição ambiental ainda é muito pouco contemplada em relatórios e estudos, sendo ainda maior quando se trata da conscientização da população. O projeto busca levantar esses índices com o intuito de encontrar as causas, influências e o grau de exposição ao qual a população está exposta, e ao mesmo tempo buscar sensibilizar a comunidade envolvida para os danos ao qual estão sujeitas.

O projeto foi constituído em três etapas, sendo a primeira composta por medições em pontos aleatórios dentro da área de abrangência, definidos em campo, de acordo com a metodologia estabelecida pela NBR 10.151 da ABNT e as características do local e vizinhança com relação a geração de ruídos. A segunda etapa consiste na análise dos dados, encontrando os níveis estatísticos de ruído, (L_{10} , L_{50} , L_{90} e L_{Aeq}), de cada ponto e da região, e definição dos histogramas. A terceira etapa consiste na verificação da conformidade legal dos níveis encontrados, análise crítica das influências externas e uma conclusão sobre a condição ambiental em relação aos níveis de ruído.

EQUIPAMENTOS DE MEDIÇÃO

O equipamento utilizado para medição de nível pressão sonora tem as seguintes especificações, está de acordo com a NBR 10.151 e pode ser visualizado na figura 1 abaixo:

Fabricante	ICEL Manaus
Modelo	DL- 4200
Número serial	9065561
Norma IEC 61672-1 – Classe 2	



Figura 1: Medidor de pressão sonora utilizado.
Fonte: Refúgio Engenharia Ambiental Ltda. (2011)

CALIBRAÇÃO

A calibração do aparelho de medição de pressão sonora é realizada anualmente por empresa que possui o certificado de calibração Rede Brasileira de Calibração (RBC). Uma verificação e eventual ajuste do medidor de nível de pressão sonora podem ser realizados pelo operador do equipamento, com o calibrador acústico, imediatamente antes e após cada medição, ou conjunto de medições relativas ao mesmo evento.

PROCEDIMENTOS DE MEDIÇÃO

CONDIÇÕES GERAIS

As medições de ruído para fins de avaliação do conforto da comunidade devem ser realizadas em dias típicos, ou seja, dias que não apresentem condições anormais de tráfego, de circulação de pessoas e de funcionamento do comércio e indústria. As medições foram feitas de terça a quinta, nos horários de 8h até 11h30min e de 14h às 17h30minh, com no mínimo 20 minutos de permanência em cada ponto, sendo que o equipamento registra o nível instantâneo de ruído a cada segundo transcorrido, obtendo assim um total de 1200 amostras por ponto. O raio de estudo foi delimitado em 500m a partir da Universidade FUMEC (figura 2), sendo que a região foi dividida em quatro seções, como pode ser observado na figura

3, com 25 pontos de medição em cada uma, totalizando 100 pontos. O registro das informações em campo foi de acordo com a planilha da figura 4.

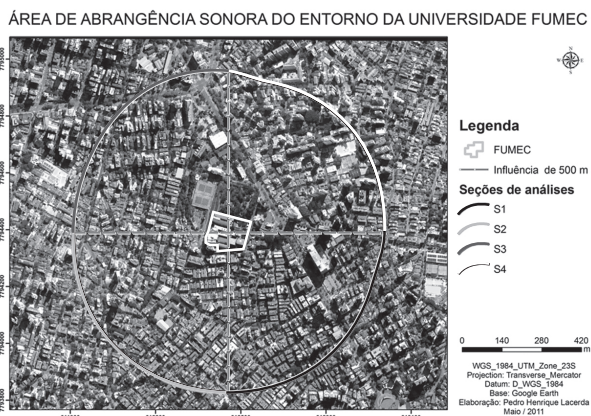


Figura 2: Região de estudo do projeto de pesquisa.
Fonte: Os autores (2011)

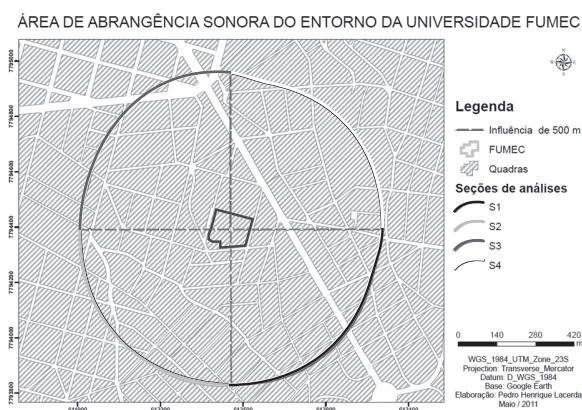


Figura 3: Seções na área de medição do projeto de pesquisa.
Fonte: Os autores (2011)

Descrição do ponto:					
Condições atmosféricas:	<input type="checkbox"/> Nublado	<input type="checkbox"/> Aberto			
Vento:	<input type="checkbox"/> Inexistente	<input type="checkbox"/> Fraco	<input type="checkbox"/> Médio	<input type="checkbox"/> Forte	
Horário:	Inicial:	Final:		Data:	
Coordenadas geográficas:					
Equipe:					
Movimentação de pessoas: <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5					
Horário:	Evento:				

Figura 4: Planilha de registro das medições.
Fonte: Autores. (2011)

É obrigatória a utilização do protetor de vento específico do medidor de pressão sonora, para que os efeitos do vento não causem interferências indesejáveis. As medições devem ser realizadas com o auxílio do tripé regulado a aproximadamente 1,2m do piso, como demonstra a figura 7. Os pontos de medição são localizados a pelo menos 2m do limite da propriedade e de quaisquer outras superfícies refletoras. Não devem ser efetuadas medições na existência de interferências audíveis advindas de fenômenos da natureza, segundo orientações da NBR 10.151. As figuras 5 e 6 ilustram dois pontos de medição, como pode ser observado abaixo.



Figura 5: Ponto 12 – Seção 1 (Av. Afonso Pena, 3800).
Fonte: Autores. (2011)

Através do levantamento dos níveis de ruído, é possível verificar a conformidade legal dos parâmetros estatísticos encontrados, acusando o grau de poluição sonora a que a população está exposta e tornando possível levantar os impactos incidentes e potenciais, caso não sejam tomadas medidas para contê-la. O presente estudo também busca dar divulgação a esse tipo de poluição ambiental ainda tão negligenciada, mas que produz danos significativos à qualidade de vida e à saúde da população.



Figura 6: Ponto 26 – Seção 2 (Rua Cobre, 200).
Fonte: Autores. (2011)



Figura 7: Registro das medições.
Fonte: Autores. (2011)

Para a elaboração do mapa da dispersão de ruídos dentro do espaço amostral do projeto, cada um dos cem pontos de medição teve os dados registrados no medidor de pressão sonora, tabulados e analisados estatisticamente segundo a planilha modelo de registro conforme pode ser observado nos anexos.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

As medições dos 100 (cem) pontos em campo foram registradas em um raio de 500 (quinhentos) metros no entorno do campus da Universidade FUMEC, durante os meses de maio a julho do ano de 2011. O ruído ambiental caracterizado em campo, dentro da área de estudo do projeto é composto pelos ruídos comunitários, caracterizado pelas emissões sonoras emitidas pelo setor comercial e residencial, movimentação de pessoas, pelo funcionamento da Universidade FUMEC e principalmente pelo ruído de tráfego, composto por fontes móveis principalmente carros, motos, ônibus de linhas intermunicipais, caminhões de transporte e utilitários.

Em toda a área de abrangência do estudo foi possível observar diversas obras em curso, sendo reflexo do crescimento da construção civil observado no Brasil nesta época. A topografia acidentada da área de estudo aumenta a percepção dos ruídos, pois este fica aprisionado, o que somado ao aumento da densidade da frota de veículos, agrava os efeitos da poluição sonora na comunidade local.

O ruído oriundo do trânsito de veículos automotores é o que mais contribui para a poluição sonora na área de estudo, percebido nos pontos de medição com maior ou menor intensidade dependendo da tipologia da fonte, aceleração do veículo e condições ambientais. Segundo Álvares e Viana (2010), este pode ser representado pelo parâmetro L10, que é representativo da tendência de valores máximos e picos de

ruído, típicos de interferências de sinais, que neste caso foram causados pela passagem de veículos e motocicletas.

Para avaliar o conjunto de dados gerados pelas medições nos 100 pontos aleatórios, dentro do espaço amostral da pesquisa, foram utilizados como parâmetros os níveis estatísticos: L10, L90, L50, LAEQ e L10-90, conforme mencionado no item 3 (três), denominado revisão bibliográfica, que devem ser levados em consideração na análise de impacto de poluição sonora na comunidade local, além do potencial sonoro e da capacidade de dispersão do ruído no meio ambiente. Segundo Álvares e Viana (2010), o parâmetro LAeq retrata as variações de energia sonora causadas pelo ambiente. Este destaca o nível acumulado de energia durante o período de medição por considerar a integração e as variações de ruído de natureza diferentes. Entretanto, para observações de curta duração o LAEQ pode não ser representativo por ser alterado por impactos, transientes ou mesmo inesperadas e imprevisíveis calmarias, dificultando a caracterização real da emissão. O LAEQ foi escolhido, pois leva em consideração o nível de ruído equivalente à energia sonora média durante as medições.

Álvares (1992) em seu estudo denominado “A poluição sonora em Belo Horizonte” encontrou no bairro Cruzeiro, onde está localizado a área de estudo um nível de som médio equivalente (LAEQ) de 73,8 dB(A). Segundo Álvares (1992), os valores infringiram a prescrição municipal 4034 de 1985 e o decreto 5893/88, além de estarem longe de cumprir as recomendações da ABNT e de proporcionar o conforto auditivo, entrando numa faixa perigosa de estresse sonoro.

Para encontrar o LAEQ médio da região de estudo, foram utilizados todos os valores de LAEQ dos 100 pontos de medição, como pode ser observado no ANEXO A, no qual foram inseridos em uma planilha específica de cálculo, que utiliza fórmulas mencionadas no item revisão bibliográfica. Desta forma, as medições realizadas no entorno da Universidade FUMEC encontraram valores próximos ao LAEQ médio da cidade de Belo Horizonte calculado por Álvares (1992), porém distante do valor médio calculado por ele especificamente no bairro Cruzeiro como pode ser observado na tabela 1 abaixo.

Tabela 1: Valores estatísticos das medições no espaço amostral da pesquisa.

Níveis estatísticos	Valor em dB(A)
Laeq	65,0
L10	69,6
L50	64,3
L90	56,4

Fonte: Autores (2011).

Segundo o quadro 2, que indica a reação estimada da população ao ruído, dentro da área pesquisada é possível esperar reclamações extensivas e até ameaças de ações judiciais, já que o IPC encontrado pela diferença entre o L10 - L90 é de 13,2 dB(A). O incômodo é proporcional ao valor calculado e aconselha-se normativamente que o IPC não seja maior que 10 dB(A) (ALVARES E VIANA, 2010).

Para elaborar o mapa de classificação de nível sonoro, foram estabelecidas quatro faixas simbolizadas por cores diferentes, em valores de LAEQ. A categoria simbolizada pela cor azul varia de 50,0 a 55,9 dB(A), a de cor verde de 56,0 a 62,9 dB(A), a de cor amarela de 63,0 a 69,9 dB(A) e a de cor vermelha de 70,0 a 75,0 dB(A). Na principal via arterial do bairro, a Av. Afonso Pena, os valores de LAEQ encontrados ultrapassaram a determinação máxima permitida pela lei municipal nº 9.505 de 23 de janeiro de 2008 para o horário avaliado, que é de 70 dB(A). Limite este também superado na Rua Cobre, em frente à Universidade FUMEC, evidenciando a grande movimentação de carros e pessoas atraídos pelos serviços disponibilizados pela instituição e também na Rua Trifana, via coletora de acesso a Av. Afonso Pena. Em contraposição ao ponto medido na Rua Cobre, foram encontrados valores bem menores de LAEQ no Parque Amílcar Viana Martin, onde há restrição na movimentação de veículos, pessoas e um pequeno fragmento de mata preservada.

A maioria das vias coletoras do bairro Cruzeiro foi classificada em amarelo, demonstrando o grande fluxo de pessoas e veículos, porém dentro do limite estabelecido pela legislação municipal. Entretanto valores estes muito além daquele determinado pela Organização Mundial de Saúde para o início do estresse auditivo, que é de 55 dB(A).

Foi possível observar a interferência significativa do tráfego de veículos, através da ocorrência de níveis alarmantes de poluição sonora em trechos próximos a grandes avenidas e ruas de circulação intensa. Um fator inesperado diz respeito aos níveis de ruído encontrados nas ruas adjacentes à universidade Fumec. Esperava-se níveis sonoros muito mais intensos do que aqueles encontrados. Discutiu-se que tal fator pode ser explicado pela sazonalidade do ruído emitido pela atividade universitária, sendo, portanto, o impacto resultante da emissão de ruídos pela FUMEC, outra frente de trabalho que pode ser estudada posteriormente.

Outro ponto interessante a ser destacado nos resultados obtidos, diz respeito, à disparidade entre os níveis de ruído medidos pelo trabalho com aqueles normatizados e permitidos pelas legislações municipal, estadual e federal. Isso ocorre devido à ausência de estudos e levantamentos de emissões de ruído pelos órgãos ambientais. Observa-se que poucos pontos medidos apresentaram valores enquadrados dentro da legislação federal, enquanto que a grande maioria deles foi enquadrada nos marcos legais estadual e municipal.

Tal situação é justificada pelo fato de que a legislação federal é baseada em estudos e publicações internacionais, visando, garantir o conforto acústico dos cidadãos, tal ponto não pode ser visto e comprovado nas legislações estadual e municipal, que demonstram apenas uma tentativa de enquadrar os níveis de ruído existentes dentro de um marco legal, sem a observância dos parâmetros e do impacto que isso possa provocar na qualidade de vida das comunidades.

Foi observado que segundo os parâmetros e níveis de ruídos apontados pelos organismos internacionais, a área em estudo não apresentou condição satisfatória em relação à qualidade de vida da população, estando os valores mensurados muito acima daqueles preconizados, figurando assim uma situação alarmante de poluição sonora, suficiente para gerar inúmeras patologias e impactos na saúde humana.

O estudo da poluição sonora no entorno da Universidade FUMEC poderá ser utilizado pela prefeitura municipal de Belo Horizonte no planejamento e fiscalização das emissões de ruídos dentro da área de estudo, para estimar o dano à saúde e bem estar da população local com relação aos seus impactos, de forma que possam ser amplamente divulgados, de forma a minimizar o seu alto grau de nocividade.

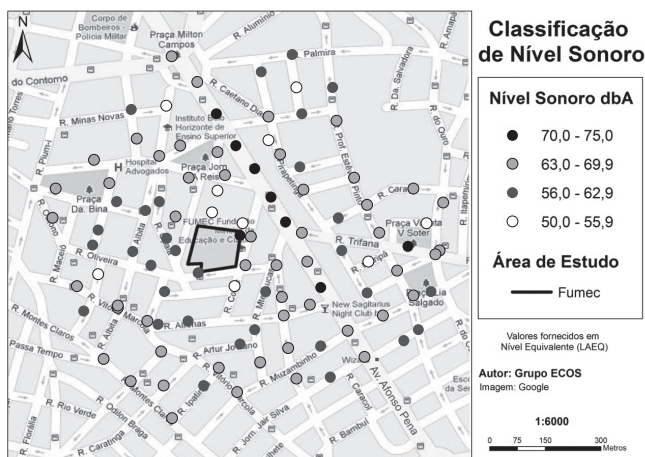


Figura 8: Mapa de classificação de nível sonoro.
Fonte: Autores (2011).

CONCLUSÃO

Foi possível observar a interferência significativa do tráfego de veículos, através da ocorrência de níveis alarmantes de poluição sonora em trechos próximos a grandes avenidas e ruas de circulação intensa. Um fator inesperado diz respeito aos níveis de ruído encontrados nas ruas adjacentes a universidade Fumec. Esperava-se níveis sonoros muito mais intensos do que aqueles encontrados. Discutiu-se que tal fator pode ser explicado pela sazonalidade do ruído emitido pela atividade universitária, sendo, portanto, o impacto resultante da emissão de ruídos pela FUMEC, outra frente de trabalho que pode ser estudada posteriormente.

Outro ponto interessante a ser destacado nos resultados obtidos, diz respeito, à disparidade entre os níveis de ruído medidos pelo trabalho com aqueles normatizados e permitidos pelas legislações municipal, estadual e federal. Isso ocorre devido à ausência de estudos e levantamentos de emissões de ruído pelos órgãos ambientais. Observa-se que poucos pontos medidos apresentaram valores enquadrados dentro da legislação federal, enquanto que a grande maioria deles foi enquadrada nos marcos legais estadual e municipal.

Tal situação é justificada pelo fato de que a legislação federal é baseada em estudos e publicações internacionais, visando, garantir o conforto acústico dos cidadãos, tal ponto não pode ser visto e comprovado nas legislações estadual e municipal, que demonstram apenas uma tentativa de enquadrar os níveis de ruído existentes dentro de um marco legal, sem a observância dos parâmetros e do impacto que isso possa provocar na qualidade de vida das comunidades.

Foi observado que segundo os parâmetros e níveis de ruídos apontados pelos organismos internacionais, a área em estudo não apresentou condição satisfatória em relação à qualidade de vida da população, estando os valores mensurados muito acima daqueles preconizados, figurando assim uma situação alarmante de poluição sonora, suficiente para gerar inúmeras patologias e impactos na saúde humana.

O estudo da poluição sonora no entorno da Universidade FUMEC poderá ser utilizado pela prefeitura municipal de Belo Horizonte no planejamento e fiscalização das emissões de ruídos dentro da área de estudo, para estimar o dano à saúde e bem estar da população local com relação aos seus impactos, de forma que possam ser amplamente divulgados, de forma a minimizar o seu alto grau de nocividade.

AGRADECIMENTOS

À professora e orientadora Leila Maria Beloni Corrêa Proti, pela colaboração, atenção e paciência em nos guiar;

Ao graduando de engenharia ambiental Pedro Henrique Lacerda pela ajuda com os mapas feitos através do sistema de geoprocessamento;

À empresa Refúgio Engenharia Ambiental pelo apoio e cessão dos equipamentos de medição;

À Protótipos, agência modelo da Universidade FUMEC/FEA, pelo desenvolvimento da logomarca do Grupo de Pesquisa ECOS;

À Faculdade de Engenharia e Arquitetura- FEA da Universidade FUMEC e à FUNADES -Fundação Nacional de Desenvolvimento do Ensino Superior Particular pelo incentivo e pelo financiamento concedido, o que tornou possível a concretização deste projeto de iniciação científica.

BIBLIOGRAFIA

ABNT NBR 10151 – *Avaliação do Ruído e Áreas Habitadas Visando o Conforto da Comunidade*, 2000.

ALVARES, P.A.S. *et al* (1988): *Diagnóstico de ruído urbano de Belo Horizonte*. SMMA, Belo Horizonte, 52.

ALVARES, P.A.S. e PIMENTEL-SOUZA, F. (1992): *A Poluição Sonora em Belo Horizonte*. Revista Brasileira de Acústica & Vibrações, 10:23-42.

ALVARES, P.A.S. e VIANA, F. C. (2010): *RELATÓRIO TÉCNICO Estudo da Emissão e Imissão de Ruídos no Entorno da Mina do Morro do Ouro - Kinross Paracatu S/A*. Belo Horizonte.

BELO HORIZONTE. Lei Municipal nº9505 de 23 de janeiro de 2008. *Dispõe sobre o controle de ruídos, sons e vibrações no Município de Belo Horizonte e dá outras providências*. Diário Oficial do Município, 24 de jan. de 2008.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução CONAMA Nº 1, de 8 de março de 1990, *“Dispõe sobre critérios de padrões de emissão de ruídos decorrentes de quaisquer atividades industriais, comerciais, sociais ou recreativas, inclusive as de propaganda política”*. Publicada no DOU Nº 63, de 2 de abril de 1990, Seção 1, páginas 6480.

INTERNATIONAL ORGANIZATION STANDARDIZATION, Norma R-1996 – *Assesment of Noise With Respect To Community Response*, 2007.

Procedimento Específico para Avaliação Acústica – Empresa Refúgio Engenharia Ambiental. Belo Horizonte, 2011.

MINAS GERAIS. Lei Estadual nº10100, de 17 de janeiro de 1990. Dispõe sobre a proteção contra a poluição sonora no Estado de Minas Gerais. *Diário Oficial do Estado “Minas Gerais”*, 18 de jan. de 1990.

PIMENTEL-SOUZA, F. (1992). *Efeitos da Poluição Sonora no Sono e na Saúde em Geral* – Ênfase Urbana. *Revista Brasileira de Acústica & Vibrações*, 10:12-22.

SILVA, P. *Acústica arquitetônica e condicionamento de ar*. 5ª edição. Belo Horizonte: EDTAL E.T.Ltda, 2005.