

## **RUÍDO AMBIENTAL EM AMBIENTES DE APRENDIZAGEM.**

**Wislanildo O. Franco<sup>1</sup>, Maria Lúcia Grillo Perez Baptista<sup>2</sup>, Luiz Roberto P. L. Baptista<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Universidade do Estado do Rio de Janeiro - UERJ  
([wofranco@uerj.br](mailto:wofranco@uerj.br))

<sup>2</sup>Universidade do Estado do Rio de Janeiro - UERJ  
([mluciag@uerj.br](mailto:mluciag@uerj.br))

<sup>3</sup>Universidade do Estado do Rio de Janeiro - UERJ  
([maestroluizroberto@ig.com.br](mailto:maestroluizroberto@ig.com.br))

### **Resumo**

A análise das medidas de nível de pressão sonora (NPS) em Colégios e Escolas de ensino médio na cidade do Rio de Janeiro indicam que os níveis de ruído pesquisados são superiores àqueles preconizados pela norma brasileira NBR10152. Há boa relação sinal-ruído, favorecendo a inteligibilidade da fala e as relações ensino-aprendizagem, mas talvez devido a elevação do nível de voz do Professor, o que prejudica a sua saúde vocal e física, além de submeter os discentes a níveis de ruídos prejudiciais à sua saúde auditiva. As medidas de tempo de reverberação (TR) foram realizadas seguindo os parâmetros da norma NBR12179(1992). Através da fórmula de Sabine, determinou-se valores de TR entre 0,4 s e 0,9 s.

Há necessidade de atenção e pesquisa na questão ambiental sonora em ambientes de aprendizagem, criando-se programas de controle de ruído para conscientização da comunidade escolar e da população.

**Palavras-chave: acústica ambiental, ruído e vibração.**

### **Abstract**

The analysis measures the sound pressure level (SPL) in Colleges and High Schools in the city of Rio de Janeiro indicate that noise levels are greater than those surveyed recommended by the Brazilian standard NBR10152. There is good signal to noise ratio, favoring the intelligibility of speech and the teaching-learning relationship, but perhaps due to elevation of the voice of Professor, which impairs their vocal health and physical, as well as the students refer to levels of noise harmful to your hearing health. Measurements of reverberation time was performed following the standard parameters NBR12179 (1992). Through the formula Sabine was determined values from 0.4 to 0.9 s. There is need of attention and research on environmental noise in learning environments, creating noise control programs for school and community awareness of the population.

**Keywords: environmental acoustics, noise and vibration.**

**PACS no. 43.50.+y, 43.90.+v**

## 1 Introdução

O desenvolvimento tecnológico da Sociedade humana, tem levantado questões que devem ser tratadas a nível de sustentabilidade e gestão ambiental no que diz respeito aos altos índices de ruído aos quais o cidadão está sujeitado no seu ambiente de trabalho, no seu ambiente de estudo e pesquisa, na sua residência, na sua rua e no seu ambiente de lazer.

Um Projeto em Física Acústica Ambiental se torna relevante à medida que a conscientização de crianças e jovens nas escolas sobre o barulho excessivo, é uma necessidade cujo atendimento não pode mais ser postergado. A Resolução nº 2 do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA), órgão brasileiro regulador de questões ambientais, sugere introduzir o tema “poluição sonora” nos cursos secundários da rede de ensino do Brasil.

Este Projeto de Pesquisa objetiva investigar, analisar e caracterizar as influências e os efeitos do ruído ambiental particularmente em ambientes de aprendizagem, e no comportamental dos indivíduos, propondo soluções compatíveis com uma gestão ambiental que objetive a melhoria da qualidade de ensino-aprendizagem em ambientes de aprendizagem, ao mesmo tempo que leve em consideração a saúde e bem-estar dos profissionais de ensino e discentes.

Resultados experimentais anteriores [1] mostraram que as medidas de NPS em vários ambientes de aprendizagem pesquisados, são superiores àquelas preconizadas pela NBR10152, norma brasileira reguladora dos níveis de pressão sonora em vários ambientes públicos e fechados. O próprio ruído ambiental, verificado em salas de aula sem atividades, e estimado das condições ambientais, é superior ao limite de tolerância. Inferindo-se daí a sujeição diária dos profissionais da Educação e discentes a altos níveis de ruído ambiental, ainda que por um tempo limitado

Entretanto, as medidas do parâmetro de inteligibilidade da fala mostraram que alguns ambientes de aprendizagem são inadequados para o favorecimento da aprendizagem discente em função da baixa relação sinal-ruído. Em outras salas de aula, embora haja uma boa qualificação acústica do ambiente e da inteligibilidade da fala docente, concluiu-se que provavelmente isto se deve à exposição de discentes a níveis elevados de ruído e, ao prejuízo do aparelho fonador do profissional docente ao elevar o seu nível de voz para se fazer compreendido.

## 2 Discussão e Resultados.

### 2.1 Ambientes Acústicos

O ruído ambiental além de ser um fator nocivo à saúde, interfere nas relações e atividades de ensino-aprendizagem. Há pesquisas realizadas sobre os efeitos da poluição sonora em profissionais e discentes nos seus ambientes de aprendizagem [2].

Um ambiente acústico ideal que minimize a interferência do ruído, prejudicial às relações e atividades de aprendizagem em uma sala de aula, deverá obedecer as seguintes diretivas : mínimo ruído interno; reverberação atenuada; relação sinal/ruído, ou voz/ruído otimizada; ruído de fundo atenuado.

Podemos classificar as fontes de ruído em três tipos:

- fontes externas: os ruídos externos à escola, normalmente gerados pelo trânsito; tráfego aéreo; ruídos de estabelecimentos próximos como bares, clubes; construções civis, etc.
- fontes locais: cantina; pátio; salão de jogos; quadra de esportes; sala de música; as outras salas de aula etc...
- fontes internas ao ambiente: são os ruídos produzidos dentro da sala de aula, como conversas em paralelo, movimentação e atividades dos alunos; portas e janelas abertas para o exterior; barulho de ventiladores, ar condicionado; reatores de lâmpadas fluorescentes; computadores e impressoras.

A reverberação pode ser compreendida como a superposição das ondas sonoras emitidas em um determinado instante, com as ondas sonoras refletidas nas paredes do ambiente emitidas anteriormente. Os principais fatores responsáveis pela reverberação são : o índice de reflexão nas superfícies das paredes que compõe a constituição física do ambiente e o volume físico do ambiente.

A relação sinal/ruído, S/R, é definida com a razão entre a intensidade sonora da voz, emitida pelo Professor em ambiente de aprendizagem e o ruído existente naquele ambiente. Quanto maior a relação S/R, melhor a inteligibilidade da fala, portanto melhor o nível de aprendizagem no ambiente.

O ruído de fundo é todo ruído existente no ambiente que não esteja associado com o objetivo de medição. Num ambiente de aprendizagem é todo ruído além da fala do Professor.

## 2.2 Inteligibilidade da fala

A inteligibilidade da voz pode ser definida como a porcentagem de fonemas entendidos. Os fonemas são os vocábulos que constituem as palavras [3]. A inteligibilidade da fala está correlacionada com a distância da fonte de som (emissor), com a reverberação e com o ruído de fundo do ambiente de aprendizagem. A Tabela abaixo apresenta os valores de inteligibilidade e qualidade acústica.

TABELA 1 – Inteligibilidade da fala e Qualidade acústica.

<i>Valores da Inteligibilidade</i>	<i>Qualidade acústica</i>
$I \geq 90 \%$	Ótima
$85 \% \leq I < 90 \%$	Muito boa
$80 \% \leq I < 85 \%$	Boa
$75 \% \leq I < 80 \%$	Satisfatória
$70 \% \leq I < 75 \%$	Regular
$60 \% \leq I < 70 \%$	Má
$I < 60 \%$	Inaceitável

## 2.3 Resultados Experimentais

Novos resultados experimentais foram obtidos em outras Escolas, com características ambientais mais amenas, mais afastadas de centros urbanos com altos índices de poluição sonora, afim de analisar as possíveis influências dos níveis de pressão sonora ambiental sobre as relações ensino-aprendizagem, condições de saúde e bem-estar de docentes e discentes.

Os resultados obtidos são descritos e analisados nas tabelas e gráficos abaixo, para três Escolas de ensino médio e fundamental na cidade do Rio de Janeiro.

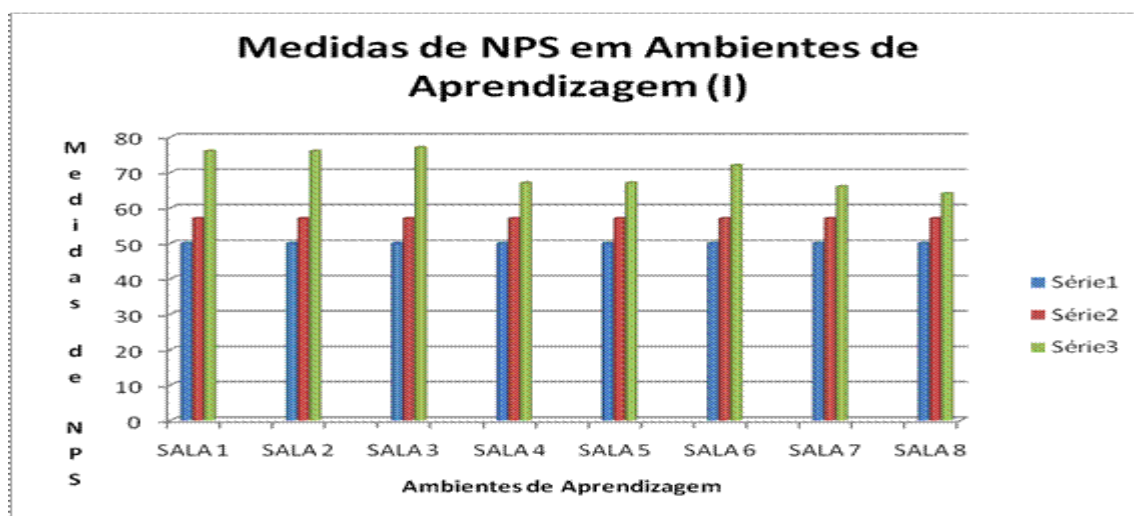


Figura 1 – Medidas de NPS Ambiente de Aprendizagem (I)

TABELA 2 - NPS/S-R/IDS/QA(I)

	<b>NPS(dBA)</b>	<b>S/R(dBA)</b>	<b>IDF</b>	<b>QA</b>
<b>SALA 1</b>	<b>76</b>	<b>19</b>	<b>90%</b>	<b>ÓTIMA</b>
<b>SALA 2</b>	<b>76</b>	<b>19</b>	<b>90%</b>	<b>ÓTIMA</b>
<b>SALA 3</b>	<b>77</b>	<b>20</b>	<b>90%</b>	<b>ÓTIMA</b>
<b>SALA 4</b>	<b>67</b>	<b>9</b>	<b>70%-75%</b>	<b>REGULAR</b>
<b>SALA 5</b>	<b>67</b>	<b>9</b>	<b>70%-75%</b>	<b>REGULAR</b>
<b>SALA 6</b>	<b>72</b>	<b>15</b>	<b>85%-90%</b>	<b>MUITO BOA</b>
<b>SALA 7</b>	<b>66</b>	<b>8</b>	<b>70%-75%</b>	<b>REGULAR</b>
<b>SALA 8</b>	<b>64</b>	<b>6</b>	<b>60%-70%</b>	<b>MÁ</b>

Verifica-se dos resultados medidos e analisados, que todos os NPS estão acima do previsto pela NBR10152 para ambientes de aprendizagem. A medida da relação sinal-ruído indica que o parâmetro de inteligibilidade da fala favorece uma boa relação ensino-aprendizagem, visto que a qualidade acústica ambiental é superior a regular.

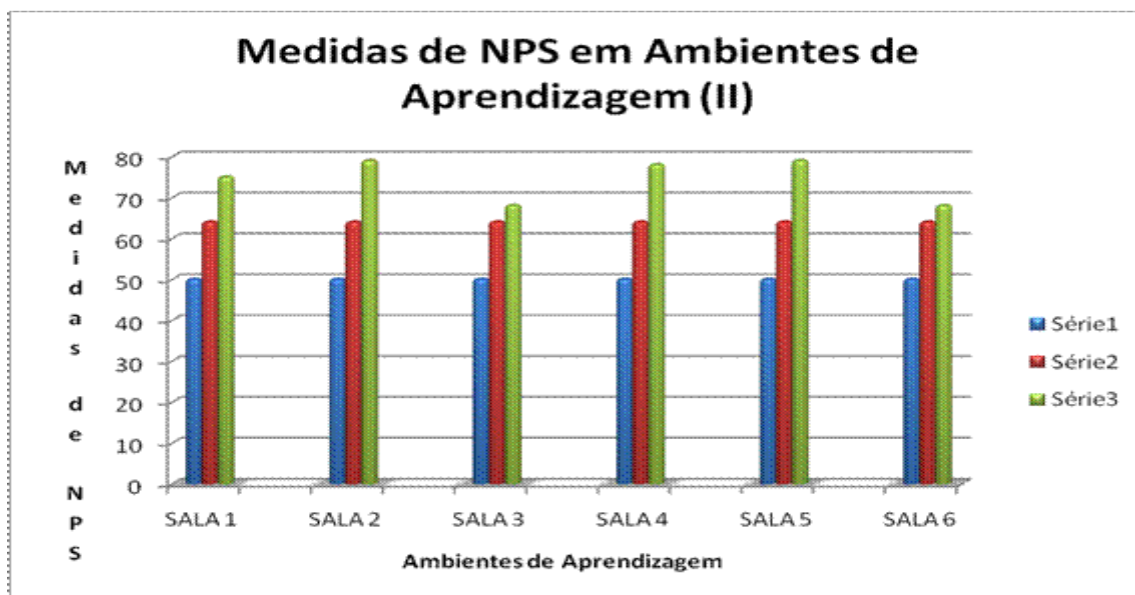


Figura 2 – Medidas de NPS Ambiente de Aprendizagem (II)

TABELA 3 - NPS/S-R/IDS/QA(II)

	NPS(dBA)	S/R(dBA)	IDF	QA
<b>SALA 1</b>	<b>75</b>	<b>11</b>	<b>75%-80%</b>	<b>SATISFATÓRIO</b>
<b>SALA 2</b>	<b>79</b>	<b>15</b>	<b>85%-90%</b>	<b>MUITO BOA</b>
<b>SALA 3</b>	<b>68</b>	<b>2</b>	<b>&lt; 60%</b>	<b>INACEITÁVEL</b>
<b>SALA 4</b>	<b>78</b>	<b>14</b>	<b>85%-90%</b>	<b>MUITO BOA</b>
<b>SALA 5</b>	<b>79</b>	<b>15</b>	<b>85%-90%</b>	<b>MUITO BOA</b>
<b>SALA 6</b>	<b>68</b>	<b>2</b>	<b>&lt; 60%</b>	<b>INACEITÁVEL</b>

\*[6]PIRES, R. R., comunicação pessoal.

Os dados experimentais acima apontam para o fato que os NPS são superiores àqueles preconizados pelas normas brasileiras para ambientes de aprendizagem confortáveis, cujo limite é 50 dB(A). O parâmetro de inteligibilidade da fala indica que alguns ambientes são inadequados acusticamente, desfavorecendo completamente as relações ensino-aprendizagem, prejudicando o aprendizado discente.

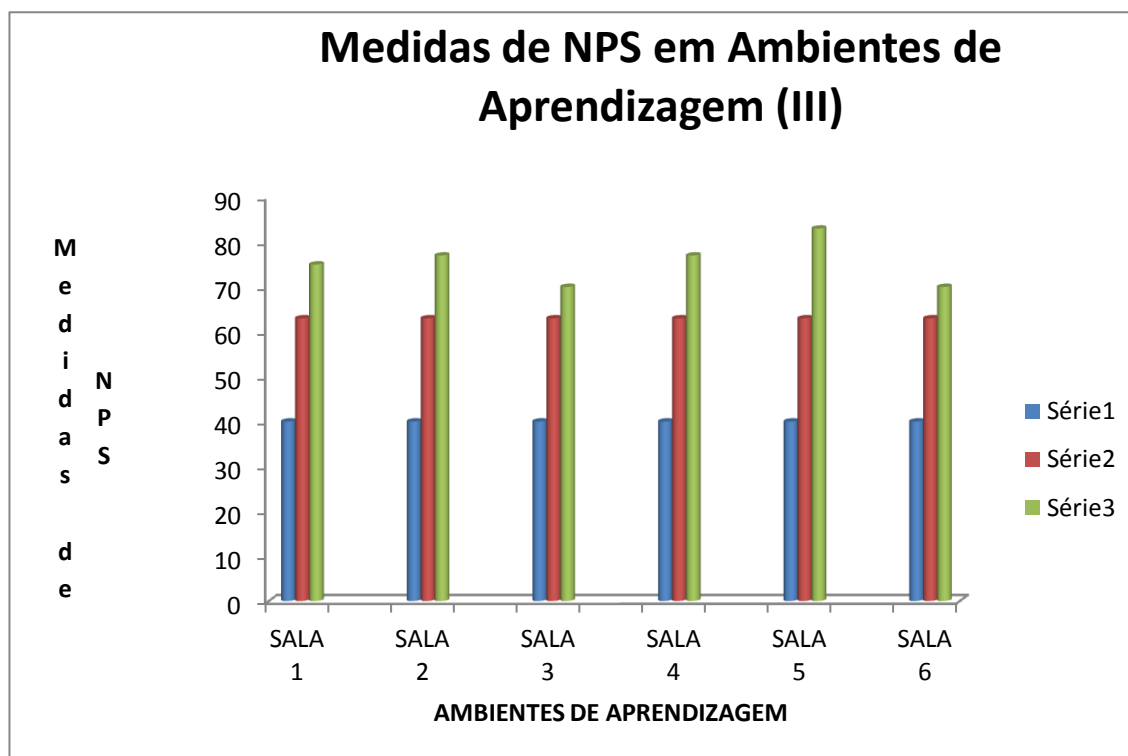


Figura 3 – Medidas de NPS Ambiente de Aprendizagem (III)

TABELA 4 - NPS/S-R/IDS/QA(III)

	<b>NPS(dBA)</b>	<b>S/R(dBA)</b>	<b>IDF</b>	<b>QA</b>
<b>SALA 1</b>	<b>75</b>	<b>12</b>	<b>80%</b>	<b>SATISFATÓRIO</b>
<b>SALA 2</b>	<b>77</b>	<b>14</b>	<b>86%</b>	<b>MUITO BOA</b>
<b>SALA 3</b>	<b>70</b>	<b>7</b>	<b>65%</b>	<b>MÁ</b>
<b>SALA 4</b>	<b>77</b>	<b>14</b>	<b>86%</b>	<b>MUITO BOA</b>
<b>SALA 5</b>	<b>83</b>	<b>20</b>	<b>96%</b>	<b>MUITO BOA</b>
<b>SALA 6</b>	<b>70</b>	<b>7</b>	<b>65%</b>	<b>MÁ</b>

\* [7]SANTOS, L. F. F., comunicação pessoal.

Outra vez os resultados experimentais medidos e analisados, mostram todos os NPS estão acima do previsto pela NBR10152 para ambientes de aprendizagem. A medida da relação sinal-ruído indica que o parâmetro de inteligibilidade da fala pode favorecer uma boa relação ensino-aprendizagem, visto que a qualidade acústica do ambiente de aprendizagem é superior ao regular.

Observou-se que a Escola onde foram obtidos os dados experimentais, é quase que totalmente isolada de ambientes com altos índices de poluição sonora, o que pode ser indicativo que apenas o próprio ambiente escolar seja a fonte de ruído indesejável e prejudicial a saúde de docentes e discentes que participam da vida e atividades escolares.

Considerando-se as dimensões físicas das salas de aula desta Escola e os materiais constituintes das paredes, pisos e tetos, mediu-se através da fórmula de Sabine [4], os respectivos tempos de reverberação dos ambientes de aprendizagem. Levou-se em consideração o número de ocupação de discentes em cada sala de aula e a parametrização dos coeficientes de absorção sonora preconizados pela NBR12179(1992) para os diversos materiais em cada ambiente de aprendizagem.

**TABELA 5 – Tempo de Reverberação.**

	Tempo (s)
Sala 1	0,6
Sala 2	0,9
Sala 3	0,8
Sala 4	0,6
Sala 5	0,4
Sala 6	0,5

Os efeitos combinados de ruído excessivo no ambiente e reverberação em salas de aula interferem no reconhecimento da fala e tendem a degradar o processo de ensino-aprendizagem. Não existe no Brasil valor recomendado para TR de salas de aula, mas levantaram os valores de TR recomendados em diferentes países, considerando as salas mobiliadas [5]

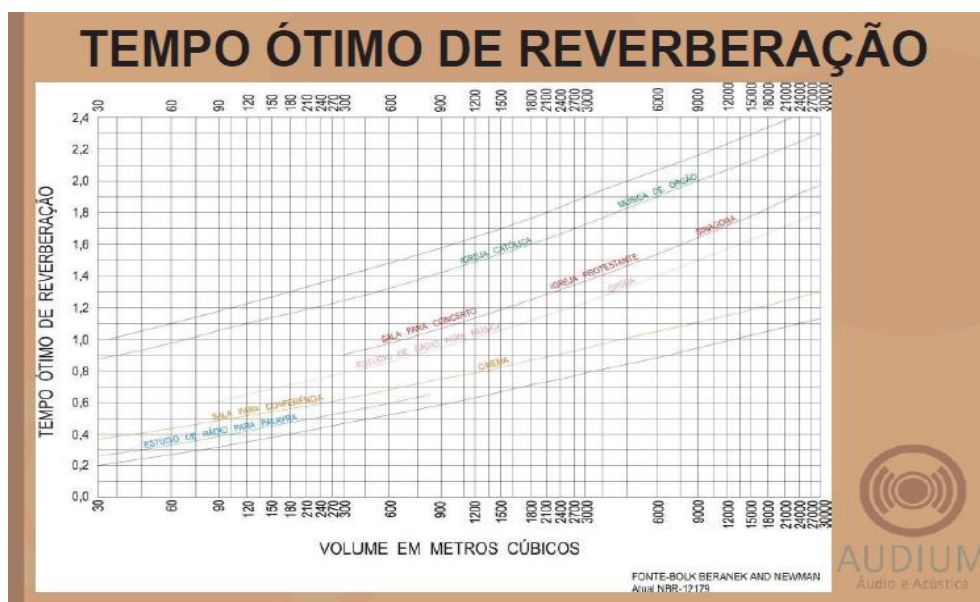


Figura 4 – Tempo de Reverberação – NBR12192(1992)

### 3 Conclusões

Mesmo considerando dados experimentais de NPS obtidos em Escolas onde a influência da poluição sonora é menor, verifica-se da análise dos resultados que docentes e discentes em ambientes de aprendizagem estão sujeitos a níveis consideráveis de ruído ambiental, o que implica em não favorecimento das relações de ensino-aprendizagem, e sujeição das pessoas a prejuízos da saúde e bem-estar. Embora as medidas de inteligibilidade da fala e acústica ambiental, em alguns casos seja aceitável, isto se efetiva em função do prejuízo do aparelho fonador do docente, aumentando o seu volume de voz para se fazer compreendido e prejudicando a sua saúde.

Uma análise pertinente diz respeito à terceira Escola, que por estar afastada de fontes de ruídos externos, como trânsito e ruído urbano, ainda se verifica níveis altos de ruído que seriam produzidos internamente ao ambiente escolar, provavelmente devido à agitação dos escolares em suas atividades fins, no horário escolar.

Ressalta-se a medida do tempo de reverberação, considerando-se o próprio ambiente das salas de aula pesquisadas, visto que o resultado é compatível com aquele previsto pela norma NBR12192(1999), não tendo sido, neste caso, realizada nenhuma comparação com os tempos de reverberação realizados em outros lugares e países.

É importante enfatizar que uma gestão ambiental que proponha uma melhor adequação dos ambientes de aprendizagem usando materiais mais adequados à absorção de ondas sonoras, deveria ser realizada junto ao pessoal competente, para que uma melhoria na qualidade de ensino-aprendizagem em ambientes de salas de aula seja efetivada, bem como uma melhoria na qualidade de vida de docentes, discentes e pessoal de apoio nas Escolas.

#### Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro da Universidade do Estado do Rio de Janeiro – UERJ, e a todas as pessoas, professores, alunos e pessoal de apoio, que colaboraram na realização da pesquisa nas Escolas onde a mesma foi realizada.

#### Referências

- [1] Franco, W. O.; Poluição Sonora em Ambientes de Aprendizagem *II Encontro Nacional de Ensino de Ciências e do Ambiente*, ISSN 2179-3417, 2010, 448-459.
- [2] Coube, C. Z. V.; Bevilacqua, M. C.; Fernandes, J. C.; Ruído na Escola, HRAC-USP, 1999(vol 4).
- [3] Fernandes, J. C.; Inteligibilidade Acústica da Linguagem, *XXI Encontro SOBRAC*, Belo Horizonte, MG, BR, 2000, 54 páginas.
- [4] Fórmula de Sabine in <http://www.tutorvista.com/content/physics/physics-iii/waves/sabines-formula.php>
- [5] Ferreira, A. M. C.; Avaliação de Conforto Acústico em Sala de Aula : Estudo de Caso na Universidade Federal do Paraná, 2006 in [http://dspace.c3sl.ufpr.br:8080/dspace/bitstream/handle/1884/4661/Disserta%C3%A7%C3%A3o\\_%20Andressa.pdf?sequence=1](http://dspace.c3sl.ufpr.br:8080/dspace/bitstream/handle/1884/4661/Disserta%C3%A7%C3%A3o_%20Andressa.pdf?sequence=1).
- [6] Pires, R. R.; Os ruídos do ambiente interno e externo e as influências no cotidiano escolar : Um estudo de caso; Monografia de Pós-Graduação em Biologia.



- [7] SANTOS, L. F. F. “Problemas na Aprendizagem de Escolares Devido a Ruídos no Ambiente de Estudo; Monografia de graduação em Física.