

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FORMAÇÃO CIENTÍFICA,  
EDUCACIONAL E TECNOLÓGICA  
MESTRADO EM ENSINO DE CIÊNCIAS**

**DOUGLAS DA COSTA STINGLIN**

**RELAÇÕES ENTRE A PERCEPÇÃO MUSICAL E O ENSINO DAS  
CARACTERÍSTICAS DAS ONDAS SONORAS**

**PRODUTO EDUCACIONAL  
MARIO SERGIO TEIXEIRA DE FREITAS  
PROFESSOR ORIENTADOR**

**CURITIBA**

**2017**

---

## TERMO DE LICENCIAMENTO

Esta Dissertação e o seu respectivo Produto Educacional estão licenciados sob uma Licença Creative Commons *atribuição uso não-comercial/compartilhamento sob a mesma licença 4.0 Brasil*. Para ver uma cópia desta licença, visite o endereço <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/> ou envie uma carta para Creative Commons, 171 Second Street, Suite 300, San Francisco, California 94105, USA.



---

### Dados Internacionais de Catalogação na Publicação

S859r Stinglin, Douglas da Costa  
Relações entre a percepção musical e o ensino das  
características das ondas sonoras : produto educacional /  
Douglas da Costa Stinglin, Mário Sérgio Teixeira de Freitas  
-- 2017.  
27 f. : il. ; 30 cm.

Bibliografia: f. 17-18.

1. Acústica - Estudo e ensino (Ensino médio). 2. Ondas sonoras. 3. Poluição sonora. 4. Percepção musical. 5. Percepção auditiva. 6. Prática de ensino. 7. Física - Estudo e ensino. 8. Ciência - Estudo e Ensino. I. Freitas, Mário Sérgio Teixeira de. II. Título.

CDD: Ed. 22 -- 507.2

## **SUMÁRIO**

1. INTRODUÇÃO.....	4
2. SEQUÊNCIA DIDÁTICA.....	5
2.1. PRIMEIRA AULA.....	5
2.2. SEGUNDA AULA.....	7
2.3. TERCEIRA AULA.....	20
2.4. QUARTA AULA.....	14
2.5. QUINTA AULA.....	17
3. CONCLUSÃO.....	17
4. REFERÊNCIAS.....	18
5. ANEXOS.....	20

## 1. INTRODUÇÃO

Já faz algum tempo que o Ensino de Física vem sendo estudado nas universidades brasileiras e estrangeiras, sendo destinados a esta área diversos periódicos e eventos regulares. Tendo isso em vista, a partir de uma pesquisa bibliográfica presente na dissertação vinculada a este produto, verifica-se que são poucas as publicações focadas na Acústica.

Esta sequência visa utilizar a música, a poluição sonora e a fisiologia da audição para relacionar os conhecimentos dos alunos com a aprendizagem de Acústica. Mesmo encontrando referências a estes recursos em alguns trabalhos já publicados, em sua grande maioria são utilizados mais como motivação para os alunos do que como contextualização, um aspecto importante de acordo com os documentos oficiais como os PCN (2002). Verifica-se também que as sequências desenvolvidas não costumam levar em consideração as notas obtidas pelos alunos, atendo-se à aprendizagem, o que é o objetivo das aulas.

É importante que o professor estude as teorias de aprendizagem, podendo ter melhor embasamento para montar uma sequência, ou até para melhor entender aquelas disponibilizadas por outros colegas. Isso fará com que o professor aperfeiçoe seus conhecimentos e possa aprimorar a sua formação. Outro fator é o exercício da utilização das sequências disponibilizadas em escolas de realidades diferentes: nem sempre se tem os equipamentos necessários, ou os alunos podem ter interesses diferentes, e é neste momento que se torna importante uma investigação inicial, como ocorre na sequência utilizada neste trabalho.

A pesquisa e a sequência didática aqui apresentada estão baseadas na teoria da aprendizagem significativa (Ausubel et al., 1980), dando suporte a uma metodologia de ensino de Física tendo como tema a Acústica. Um dos pontos importantes nesta teoria é que para ocorrer um indício de aprendizagem significativa, o aluno deve ter uma predisposição para aprender o conceito proposto, e que os conceitos abordados, por exemplo, as relações entre a percepção auditiva e as propriedades físicas das ondas sonoras, constituam-se num material potencialmente significativo, sendo ligados à estrutura cognitiva do aluno de forma não arbitrária e substantiva.

Desta forma, o presente produto educacional procura propiciar a aprendizagem significativa de alguns conceitos básicos da Acústica, como intensidade, frequência e propagação da onda, consistindo num auxílio para a formação de professores de Física, estando à disposição de qualquer interessado, sendo voltado para o professor, que poderá adaptar a seu critério a sequência aqui proposta, da maneira que for necessária para a realidade da escola onde está sendo aplicada.

## **2. SEQUÊNCIA DIDÁTICA**

Esta sequência tem por objetivo auxiliar na aprendizagem significativa de Acústica, integrando os conceitos físicos com conteúdos musicais, de saúde auditiva, e também ambientais.

A sequência didática modelo contém 5 aulas que são planejadas para aproximadamente 45 minutos cada. Foi produzida a partir da teoria de Ausubel (1980) e dos conceitos de Acústica, poluição sonora, música e fisiologia da audição.

### **2.1. PRIMEIRA AULA**

O primeiro passo a ser tomado é de verificar a situação cognitiva do aluno, num levantamento do estado preliminar de seu sistema cognitivo. Para isso é utilizado um questionário proposto, elaborado pelo autor, envolvendo temas-chave para a aprendizagem de Acústica, de acordo com o objetivo desta sequência.

Os temas transversais são a cultura musical, a estrutura e funcionamento do ouvido humano, e problemas ambientais ligados ao som, sempre articulados com os conceitos científicos da Acústica. Estes quatro focos serviram para elaborar o questionário, com perguntas contemplando dois a dois estes temas, para que ao final da sequência o aluno tenha maior capacidade de fazer as ligações.

Tais relações foram estabelecidas a partir do conhecimento do autor deste trabalho sobre seus alunos. No caso, são de uma escola particular que inclui pessoas de classe média e alta. Porém, são situações do cotidiano que podem se estender a outros contextos sociais, tendo em vista a popularização do hábito de escutar música, e mesmo de alunos nesta faixa etária aprenderem a tocar algum tipo de instrumento musical. É possível que o professor que utilize esta sequência faça as devidas alterações e adaptações, como por exemplo, se prática em algum instrumento, usá-lo juntamente com os de seus alunos. A aplicação do questionário tem duração sugerida de 45 minutos, pois são respostas abertas e podem demorar um certo tempo para serem respondidas.

### 2.1.1. QUESTIONÁRIO

A estrutura do questionário aplicado na primeira aula foi pensada com vista a obter informações sobre a condição cognitiva dos alunos, para que se possa observar as ligações que estabelecem entre os temas sugeridos. Ao final de toda a sequência didática, será importante sua aplicação por uma segunda vez, em busca de indícios da aprendizagem significativa dos conteúdos de Acústica.

O critério seguido na formulação de cada uma das perguntas do questionário baseou-se no método de *tabela da invenção* (Kemmis e McTaggart, 1988). No caso deste trabalho, a tabela de invenção tem quatro linhas e quatro colunas, trazendo os temas principais: Acústica, música, ouvido humano e meio ambiente. Cada célula da tabela representa o cruzamento de um par de temas, e deve ser preenchida com uma única pergunta que os relacione (a diagonal é preenchida com perguntas sobre os temas isolados). Os passos detalhados para a elaboração estão descritos na dissertação ligada a esse produto, para que o professor possa, dependendo do contexto das suas turmas, possa respeitar o mesmo critério para formular perguntas mais apropriadas à realidade observada.

A análise desta aplicação do questionário deve ser feita o mais cedo possível, para condicionar as etapas aulas seguintes da sequência desenvolvida. Como se trata de uma pesquisa qualitativa, existe bastante

flexibilidade para possíveis adaptações, como usar estas perguntas para conduzir uma discussão em grupo nesta aula, obtendo talvez uma visão mais geral da situação da turma. tais adaptações devem levar em consideração se a turma é composta de alunos assíduos e com perfil mais participativo.

No caso da aplicação testada neste trabalho, os alunos envolvidos já tinham tido contato com alguns conhecimentos básicos sobre oscilações e ondas em geral, porém sem um aprofundamento na parte de ondas sonoras e Acústica.

Na aula da aplicação deste questionário, o aluno deve ser deixado à vontade, e ao mesmo tempo, em condições mínimas de responder às perguntas. Podem portanto ser comentadas algumas informações básicas, utilizando de um ou outro exemplo como referência para as possíveis respostas, mas cuidando para não influenciar o aluno ou acabar por fornecer alguma resposta de forma direta.

O questionário se encontra no Anexo 1 deste produto, o qual também apresenta, para uso restrito do professor, quais seriam as respostas corretas do ponto de vista científico.

## **2.2. SEGUNDA AULA**

Com o questionário já aplicado, o professor já deverá apresentar, nesta aula, uma primeira explicação sobre algumas características do ouvido humano e seu funcionamento. Em seguida, propõe como exercício que os alunos tentem, individualmente mas com consulta livre, montar um esquema que represente as partes do ouvido com as relações entre elas, ainda que seja bastante resumido, em forma de esboço ou de diagrama. Por exemplo, pode mostrar a separação entre as três seções do ouvido, ou indicar a direção de propagação da vibração, a presença dos ossículos, etc. Como guia para o professor, a Figura 1 mostra a estrutura do ouvido conforme consta nos atlas de anatomia. Nas Figuras 2 e 3, está exemplificado como pode ser a forma deste esquema produzido pelos alunos.



Figura 1: Principais componentes do sistema auditivo do ser humano. Este material pode servir como guia para o professor organizar a segunda aula da sequência didática aqui proposta

Fonte: Brasil escola, disponível em [http://brasilecola.uol.com.br/upload/e/ouvido\(1\).jpg](http://brasilecola.uol.com.br/upload/e/ouvido(1).jpg).

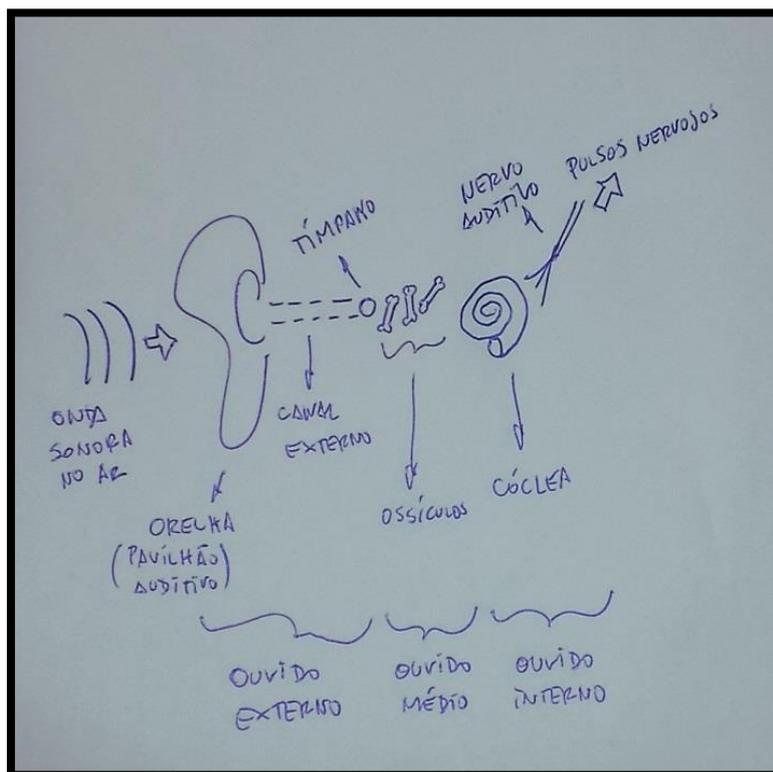


Figura 2: Possível resposta de um aluno, em forma de esboço, para o exercício solicitado em aula pelo professor, baseado na descrição do sistema auditivo humano (cabe aqui agradecer ao colaborador convidado que aceitou fazer o esboço proposto – a seu pedido, não mencionamos a autoria).

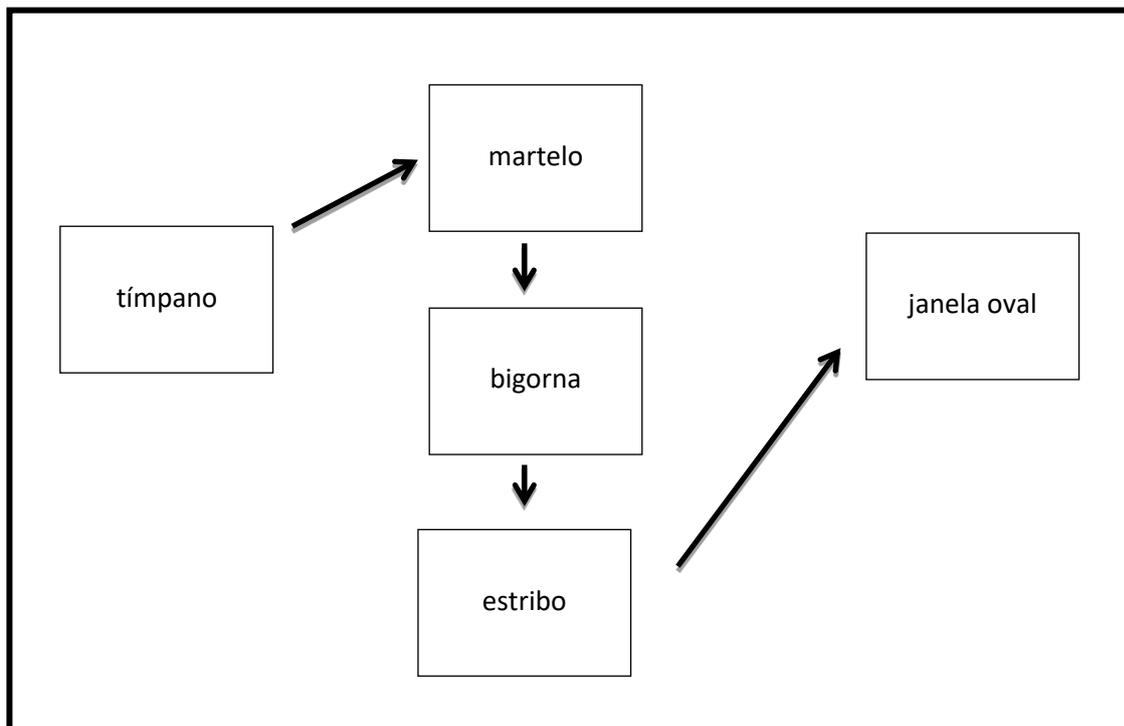


Figura 3 - Possível resposta de um aluno, em forma de diagrama, para o exercício solicitado em aula pelo professor, baseado na descrição do sistema auditivo humano (fonte: o autor).

Enquanto os alunos montam seus esquemas, o professor deve estar por perto para dar suporte na montagem, sanando quaisquer dúvidas que aparecerem.

O material a ser utilizado pelo professor, com informações visuais mais detalhadas e com maior rigor científico, pode ser usado o material do Anexo 2 deste produto, uma apresentação de slides que inclui vários esquemas para ilustrar a estrutura do ouvido interno, e como as ondas sonoras se propagam ao longo das suas partes constituintes.

Naturalmente, cabe ao professor observar o perfil da turma e adaptar estes passos, conforme o caso, por exemplo, para cursos técnicos interdisciplinares focados na área de saúde, em que os alunos podem já ter estudado a audição humana, ou inclusive para o caso de se deparar com aulas geminadas, e neste caso é recomendada a leitura da dissertação associada a este produto, para que se possa desenvolver atividades caracterizadas como organizadores prévios (Ausubel et al., 1980). Nesta dissertação também estão disponíveis as bases conceituais sobre o ouvido humano, para que o professor adquira o

conhecimento necessário para desenvolver as atividades. Em caso de interesse, também é indicada uma bibliografia de referência para uma descrição mais avançada

A duração desta aula está programada para 45 minutos, e deve conter uma contextualização intensiva da Acústica considerando as partes do ouvido. Por exemplo, as dobras da cartilagem da orelha (pavilhão auditivo) possibilitam reflexões da onda que vem do ar externo, gerando um complexo de ecos sucessivos que facilitam na identificação da direção da fonte sonora. Quanto à membrana timpânica, sua fragilidade está diretamente associada ao fato de ser sensível mesmo a vibrações de intensidade muito baixa. E por outro lado, a onda longitudinal que caracteriza a propagação do som consiste em vibrações mecânicas possíveis de ocorrer tanto nos fluidos compressíveis (o ar no canal auditivo externo), nos fluidos compressíveis (o líquido coclear), e nos sólidos (os ossículos), e assim por diante.

### **2.3. TERCEIRA AULA**

Para as atividades desta etapa, pede-se aos próprios alunos que tiverem instrumentos musicais portáteis para que os tragam à sala de aula. O professor organizará o espaço da melhor maneira possível para que todos os alunos consigam ver os instrumentos, a ordem em que serão tocados, etc. Pode, por exemplo, dispor as carteiras em círculos, mantendo no centro aqueles que trouxeram os instrumentos e vão demonstrar o seu uso.

Cada aluno pode dar então uma breve amostra do uso do instrumento, com a liberdade de tocar um trecho de música, ou mesmo notas isoladas, gerando discussões sobre as características musicais do som escutado (afinação, volume), e também sobre a forma de produção pela fonte (instrumento de corda, sopro, percussão, ou mesmo eletrônico: o que é um altofalante?) Algumas perguntas do questionário podem ser retomadas, fomentando um clima investigativo que traga respostas mais completas, e mesmo novos questionamentos. Por exemplo, como pode a audição não ser totalmente bloqueada quando se tapa os dois ouvidos com os dedos? Quando soa uma nota, em todas as partes do ouvido a onda se propaga com a mesma

frequência, ou com a mesma velocidade? E quando alguém escuta a fonte a uma distância maior, percebe diferenças apenas no volume, ou também na afinação das notas? Inclusive, pode ser discutido em grupo quais os limites para ser conduzida em aula uma atividade como esta, de modo a não perturbar as salas vizinhas.

Sempre que possível, tais relações entre música, poluição sonora, ouvido humano e Acústica devem ser lembradas, de modo a consolidar os conceitos já existentes na estrutura cognitiva do aluno, que servem como âncora para receber os novos conhecimentos, remetendo aos subsunçores apresentados por Ausubel (1980). É nesse sentido que deve já ter sido feita a leitura dos questionários aplicados, para que o professor esteja preparado para aspectos da realidade dos alunos, e possa buscar melhores maneiras de relacionar os conceitos. Outro recurso possível de se utilizar em aula é um medidor de intensidade do som (decibelímetro), quando disponível. Também se pode trazer os dados de uma tabela com os limites de nível sonoro admitidos para a cidade de Curitiba, defendidos pela Lei que se encontra no Anexo 3 deste produto.

É importante manter um clima investigativo baseado nos temas interdisciplinares introduzidos, numa atitude que distinga essa atividade de uma mera recreação (que envolva, por exemplo, apenas os gostos musicais de cada aluno). A linha de raciocínio do professor deve respeitar critérios pré-definidos, para que a discussão leve a caminhos interessantes para promover a aprendizagem significativa. Desta forma, são aqui sugeridas, como possível referência, algumas ideias baseadas na possibilidade da aula envolver dois instrumentos de corda de forte apelo popular, que são a guitarra e o baixo elétricos, ilustrados nas Figuras 4 e 5. Num exemplo como este, o professor iniciar a atividade propondo que os dois instrumentos sejam tocados separadamente, de forma breve, apenas para que a turma fique atenta a diferenças básicas no som, apenas com relação ao aspecto musical (podem até fazer isso de olhos fechados, tentando adivinhar qual dos instrumentos emitiu a nota). A partir disso, o professor pode perguntar se os alunos conseguem descrever com palavras esta diferença, seja na linguagem coloquial ou na científica usada pelos livros didáticos, buscando o conteúdo

referente à afinação e ao volume do som musical, ou seja, a frequência e a intensidade da onda sonora.



Figura 4 – O uso das cordas de uma guitarra: a emissão da onda em cada uma delas é condicionada pela sua densidade, a força de tração que a mantém esticada, e também pelo seu comprimento vibrante, que apesar de ser o mesmo para todas, é modificado pela pressão dos dedos da mão esquerda do músico. Já os movimentos da mão direita, influenciam mais no volume (amplitude) do que na afinação (frequência).

Fonte da figura: Anônimo, disponível em: <http://www.descomplicandoamusica.com/aula-como-tocar-guitarra/>



Figura 5 – O uso das cordas de um baixo elétrico: os princípios são os mesmos da guitarra ilustrada pela Figura 4, mas gerando sons musicais mais graves, condicionados pelas características físicas das cordas, como densidade, força de tração, e comprimento vibrante.

Fonte da figura: NOGUEIRA, 2014.

Disponível em: <http://www.diariodocentrodomundo.com.br/como-o-som-de-um-contrabaixo-pode-mudar-sua-vida/#jp-carousel-83974>

Em seguida, como uma integração entre os aspectos musicais e os conceitos de Acústica, pode-se explorar o efeito da força com que o músico dedilha a corda, relacionando-o ao volume do som emitido, e portanto à sua amplitude, com o cuidado de adotar o vocabulário dos livros de física, que categorizam como *som forte* e *som fraco*. A esse respeito, cabe aqui um esclarecimento importante quanto a uma divergência verificada no português brasileiro, entre a linguagem coloquial e a adotada pelos livros científicos. O tema, aqui exposto resumidamente, se encontra desenvolvido com mais detalhes na dissertação associada a este produto.

Nos livros de física, *som forte* ou *som fraco* são termos que remete à *amplitude* da onda sonora, ou seja, quanto maior a amplitude, mais forte será o som, ou seja, será maior em termos de decibéis, levando a um maior *volume*. E quando é apresentada a frequência, por exemplo, expressa em hertz, usa-se os termos *som alto* ou *som baixo*, caracterizando, respectivamente, *agudo* e *grave*. Entretanto, na linguagem do dia-a-dia verifica-se que se utiliza *som alto* e *som baixo* não para caracterizar afinação, ou som agudo e grave, mas sim para grande ou pequeno volume, no qual tem influência a amplitude da onda sonora. É essencial que um esclarecimento nesse sentido seja trazido à tona durante as discussões.

Ainda nesta situação-exemplo, pode também ser discutida a propagação do som no material das cordas e no ar da sala de aula, em termos de amplitude, velocidade, frequência e comprimento de onda, e inclusive quanto à diferença entre onda transversal e onda longitudinal, com o possível auxílio de animações, como a ilustrada pela Figura 6, mostrando o movimento das cordas em velocidade reduzida.



Figura 6 – Cordas de um instrumento musical em vibração. Percebe-se padrões que permitem ilustrar os conceitos de comprimento de onda e de amplitude.

Disponível em: <http://atl.clicrbs.com.br/infosfera/2015/07/03/as-cordas-de-uma-guitarra-como-voce-nunca-viu-antes/guitar-string/>

Esta aula poderá ser estendida, tendo duração entre 45 e 90 minutos, pois pode proporcionar muitas discussões mediadas pelo professor. Desta forma, conceitos adquiridos recentemente vão sendo relacionados aos já existentes, buscando a caracterização de uma aprendizagem significativa.

Pela importância do seu papel na sequência didática, esta aula pode estar sujeita a pequenas alterações em sua estrutura, de acordo com o perfil do público alvo. Em último caso, em que nenhum aluno e tampouco o professor tenham contato com instrumentos, estes podem ser substituídos por materiais simples que produzam sons musicais, como caixas de fósforo, garrafas sopradas junto ao gargalo, etc.

Para a integração desta discussão com a poluição sonora, recomenda-se aqui uma leitura da dissertação vinculada a este produto, assim como na bibliografia consultada, como base para os conhecimentos necessários.

## 2.4. QUARTA AULA

Esta aula é destinada à produção de um texto individual pelos alunos, com a forma de uma sequência de itens, no qual cada um escolherá uma música de seu gosto, fazendo dela uma análise livre, que envolva os termos usados pela Acústica para sons graves e agudos, fortes e fracos, etc. A ideia é

primeiramente que expliquem estes conceitos em termos musicais e físicos. O professor deve estar atento às condições em que se encontram os alunos. Esta estrutura foi pensada para alunos que disponham de algum dispositivo eletrônico portátil, que proporcione um acesso fácil para escutar música, e ao mesmo tempo, com indicações de minuto e segundo que ajudem a referenciar os diferentes trechos. Porém, caso não seja desta forma, o professor pode levar um aparelho de seu uso e disponibilizá-lo para a turma. Em seguida devem tentar, no mesmo texto, explicar quais danos estes diferentes sons podem causar ao ouvido, e se existe um potencial para se realmente tornarem poluição sonora no ambiente, principalmente remetendo ao ambiente escolar.

De preferência, o professor finaliza a aula anterior propondo aos alunos que já escolham alguma música a ser mostrada na aula seguinte, antecipando resumidamente as características da tarefa. Quando a aula começar, as instruções para a atividade serão dadas aos alunos, de forma que tentem relacionar os itens dos seus textos. Enquanto a produção ocorrer, o professor pode passar de carteira em carteira para escutar a música escolhida por cada um deles. A duração do trecho de música não deve ser longa, digamos, da ordem de um minuto, para possibilitar ao professor o tempo necessário para acompanhar o andamento dos resultados.

Deve ser concedida aos alunos bastante liberdade de expressão, desde que seus resultados envolvam, de alguma forma, aspectos musicais e físicos. Para que o professor tenha uma referência, é mostrado aqui um exemplo desta atividade. Tanto pela sua popularidade e estilo condizente com o gosto dominante na faixa etária destes alunos, quanto pelo potencial de associações com características das ondas sonoras, foi selecionada pelo autor uma música disponível na página de internet Youtube (o vídeo “BYOB – Alok & Sevens”, que teve, até o momento da elaboração deste produto, mais de 45 mil “curtidas” e 3 milhões de visualizações, estando disponível no endereço eletrônico <https://www.youtube.com/watch?v=VdyP6YJpq5A>). A análise foi feita pelo próprio autor deste produto: mesmo tomando o primeiro minuto, podem ser percebidos momentos de alta e de baixa frequência, diferentes intensidades, tipos de instrumentos, etc:

*00:00 até 00:09 – A música inicia com uma sequência de sons repetitivos que marcam o ritmo, alternando agudos e graves, junto à voz aguda de uma vocalista. Ou seja, temos sons de frequência alta, como a voz da vocalista e partes da batida e de frequência baixa como algumas outras partes da batida.*

*00:09 até 00:24 – É adicionado um som ao fundo que também é agudo, e que mantém essa frequência praticamente constante.*

*00:24 até 00:30 – Aparecem agora alguns efeitos musicais mais agudos, característicos da música de estilo eletrônica, ou seja, de alta frequência.*

*00:30 até 00:42 – O som se mantém com padrão parecido, porém o volume fica mais intenso com o passar do tempo, o que significa que a amplitude aumenta.*

*00:42 até 1:00 – O padrão do som muda, da forma chamada de som progressivo pelo público apreciador deste estilo, sendo formado por um início grave que vai continuamente se tornando mais e mais agudo, ou seja, uma frequência que cresce com o tempo. Mas mesmo variando a frequência, pode-se perceber que o volume, influenciado pela amplitude da onda, praticamente não se altera neste trecho.*

A análise deste exemplo acaba por misturar as linguagens, o que é interessante para o pesquisador, pois pode mostrar o domínio do aluno com os conceitos musicais e os conceitos predispostos em sua estrutura cognitiva. A partir deste ponto, o aluno deve mostrar como esta música poderia, por exemplo, ser prejudicial à sua saúde auditiva e ao meio ambiente. Então pode-se dizer que os altos valores de frequências ali tocados podem não causar grandes problemas ao ouvido, porém, se forem envolvidas grandes intensidades, ou seja, regulando um maior volume, a música pode causar danos à membrana timpânica. Já no meio ambiente, este som só será prejudicial caso se caracterize como poluição sonora, tendo como base a chamada lei do silêncio: “Toda emissão de som que, direta ou indiretamente seja ofensiva ou nociva à saúde, à segurança e ao bem estar da coletividade ou transgrida as disposições fixadas nesta lei.” (BRASIL, 1995). Portanto, o aluno poderia dar um exemplo como tocar esta música em um volume

moderado durante a sua aula de Física, de forma a não causar desconforto aos colegas e às turmas vizinhas.

Esta aula tem a função de um exercício de caráter prático a respeito dos conceitos desenvolvidos nas aulas anteriores. Com os resultados desta atividade, será possível perceber alguns indícios de aprendizagem significativa, ao relacionarem a Acústica com as músicas selecionadas e analisadas. Também é importante verificar se o vocabulário dos alunos se adaptou ao conceito recentemente aprendido, ou, alternativamente, se o conceito pré-existente foi englobado pelo antigo vocabulário.

## **2.5. QUINTA AULA**

A quinta e última aula é dada aos alunos para responderem novamente os questionários, tendo assim informações sobre o *antes* e o *depois* da sequência didática aplicada.

É importante lembrar que esta sequência visa buscar indícios de aprendizagem significativa, pelo menos em alguns dos alunos. Ao ler os questionários aplicados, os conceitos de aprendizagem significativa (Ausubel et al., 1980) têm grande importância na análise, sempre buscando os indícios da ocorrência desta aprendizagem, pois a análise desta sequência será feita a partir destes indícios.

Por fim, cabe lembrar aqui a recomendação de controlar o uso exagerado do volume do som nas atividades, seja com os instrumentos ou com os aparelhos eletrônicos, de forma condizente com os padrões exigidos pelo espaço de cada escola.

## **3. CONCLUSÃO**

Esta sequência tem como objetivo auxiliar a aprendizagem significativa dos conteúdos de Acústica, com aspectos musicais, de saúde, e ambientais. A produção do material foi norteadada pela teoria da aprendizagem significativa de Ausubel (1980).

As aulas são programadas para um total de 225 minutos, ou seja, 5 aulas de 45 minutos, porém, pode ser expandida para 265 minutos com o aumento de uma hora/aula para a discussão existente na segunda aula. A estrutura é de uma primeira aula para a aplicação do questionário inicial, a segunda uma aula expositiva a respeito do ouvido humano, a terceira é uma discussão utilizando instrumentos e que pode se estender para o tempo de duas hora/aula, a quarta a aplicação da atividade sobre a música escolhida pelo aluno, e a quinta uma nova aplicação do questionário, para a obtenção de dados em busca de indícios de aprendizagem significativa.

É importante ressaltar a necessidade de uma predisposição dos alunos para que a sequência tenha seu objetivo cumprido e o empenho do professor em adquirir novos conhecimentos, tanto a respeito de audição como de cultura musical e de poluição sonora, para a aplicação efetiva deste produto.

#### 4. REFERÊNCIAS

- ALOK & SEVENN. BYOB (Lyric Video): Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=VdyP6YJpq5A>. Acesso em: 11 mai. 2017
- AUSUBEL, D.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. (1980). *Psicologia Educacional*. Rio de Janeiro: Editora Interamericana, 1980. 625p.
- BARDIN, Laurence. **Análise de Conteúdo. Edição. Lisboa: Persona, 2001.** P. 231
- BRASIL. Lei nº 8583, de 2 de Janeiro de 1995
- EISBERG R.M; LERNER L.S. **Física, Fundamentos e aplicações**. São Paulo: McGraw-Hill, 1982, v. 2.
- GARBE, A. **Estudo biomecânico para reabilitação do ouvido médio humano**. Tese de Mestrado – Universidade do Porto. Julho de 2010.
- MOREIRA, Marco Antonio. **Subsídios Teóricos para o Professor Pesquisador em Ensino de Ciências**. 2009. 70 f. Porto Alegre, 2014. Disponível em <<http://www.if.ufrgs.br/~moreira/Subsidios6.pdf>>. Acesso em 29/08/2014

NUSSENZVEIG, M. Curso de Física Básica 2: Fluidos, Oscilações e ondas, Calor. Terceira edição. São Paulo: Editora Edgard Blucher LTDA, 1983. Vol 2.

Oreille externe et oreille moyenne : S Blatrix, Disponível em <  
<https://www.youtube.com/watch?v=JQHo7ddJzqk>>. Acesso em 30 de Ago. De  
2016

## 5. ANEXOS

### 5.1. ANEXO 1

#### QUESTIONÁRIO

Nome: \_\_\_\_\_

Este documento não será utilizado para avaliação da matéria, portanto deve ser respondido sem restrições aos erros.

Use suas memórias a respeito dos conhecimentos exigidos nas perguntas.

- 1) Qual seu estilo musical favorito? Você toca algum instrumento? Qual a importância da música em seu dia-a-dia?

---

---

- 2) Baseado em seus conhecimentos sobre os conceitos de onda, o que é a amplitude de uma onda sonora? O que é a frequência de uma onda sonora?

R: Amplitude é o valor máximo que a oscilação alcança a partir do ponto de repouso.

Frequência de uma onda sonora é o número de oscilações por unidade de tempo.

- 3) Qual é a função do tímpano, membrana localizada no ouvido humano?

R: O tímpano tem como função transmitir a vibração do canal auditivo, que contém ar, para os ossículos do ouvido médio.

- 4) O que pode determinar se existe poluição sonora no ambiente?

R: "Toda emissão de som que, direta ou indiretamente seja ofensiva ou nociva à saúde, à segurança e ao bem estar da coletividade ou transgrida as disposições fixadas nesta lei."

- 5) Qual a diferença musical e física entre duas notas de mesmo nome e que pertencem a duas oitavas consecutivas?

R: A nota da segunda oitava será mais aguda e terá frequência maior do que a primeira

- 6) Qual a diferença da música com volume alto para a com volume baixo?

R: Fisicamente seu volume será maior, quanto maior for sua amplitude, e menor será o volume, quanto menor for a amplitude.

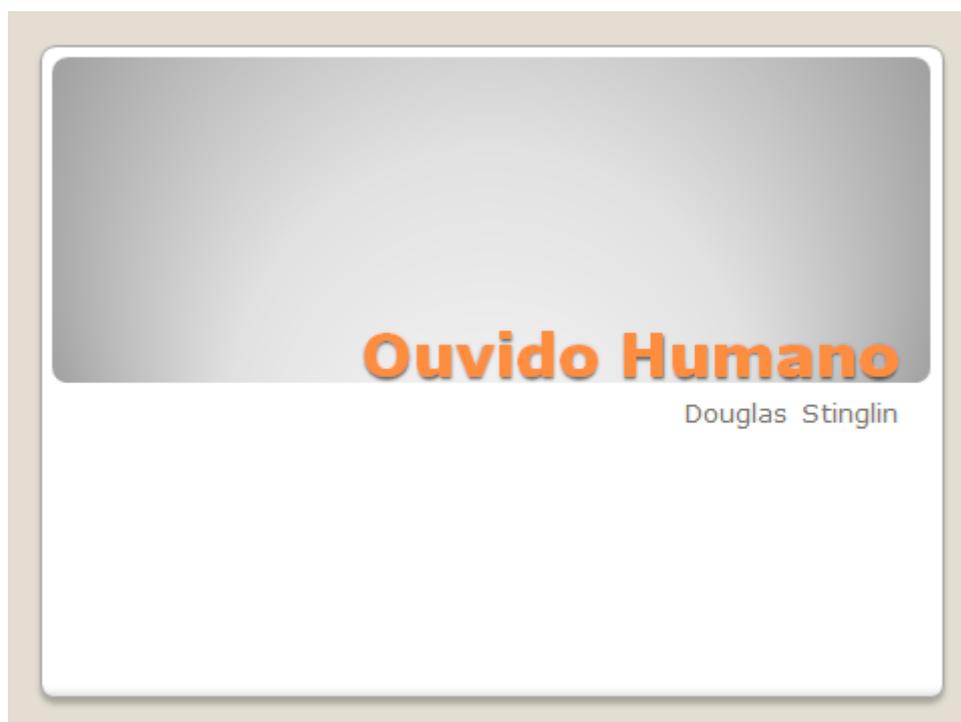
- 7) Qual o motivo dos famosos músicos de rock terem problemas de audição?

R: Grande exposição ao som forte.

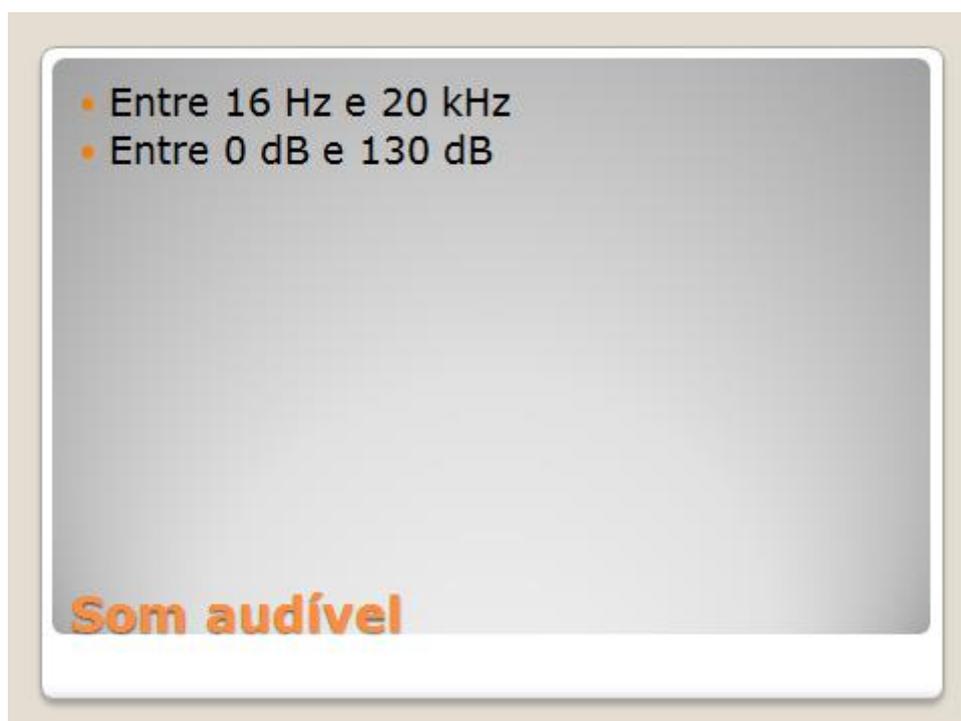
- 8) Qual a diferença entre a guitarra e o baixo para o ouvido humano?

- R: Para o ouvido humano, apenas instrumentos que emitem sons mais agudos ou mais graves. Ou seja, uma diferença de reconhecimento para o ouvido.
- 9) O que muda se dedilharmos uma corda, de qualquer instrumento, com muita força ou com pouca força?
- R: A corda irá mais longe de seu ponto de repouso, portanto a amplitude da onda sonora será maior, e conseqüentemente, seu volume.
- 10) O tímpano pode ser danificado por grandes amplitudes de som?
- R: Sim, pode sofrer danos em sua estrutura, ou até ser rompido pela grande amplitude da onda sonora.
- 11) O acúmulo de carros no trânsito pode trazer problemas de audição?
- R: O acúmulo de carros no trânsito pode gerar um aumento da intensidade do som, sendo possível causar danos à audição.
- 12) A Poluição Sonora pode atrapalhar a audição de outros sons do dia-a-dia?
- R: A poluição sonora pode dificultar a audição de sons de baixa amplitude e de baixa e alta frequência.
- 13) Como a música “alta” afeta o ambiente da escola?
- R: A música alta aqui, representa o som de grande amplitude, podendo causar desconforto aos alunos e atrapalhar as aulas.
- 14) Uma festa pode trazer transtornos aos vizinhos. Isso pode ser considerado Poluição Sonora?
- R: Como caracteriza uma emissão de som ofensiva ao bem estar da coletividade, sim.
- 15) Qual a relação entre a propagação do som e a Poluição Sonora?
- R: No espaço tridimensional, o som se propaga na forma de esferas nas quais se distribui a energia, portanto, quanto menor for a distância à fonte, mais crítica é a poluição sonora.
- 16) Sons de baixa amplitude podem causar Poluição Sonora?
- R: Novamente, se forem sons que prejudiquem de alguma forma o bem estar, sim. Por exemplo, se estão emitindo vários sons baixos, suas intensidades se somarão, causando um transtorno.

5.2. ANEXO 2  
SLIDES

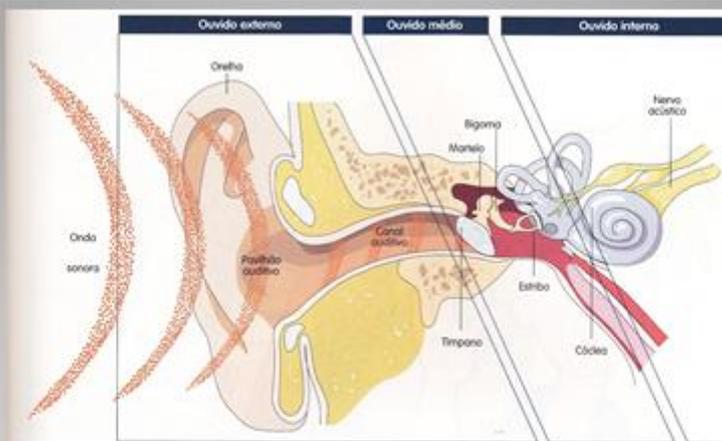


**Ouvido Humano**  
Douglas Stinglin

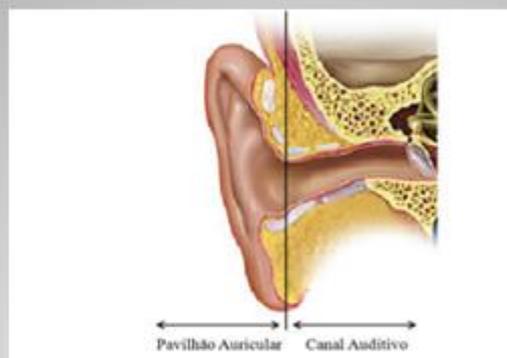


- Entre 16 Hz e 20 kHz
- Entre 0 dB e 130 dB

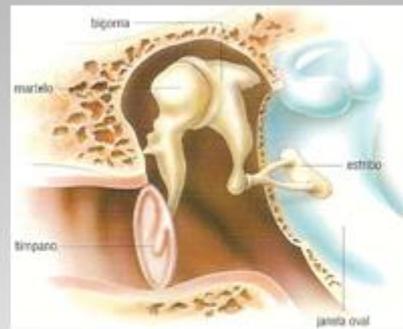
**Som audível**



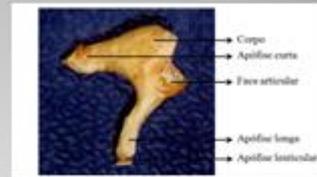
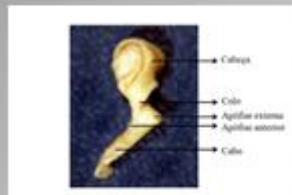
**Geral**



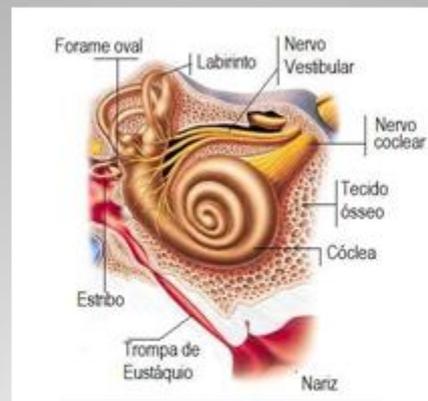
**Ouvido Externo**



## Ouvido Médio



## Ossículos



## Ouvido Interno

- Vídeo
- Mudança de meio:  
Ar - Sólido - Líquido

## Transmissão do Som

- Perda de audição: - por ruídos
  - por barulhos "altos"
  - por mudanças de pressão
  - por brincadeiras
  - por limpeza

## Problemas de audição

- FERREIRA, Conceição. Constituição do ouvido humano. Disponível em: <<http://conceicaoferreira75.blogspot.com.br/2012/04/constituicao-do-ouvido-humano.html>>. Acesso em 15 nov. 2016
- CARLOS, Joaquin. Otosclerose em pilotos. Disponível em: <[http://otoscleroseempiloto.blogspot.com.br/2013\\_12\\_01\\_archive.html](http://otoscleroseempiloto.blogspot.com.br/2013_12_01_archive.html)>. Acesso em 15 nov. 2016

## Referências

O vídeo do slide número sete está disponível no site:  
<https://www.youtube.com/watch?v=JQHo7ddJzqk>

### 5.3. Anexo 3

#### Tabela de intensidade do som e sua legenda

ZONAS DE USO*	DIURNO	VESPERTINO	NOTURNO
ZR-1, ZR-2, ZR-3, ZR-B, ZR-AV, ZR-M, APA-SARU, APA-SMRU	55 dB (A)	50 dB (A)	45 dB (A)
ZR-OC, ZR-SF, ZR-U, ZUC-II, ZT-MF, ZT-NC, ZE-E, ZE-M, ZOO, SE-CC, SE-PS, SE-OI, APA-ST	60 dB (A)	55 dB (A)	50 dB (A)
ZR-4, ZC, ZT-BR-116, ZUM, ZE-D, SE, SH, SE-BR-116, SE-MF, SE-CF, SE-WB, SE-AC, SE-CB, CONEC, SE-PE, SC-SF, SC-UM, SE-NC, SEI, SEHIS, SE-LE, SEVC-PASSAÚNA, SEVS-PASSAÚNA, APA-SS Vias prioritárias 1 e 2, Vias setori- ais, Vias coletoras 1,2 e 3	65 dB (A)	60 dB (A)	55 dB (A)
ZS-1, ZS-2, ZES, ZI, ZEI-I (CIC), APA-SUE	70 dB (A)	60 dB (A)	60 dB (A)
Os casos não contemplados nesta tabela, serão objeto de análise específica por parte Secretaria Municipal do Meio Ambiente			

Tabela de limites de intensidade em Curitiba. Disponível em:

<https://leismunicipais.com.br/a/pr/c/curitiba/lei-ordinaria/2002/1062/10625/lei-ordinaria-n-10625-2002-dispoe-sobre-%20ruidos-urbanos-protecao-do-bem-estar-e-do-sossego-publico-revoga-as-leis-n-s-8583-de-02-de-janeiro-de-1995-8726-de-19-de-outubro-de-1995-8986-de-%2013%20-%20de-dezembro-de-1996-e-9142-de-18-de-setembro-de-1997-e-da-outras-providencias.html>

- \* APA-SARU - Setor de Alta Restrição de Uso
- \* APA-SMRU - Setor de Média Restrição de Uso
- \* APA-ST - Setor de Transição
- \* APA-SUE - Setor de Uso Esportivo
- \* APA-SS - Setor de Serviço
- \* CONEC - Setor Especial Conector - Conectora 1,2,3,4
- \* SC-SF - Setor Especial Comercial Santa Felicidade
- \* SC-UM - Setor Especial Comercial Umbará
- \* SE - Setor Especial Estrutural
- \* SE-AC - Setor Especial da Av. Affonso Camargo
- \* SE-BR-116 - Setor Especial da BR-116
- \* SE-CB - Setor Especial da Rua Engenheiro Costa Barros
- \* SE-CC - Setor Especial Centro Cívico
- \* SE-CF - Setor Especial da Av. Comendador Franco
- \* SEHIS - Setor Especial Habitação de Interesse Social
- \* SEI - Setor Especial Institucional
- \* SE-LE - Setor Especial Linhão do Emprego
- \* SE-MF - Setor Especial da Av. Mal. Floriano Peixoto
- \* SE-NC - Setor Especial Nova Curitiba
- \* SE-OI - Setor Especial de Ocupação Integrada
- \* SE-PE - Setor Especial Preferencial de Pedestres

- \* SE-PS - Setor Especial do Pólo de Software
- \* SEVC-PASSAÚNA - Setor Especial de Vias Coletoras
- \* SEVS-PASSAÚNA - Setor Especial de Vias Setoriais
- \* SE-WB - Setor Especial da Av. Pres. Wenceslau Braz
- \* SH - Setor Histórico
- \* ZC - Zona Central
- \* ZOO - Zona de Ocupação Orientada
- \* ZE-D - Zona Especial Desportiva
- \* ZE-E - Zona Especial Educacional
- \* ZEI-I (CIC) - Zona Especial de Indústria
- \* ZE-M - Zona Especial Militar
- \* ZES - Zona Especial de Serviços
- \* ZI - Zona Industrial
- \* ZR-1 - Zona Residencial 1
- \* ZR-2 - Zona Residencial 2
- \* ZR-3 - Zona Residencial 3
- \* ZR-4 - Zona Residencial 4
- \* ZR-AV - Zona Residencial Alto da Glória
- \* ZR-B - Zona Residencial Batel
- \* ZR-M - Zona Residencial Mercês
- \* ZR-OC - Zona Residencial de Ocupação Controlada
- \* ZUC-II - Zona de Urbanização Consolidada
- \* ZR-SF - Zona Residencial Santa Felicidade
- \* ZR-U - Zona Residencial Umbará
- \* ZS-1 - Zona de Serviço 1
- \* ZS-2 - Zona de Serviço 2
- \* ZT-BR-116 - Zona de Transição BR - 116
- \* ZT-MF - Zona de Transição Av. Mal. Floriano Peixoto
- \* ZT-NC - Zona de Transição Nova Curitiba
- \* Z-UM - Zona de Uso Misto