



MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES
DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRA-
ESTRUTURA DE TRANSPORTES

DIRETORIA DE PLANEJAMENTO E
PESQUISA

INSTITUTO DE PESQUISAS
RODOVIÁRIAS

Rodovia Presidente Dutra, km 163
Centro Rodoviário – Vigário Geral
Rio de Janeiro – RJ – CEP 21240-000
Tel/fax: (21) 3371-5888

NORMA DNIT 076/2006 – ES

Tratamento ambiental acústico das áreas lindeiras da faixa de domínio – Especificação de serviço

Autor: Diretoria de Planejamento e Pesquisa / IPR

Processo: 50.607.006.739/2005-97

Aprovação pela Diretoria Colegiada do DNIT na reunião de 11/07/2006.

Direitos autorais exclusivos do DNIT, sendo permitida reprodução parcial ou total, desde que citada a fonte (DNIT), mantido o texto original e não acrescentado nenhum tipo de propaganda comercial.

Palavras-chave:

Meio ambiente, tratamento ambiental acústico, faixa de domínio.

**Nº total de
páginas**
9

Resumo

Este documento define a sistemática para ser usada no tratamento acústico das áreas lindeiras da faixa de domínio, por meio de cercas vivas ou barreiras acústicas vegetais ou artificiais. Traz informações sobre controle, medição e pagamento.

Abstract

This document defines the acoustic treatment of areas adjacent to the right-of-way employing live fences and plant or artificial acoustic barriers. It includes information on control, measurement and payment.

Sumário

Prefácio	1
1 Objetivo	1
2 Referências normativas e bibliográficas	2
3 Definições	2
4 Condições gerais.....	3
5 Condições específicas	4
6 Controle e inspeções.....	6
7 Medição.....	6

8 Pagamento	6
Anexo A – Valor dos níveis sonoros.....	8
Índice geral.....	9

Prefácio

A presente Norma foi preparada pela Diretoria de Planejamento e Pesquisa para servir como documento que define o tratamento acústico das áreas lindeiras da faixa de domínio. Está baseada nas disposições da Norma DNIT 001/2002 – PRO.

1 Objetivo

Definir e fixar a sistemática a ser usada na execução do tratamento ambiental acústico das áreas lindeiras da faixa de domínio através do plantio de cercas vivas e de barreiras acústicas vegetais ou artificiais, objetivando a redução do desconforto auditivo ocasionado pelos ruídos originados pelo tráfego rodoviário.

O tratamento ambiental acústico será efetivado através do plantio de espécies arbóreas e arbustivas como cercas vivas nos limites da faixa de domínio, ou pelo plantio de maciços arbóreos como barreiras acústicas, ou ainda, pela implantação de painéis artificiais acústicos.

2 Referências normativas e bibliográficas

2.1 Referências normativas

A presente Norma é concernente aos procedimentos desenvolvidos nas seguintes normas:

- a) ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR-10151: acústica - avaliação do ruído em áreas habitadas, visando o conforto da comunidade: procedimento*. Rio de Janeiro, 2000.
- b) DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM. *DNER-ES 341/97: proteção do corpo estradal – proteção vegetal: especificação de serviço*. Rio de Janeiro, 1997.
- c) DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRA-ESTRUTURA DE TRANSPORTES. *DNIT 073/2006 – ES: tratamento ambiental de área de uso de obras e do passivo ambiental de áreas consideradas planas ou de pouca declividade por revegetação arbórea e arbustiva: especificação de serviço*. Rio de Janeiro, 2006.

2.2 Referências bibliográficas

Para o bom entendimento desta especificação deverão ser consultados os documentos a seguir nomeados, no que concerne à poluição sonora:

- a) DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRA-ESTRUTURA DE TRANSPORTES. *Diretrizes básicas para atividades rodoviárias ambientais: escopos básicos / instruções de serviço*. 2. ed. Rio de Janeiro, 2005.
- b) _____. *Manual para atividades rodoviárias ambientais*. Rio de Janeiro, 2006.

NOTA: Quanto as Referência Técnicas de Painéis metálicos, de madeira ou acrílico, concreto acústico com superfície absorvente, alumínio caixa acústica, etc, seus quadros e suportes, em se tratando de serviços executados por empresa especializada em engenharia ambiental e sonora, deverão ser consideradas as recomendações técnicas dos fabricantes destes materiais ou dispositivos.

3 Definições

São pertinentes à presente Norma as definições apresentadas na DNIT 073/2006-ES - Tratamento ambiental por revegetação arbórea e arbustiva, em especial quanto à produção, plantio e manutenção das mudas, acrescentando-se as seguintes.

3.1 Barreira acústica

São anteparos naturais ou artificiais, dispostos ao longo da rodovia, na faixa de domínio ou fora da mesma, à semelhança de parede que objetiva impedir que o ruído proveniente do tráfego rodoviário, alcance de forma não reduzida uma comunidade lindeira à mesma.

As Barreiras Acústicas se classificam em refletoras, absorventes ou altamente absorventes, em função das características do local, do material de sua estrutura, natural ou artificial, podendo-se conjugar mais de um processo.

As barreiras acústicas artificiais são construídas através de módulos conectados por peças substituíveis e padronizadas na forma de parede, com comprimentos e espessuras definidos em projeto específico.

3.2 Cerca viva

É a cerca que delimita a faixa de domínio da rodovia, constituída pelo plantio de espécies arbustivas, que devido à sua robustez resiste ao impacto de grandes animais, podendo a vir funcionar como quebra vento, ou corta fogo impedindo a passagem das queimadas para a faixa de domínio.

3.3 Desvio da onda sonora

É a parcela do som que suplanta a barreira, seguindo na mesma direção de sua origem.

3.4 Grau de eficiência de um isolamento acústico

É a redução otimizada do som, possível pelo adequado dimensionamento e composição da barreira, em função dos efeitos da transmissão, do desvio e da reflexão sonora.

3.5 Isolamento sonoro

Constitui a redução do som ou do ruído devido a uma fonte sonora, em pelo menos 25 dB(A) quando da passagem deste através da barreira acústica.

3.6 Módulo de painel acústico

É uma seção de parede sustentada por duas colunas, ou suportada por uma coluna, dotada de condições de resistência às pressões do vento, as intempéries, à corrosão, impactos de pedras, ao envelhecimento, ao fogo e de fácil conservação e manutenção.

3.7 Poluição sonora

É o desconforto auditivo causado por níveis de som ou ruído elevados, os quais são considerados pela Legislação Ambiental acima do limite máximo de 70 dBA para o período diurno e 60 dB(A) para o noturno, independentes do ruído de fundo, bem como, o ruído emitido por uma fonte não deve exceder em mais de 10 dB(A) o ruído pré-existente.

3.8 Reflexão sonora

É a parcela do som que retorna em direção à sua origem, quando encontra no seu percurso uma barreira acústica, impedindo que o mesmo siga até o receptor.

3.9 Transmissão sonora

É a parcela do som que transpõe a barreira, embora reduzida em parte.

4 Condições gerais

A Organização Mundial de Saúde (OMS) considera sob o aspecto de importância a poluição sonora como a terceira fonte de poluição ambiental, somente superada apenas pela poluição do ar e da água, sendo, portanto, uma questão importante de Saúde Pública.

Deve-se salientar que no Brasil o crescimento dos núcleos urbanos se desenvolveu ao longo das rodovias construídas nas décadas de 60 a 70, ou no seu entorno, consolidando-se em estrutura urbana nas últimas décadas e competindo com o crescimento paralelo do tráfego rodoviário.

Verifica-se, portanto, que existem dois fatores preponderantes que agravam a problemática da

poluição sonora junto aos núcleos urbanos, ou seja, a ocupação e uso desordenado do solo e o congestionamento do tráfego rodoviário nos perímetros urbanos.

O primeiro poderá ser resolvido através do Programa Ambiental de Ordenamento do Uso do Solo, enquanto o segundo através das ações da engenharia de tráfego, que visam otimizar o fluxo de veículos, tornando-o uniforme nas travessias urbanas e eliminando as freadas bruscas e acelerações desnecessárias, através do Programa de Controle de Ruídos associado com o Programa de Melhoria das Travessias Urbanas.

Nas faixas de domínio das travessias urbanas, associa-se o paisagismo que objetiva a reconstituição panorâmica da faixa estradal ou de áreas lindeiras, respeitando-se os princípios visuais e estéticos recomendados pelo DNIT, com a Proteção Sonora através de módulos paisagísticos que constituirão verdadeiras barreiras arbóreas vivas e coloridas.

Da associação do Paisagismo com a Proteção Sonora resulta a substituição das cercas de arame farpado situadas nos limites da faixa de domínio, pela implantação de cercas vivas, que são tão eficazes quanto as primeiras e apresentam um visual mais agradável.

Entretanto, não havendo espaço suficiente para implantação das barreiras arbóreas, aplicam-se barreiras artificiais constituídas por painéis de diversos materiais, tais como placas de madeira ou metálicas, paredes de alvenaria convencional, concreto celular ou chapas translúcidas de acrílico.

Da mesma forma, tem-se buscado graus mais elevados de absorção sonora e geometrias mais ousadas com excelentes resultados estéticos, dentre os quais se destacam os painéis de alumínio recheados de fibra de vidro, embora, de custo mais oneroso.

A alternativa da parede de concreto celular, desde que não haja exigência de transparência do painel e de formatos dos painéis muito diferenciados, tem sido muito utilizada devido ao baixo custo e facilidades de montagem.

Nas travessias urbanas é usual a utilização dos painéis transparentes, tendo em vista a proximidade de residências, estabelecimentos comerciais e o fluxo de pedestres, pois estes são visualmente menos agressivos que os painéis opacos, permitindo-se

também a alternativa de composição de diferentes materiais inclusive opacos e translúcidos.

Ressalta-se a importância do monitoramento dos ruídos nas travessias urbanas, sem o qual não se poderá aquilatar a eficácia das medidas de proteção acústica selecionadas, em especial, nas proximidades de estabelecimentos que necessitam do silêncio para o bom funcionamento de suas atividades, tais como, hospitais, escolas, laboratórios, indústrias de precisão, etc.

Níveis de ruídos contínuos acima de 90 dB(A) têm efeitos maléficos ao desempenho de várias atividades humanas, reduzindo a sua performance, assim como, a causa de várias doenças ao sistema nervoso auditivo, sendo uma das respostas o stress, que combinado com outras causas poderá gerar a perda da audição.

Para se analisar a eficácia da redução acústica de uma barreira vegetal ou artificial rodoviária, tomou-se como exemplo uma rodovia hipotética típica, com três faixas de rolamento em cada sentido e tráfego pesado, com muitos veículos de carga, o que levaria a um nível de ruído de cerca de 85 dB(A) às margens da pista.

Para efeito comparativo, foram calculados os níveis de ruído em função da distância do eixo central da rodovia, para as hipóteses de instalação de duas barreiras à distância de quinze metros do eixo da mesma, uma baixa com dois metros de altura e uma alta com quatro metros de altura, comparados com a condição de propagação do ruído sem barreira.

O gráfico apresentado no anexo ilustra os valores dos níveis sonoros calculados nestas três condições, fundamentados na NBR – 10.151/2000, para distâncias variáveis desde a margem da rodovia (vinte metros do eixo central), até uma distância de 300 metros, quando a redução natural da propagação sonora garantiria a manutenção do limite legal de 60 dB(A), mesmo sem a construção de barreiras acústicas.

Verificam-se, claramente, os dois importantes efeitos, da redução natural sonora com a distância e da diminuição do nível de ruído com a instalação das barreiras.

A distância para se atingir o padrão legal de 60 dB(A), que é da ordem de mais de 270 metros sem a instalação de barreiras, poderá ser reduzida para cerca de 100 metros com uma barreira de dois metros de altura e para apenas 65 metros no caso de se instalar uma barreira com quatro metros de altura.

Conclui-se, portanto, que a área altamente afetada pela poluição sonora da rodovia, poderá ser reduzida de uma faixa de 540 metros de largura (lado direito e esquerdo) em torno da mesma, para uma faixa de 130 metros, que praticamente se coincide com a faixa de domínio da rodovia.

À distância de 250 metros do eixo, onde por questões legais a barreira acústica não seria mais necessária, seu efeito continua nítido, pois, com as barreiras o nível sonoro reduziria de 60 dB(A) para aproximadamente 50 dB(A), ou seja, 10 dB(A) abaixo da condição sem barreira, significando a diferença entre o simples atendimento do padrão legal e a proteção efetiva da população, pois um nível sonoro de 50 dB(A) se confunde com o ruído de fundo em um meio urbano.

Na realidade, haverá uma redução respectiva de 22% para a barreira mais alta, e 13% para a mais baixa, em relação ao padrão de 60 db (banda A).

A análise da eficácia das barreiras recomenda, inicialmente, desde que se tenha espaço disponível o plantio de barreiras arbóreas, pois, alcançam alturas de oito a dez metros e melhoram em muito o grau de isolamento acústico, favorecendo a associação com o paisagismo da rodovia, seguindo-se da implantação de painéis acústicos para se atender a conformidade legal.

5 Condições específicas

Estas condições são pertinentes ao plantio arbóreo como barreiras acústicas e arbustivo como cercas vivas, e a implantação dos painéis acústicos, retratados nos materiais utilizados, nas ferramentas necessárias e nas execuções da implantação.

Quanto a produção, plantio e manutenção das espécies vegetais a norma DNIT 073/2006-ES - Tratamento ambiental por revegetação arbórea e arbustiva apresenta as condições necessárias para se atingir os objetivos almejados na presente norma.

5.1 Materiais

Os materiais constituintes das barreiras acústicas e das cercas vivas serão espécies vegetais selecionadas para os fins almejados, ou conjuntos de materiais metálicos, usualmente alumínio, que formam as colunas de sustentação, as vigas de amarração e os painéis opacos ou translúcidos, de modo a atender os requisitos

necessários a segurança rodoviária e ao isolamento acústico planejado.

5.1.1 Espécies vegetais

Ressalta-se a importância do conhecimento das espécies regionais disponíveis nos viveiros ou hortos florestais, bem como o convênio de fornecimento ou parceria com aquelas entidades que dispõe das espécies já desenvolvidas, em condições de plantio.

Esta relação, a juízo da Fiscalização do DNIT, poderá sofrer modificações qualitativas em função da disponibilidade de mudas e da adaptabilidade das espécies, bem como, de modo a atender às proposições dos Programas de Paisagismo e de Isolamento Acústico.

5.1.1.1 Cerca viva

Dentre as espécies vegetais para a constituição de cerca viva, o Sabiá do Campo é a que tem apresentado melhor desempenho, pela resistência aos impactos de grandes animais (gado e eqüinos), podendo, também, ser grupadas para impedir a passagem de pequenos animais, pois, tem espinhos longos e afiados e resistentes semelhantes aos de uma roseira.

Da mesma forma, funciona como quebra vento, dispensa poda, cresce rapidamente até atingir três metros de altura, possui uma florescência branca que dura até 8 meses por ano sendo muito melífera, é resistente ao fogo e tem vida útil superior a 50 anos.

O Sabiá do Campo (*Mimosa caesalpiniaefolia* Bendl.) é uma leguminosa-mimosóidea constituindo uma árvore pequena com altura girando entorno de 5 a 8 m, geralmente com acúleos (espinhos) nos ramos, folhas bipenadas, flores minutas em espigas cilíndricas e legumes articulados de até 10 cm.

Encontra-se espontaneamente do Maranhão à Bahia, na caatinga e capoeiras, mas é muito cultivada também, dado o rápido crescimento e o lenho prestante, constituindo o caule de madeira rosa.forte, escurecendo para castanha, uniforme ou algo maculada, brilhante, lisa, pesada, dura, compacta e altamente durável mesmo no solo.

Muito importante no Nordeste, sendo empregada para estacas, portas, mourões, dormentes, lenha e carvão.

Nos cerrado mineiro ou goiano existe uma espécie semelhante ao sabiá, e denominada de Mimosa laticífera (Rizz. & Matt.), pequena árvore menos conhecida; discerne-se pela casca grossa e suberosa e pelo lenho amarelo, ao demais das espigas globosas.

Estas duas mimosas são as primeiras leguminosas dotadas de látex que se conhecem, sendo que ambas crescem rápida e vigorosamente no Sudeste e Sul do País, a despeito da umidade muito maior que na Região Nordeste.

Ora-pro-nóbis (*Pereskia aculeata*, Mill) é uma planta ornamental silvestre, arbustiva da família das cactaceae, muito usada como cerca viva na Região da Bahia, também nomeada de Groselha da América, Mata-velha, Rosa-madeira e Groselha-das-Antilhas.

A Ora-pro-nóbis é um arbusto ascendente por meio de espinhos, que crescem em pares ou tríos, servindo como garras, possui flores branco-róseo dispostas em pequenas panículas terminais e fruto baga pequeno, amarelo e anguloso.

Esta arbustiva pode ser cultivada através de sementes ou estacas na primavera.

5.1.1.2 Barreiras arbóreas acústicas

Quanto a seleção das espécies vegetais que poderão ser plantadas com este objetivo, recomenda-se consultar a norma DNIT 073/2006 que apresenta amplo relação das mesmas.

5.1.1.3 Barreiras artificiais acústicas

Os materiais constituintes destas barreiras variam desde as alvenarias convencionais, atualmente, substituídas por blocos de concreto celular pré-fabricado, cuja montagem modular e o baixo custo tem sido mais empregadas que as primeiras.

As características técnicas deste material são fornecidas por empresas especializadas de construção em seus catálogos, e são encontradas em quase todas as praças comerciais do Brasil.

Da mesma forma, os materiais dos painéis de alumínio, madeira, chapas de acrílico, etc.

Considerando-se que as barreiras acústicas são construídas em extensões razoáveis e locais com topografias diversas, entende-se que as mesmas deverão ser planejadas através de estudos e pesquisas

sonoras, com seleção técnica de alternativas, onde a aplicação dos materiais tem peso de decisão muito importante nas análises, devendo, portanto, estes serem bem definidos e caracterizados no projeto elaborado.

5.2 Proporção dos materiais para implantação

Tanto o projeto de barreiras vegetais ou de artificiais, inclusive cercas vivas deverão apresentar as proporções de aplicação dos materiais e os insumos necessários.

5.3 Ferramentas

Para as barreiras vegetais aplicam-se nas escavações manuais das covas, as ferramentas usuais da agricultura e da construção civil, ou seja, pá, picareta, enxada, escavadeiras manuais, etc, podendo-se mecanizar as escavações das covas desde que a topografia do terreno permita.

Para as barreiras artificiais a mecanização é possível dependendo da topografia local, sendo normalmente manual as montagens.

5.4 Execução

A execução dos serviços de plantio das mudas arbóreas e arbustivas das barreiras acústicas e das cercas vivas foi definido na norma anteriormente citada, abrangendo todas as fases, desde a germinação, a produção de mudas, o plantio e tutoramento, tratamentos culturais e fitossanitários.

A execução da construção das barreiras artificiais deverá ser detalhado no projeto de engenharia.

6 Controle e inspeções

Os serviços concernentes às barreiras arbóreas e arbustivas serão controlados visualmente pela FISCALIZAÇÃO, em inspeções mensais, quanto ao seu desenvolvimento vegetativo, constituído pela germinação e crescimento, através das especificações de projeto e de manuais agrícolas recomendados, bem como, a substituição de mudas doentes ou mortas.

Para as barreiras artificiais os controles estão especificados em Normas específicas da ABNT.

7 Medição

A medição dos serviços de plantio de mudas de árvores e arbustos será efetuada por muda efetivamente plantada e comprovadamente estabelecida, a critério da FISCALIZAÇÃO.

A medição será feita em duas etapas:

- a) após o término do plantio das mudas de cada área liberada e aprovada pela Fiscalização;
- b) após a germinação de 100% (cem por cento) das mudas nas referidas áreas.

A medição das barreiras artificiais será procedida de acordo com o projeto, usualmente por metro quadrado concluído e aceito pela FISCALIZAÇÃO.

8 Pagamento

Para as espécies vegetais o pagamento será efetuado em parcelas de acordo com as medições referidas acima da seguinte forma:

- a) 50% (cinquenta por cento) do valor das mudas correspondentes, logo que atendida a primeira exigência do item anterior;
- b) 50% (cinquenta por cento) do valor das mudas correspondentes, logo que atendida a segunda exigência do item anterior.

O pagamento dos serviços de plantio de mudas de árvores e arbustos será efetuado conforme o preço unitário da proposta para cada item, após a verificação do brotamento das espécies. As unidades que não vingarem não serão indenizadas, devendo as mesmas ser substituídas pelo executante sem ônus para o DNIT.

O pagamento dos serviços de produção de mudas de árvores e arbustos será efetuado conforme o preço da proposta, usualmente por verba que será liberada de acordo com o processo semelhante ao do plantio.

Os pagamentos do fornecimento e construção das barreiras artificiais serão de acordo com os preços unitários propostos e segundo a medição elaborada.

O pagamento será efetuado pelo preço unitário contratual, que remunera a utilização de equipamentos e ferramentas, fornecimento ou aquisição e transporte dos materiais utilizados, todas as operações necessárias para sua execução e demais cuidados do

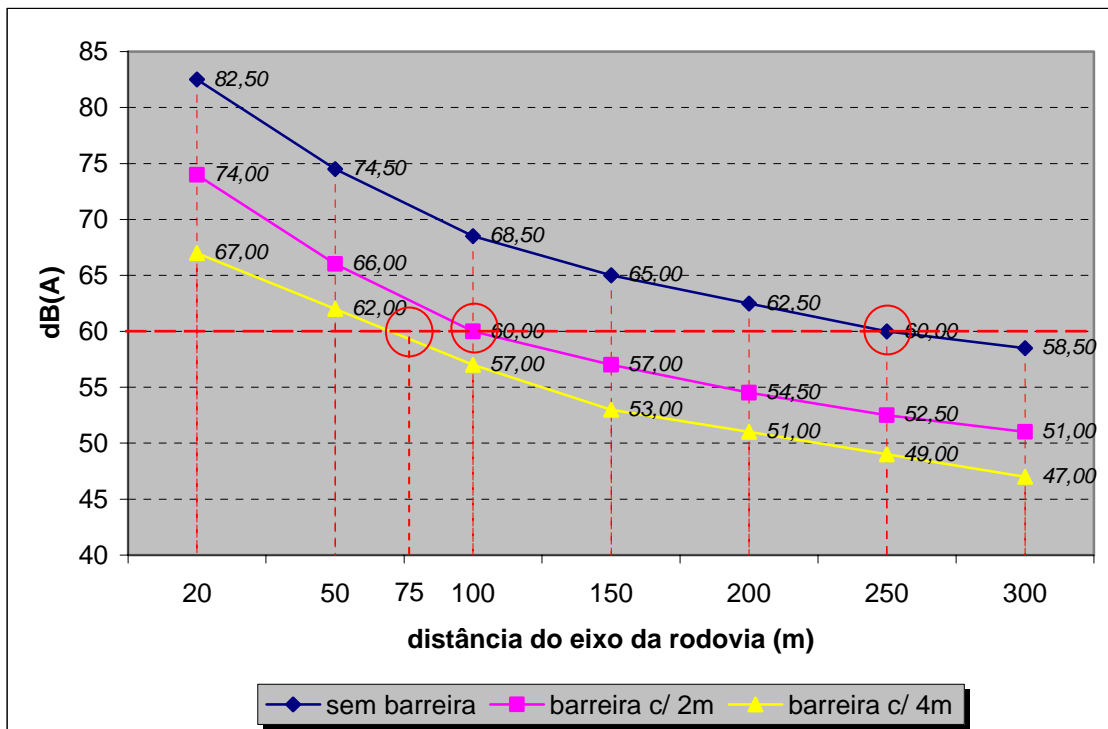
acompanhamento, bem como todos os possíveis custos diretos e indiretos, seguros pessoais, equipamentos de proteção individual, uniformes, alojamentos e refeições, transporte de pessoal, tudo o mais necessário à perfeita execução dos serviços.

_____/Anexo A

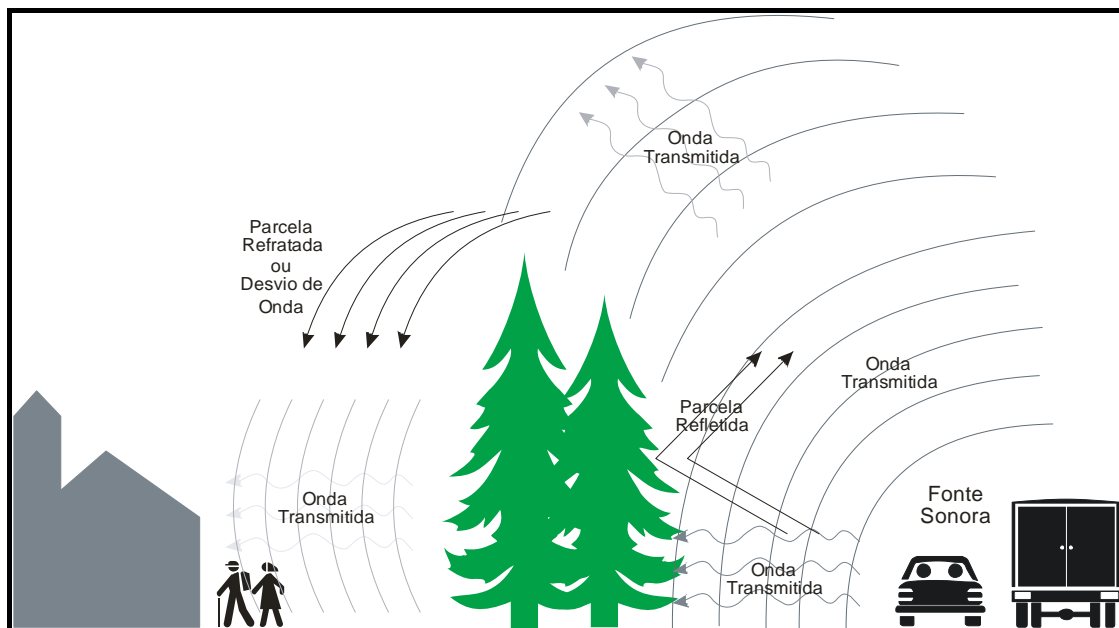
Anexo A

Nível de ruído estimado nas vizinhanças de rodovias hipotéticas

Poluição Sonora	20	50	100	150	200	250	300
Sem Barreira	82,50	74,50	68,50	65,00	62,50	60,00	58,50
Com Barreira de 2,0m Altura	74,00	66,00	60,00	57,00	54,50	52,50	51,00
Com Barreira de 4,0m Altura	67,00	62,00	57,00	53,00	51,00	49,00	47,00



Transmissão sonora



Índice Geral

Abstract	.....	1			
Anexo A – Valores dos níveis sonoros	.....	8	Isolamento sonoro	3.5.....	3
Barreiras acústicas	3.1	2	Materiais	5.1.....	4
Barreiras arbóreas acústicas	5.1.1.2	5	Medição	7.....	6
Barreiras artificiais acústicas	5.1.1.3	5	Módulo do painel acústico	3.6.....	3
Cerca viva	3.2;5.1.1.1	2;5	Objetivo	1.....	1
Condições específicas	5.....	4	Pagamento	8.....	6
Condições gerais	4.....	3	Poluição sonora	3.7.....	3
Controle e inspeções	6.....	6	Proporção dos materiais para implantação	5.2.....	6
Definições	3.....	2	Prefácio	.....	1
Desvio de onda sonora	3.3.....	2	Referências bibliográficas	2.2.....	2
Espécies vegetais	5.1.1	5	Referências normativas	2.1.....	2
Execução	5.4	6	Referências normativas e bibliográficas	2.....	2
Ferramentas	5.3	6	Reflexão sonora	3.8.....	3
Grau de eficiência de um isolamento acústico	3.4	2	Resumo	.....	1
Índice geral	.....	9	Sumário	.....	1
			Transmissão sonora	3.9.....	3
