



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA**  
**FACULDADE DE ENGENHARIA CIVIL**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL**



## Dissertação de Mestrado

**VIBRAÇÃO TRANSMITIDA A CADEIRANTES ATRAVÉS  
DO DESLOCAMENTO SOBRE DETERMINADOS TIPOS  
DE REVESTIMENTOS DE CALÇADAS**

**MARIANNA RIBEIRO DE FARIA**

**Orientador: Prof. Dr. João Fernando Dias**

**Uberlândia/MG/**

**2015**



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL  
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA  
FACULDADE DE ENGENHARIA CIVIL  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL



**ATA DA DEFESA DE DISSERTAÇÃO DE MESTRADO ACADÊMICO DO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL**

**ATA Nº:** 141/2015

**CANDIDATA:** Marianna Ribeiro de Faria

**ORIENTADOR:** Prof. Dr. João Fernando Dias

**TÍTULO:** "Vibração transmitida a cadeirantes através do deslocamento sobre determinados tipos de revestimentos de calçadas"

**ÁREA DE CONCENTRAÇÃO:** Estruturas e Construção Civil

**LINHA DE PESQUISA:** Construção Civil

**DATA DA DEFESA:** 27 de abril de 2015

**LOCAL:** Sala de Apoio I da FECIV

**HORÁRIO DE INÍCIO E TÉRMINO DA DEFESA:** 14:00h - 16:00h

Após avaliação do documento escrito, da exposição oral e das respostas às arguições, os membros da Banca Examinadora decidem que o candidato foi:

☒ APROVADO

☐ REPROVADO

OBS:

---

---

---

---

---

Na forma regulamentar, foi lavrada a presente ata que está assinada pelos membros da Banca:

\_\_\_\_\_  
Professor Orientador: **Prof. Dr. João Fernando Dias – FECIV/UFU**

\_\_\_\_\_  
Membro externo: **Prof. Dr. Adailson Pinheiro Mesquita –Centro Universitário do Triângulo**

\_\_\_\_\_  
Membro: **Profª. Drª. Giovanna Teixeira Damis Vital – FAUED/UFU**

Uberlândia, 27 de ABRIL de 2015.



**VIBRAÇÃO TRANSMITIDA A CADEIRANTES ATRAVÉS DO  
DESLOCAMENTO SOBRE DETERMINADOS TIPOS DE  
REVESTIMENTOS DE CALÇADAS**

**Marianna Ribeiro de Faria**

Dissertação submetida ao programa de mestrado da Faculdade de Engenharia Civil da Universidade Federal de Uberlândia, como parte dos requisitos para a obtenção do título de **Mestre em Engenharia Civil**.

**APROVADA POR:**

---

**Prof. Eng. Dr. João Fernando Dias**

(Orientador)

---

**Prof. Eng. Dra. Giovana Tamis Vital**

(Examinador Interno)

---

**Prof. Eng. Dr. Adailson Pinheiro Mesquita**

(Examinador Externo)

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
Sistema de Bibliotecas da UFU, MG, Brasil.

---

F224v  
2015 Faria, Marianna Ribeiro de, 1987-  
Vibração transmitida a cadeirantes através do deslocamento sobre determinados tipos de revestimentos de calçadas / Marianna Ribeiro de Faria. - 2015.  
121 f. : il.

Orientador: João Fernando Dias.  
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Uberlândia,  
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil.  
Inclui bibliografia.

1. Engenharia civil - Teses. 2. Deficientes - Orientação e mobilidade - Teses. 3. Calçadas - Teses. 4. Locomoção humana - Teses.  
I. Dias, João Fernando. II. Universidade Federal de Uberlândia, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil. III. Título.

CDU: 624

---

## FICHA CATALOGRÁFICA

FARIA, MARIANNA RIBEIRO

Vibração transmitida a cadeirantes através do deslocamento sobre determinados tipos de revestimentos de calçadas/ Marianna Ribeiro de Faria – Uberlândia, 2015.

2015, 120 p, 210x297mm (FECIV/UFU, Mestre, Construção civil, 2015).

Dissertação de Mestrado –Faculdade de Engenharia Civil –

Universidade Federal de Uberlândia, 2015.

Área: Construção Civil

Orientador: Prof. Eng. Dr. João Fernando Dias

1. Vibrações2. Cadeirantes3 Revestimentos de calçada

I. FECIV/UFU

II. Título (série)

## REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

FARIA, M.R. (2015). Vibração transmitida a cadeirantes através do deslocamento sobre determinados tipos de revestimentos de calçadas. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Federal de Uberlândia, 2015.

## CESSÃO DE DIREITOS

NOME DO AUTOR: Marianna Ribeiro de Faria

TITULO DA DISSERTAÇÃO: Vibração transmitida a cadeirantes através do deslocamento sobre determinados tipos de revestimentos de calçadas

GRAU/ANO: Mestre/ 2015

É outorgada à Universidade Federal de Uberlândia a permissão para reproduzir cópias desta dissertação de mestrado e para emprestar ou vender cópias somente com os propósitos acadêmicos e científicos. A autora reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte desta dissertação de mestrado pode ser reproduzida sem a autorização por escrito do autor.

---

Marianna Ribeiro de Faria

Rua: Armando Lombardi nº111 apto 60, Sta. Maria

CEP: 38408-046 – Uberlândia / MG – Brasil.

As melhores e mais lindas coisas da vida não  
podem ser vistas, ouvidas ou tocadas, mas sim  
sentidas pelo coração.

**Helen Keller**

# AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por essa oportunidade, e por toda a força e luz que me proporcionou para realização desse projeto, como também aos meus pais Marco Antônio, Eliana por todos os conselhos e incentivos que me deram, e principalmente por todo o apoio que prestaram durante todo o meu percurso no mestrado.

Ao meu orientador João Fernando Dias, aos Engenheiros Gilmar Rabelo e Wexley pelos esforços e apoio na pesquisa de campo, e principalmente pela busca dos equipamentos necessários como também pela orientação e por acreditar na realização desse projeto.

Ao financiamento concedido por intermédio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Ministério da Educação (Capes- MEC).

Minha sincera gratidão a todos os membros do Conselho Municipal da Pessoa com Deficiência de Uberlândia - COMPOD e a Associação dos paraplégicos de Uberlândia APARU que acreditaram e confiaram na pesquisa, e ajudaram de forma significativa na realização da pesquisa, e a todos os colegas mestrandos da FECIV (Faculdade de engenharia civil) que sempre me ajudaram e incentivaram a chegar ao fim desse projeto.

No entanto esse trabalho foi concretizado através de um somatório de esforços e sem os quais não haveria possibilidade de realizar esta pesquisa por isso presto aqui minha singela homenagem a todos vocês.

---

# RESUMO

---

Com o presente trabalho buscou-se analisar as vibrações que são transmitidas aos cadeirantes durante o deslocamento sobre determinadas pavimentações de calçadas, devido ao risco que as vibrações geram a saúde e as crescentes queixas dos cadeirantes, direcionadas ao Conselho Municipal da Pessoa Portadora de Deficiência – COMPOD - Uberlândia. Dentre as principais queixas citam-se a dificuldade e desconforto ao se locomoverem nas pavimentações de calçadas. Dentro dos tipos de pavimentação de calçadas bastante usuais, foram selecionados quatro dos quais três são compostos por materiais estabelecidos como adequados para faixa de circulação pela lei nº10.686, de 20 de dezembro de 2010 do sistema viário de Uberlândia, e o outro tipo de pavimentação composta por pedra macaquinho, frequentemente usado, na cidade de Uberlândia. Neste trabalho, correlacionaram-se os aspectos técnicos com os aspectos subjetivos, através de quatro etapas metodológicas, que consistiram em uma caracterização de amostras, seguidas de uma inspeção visual, com a pretensão de selecionar trechos de calçadas visualmente em estado regular, para posteriormente promover o teste com os cadeirantes de forma segura e apropriada para a pesquisa. O grande diferencial da pesquisa foi a coleta de dados referentes à vibração transmitida ao cadeirante durante o deslocamento nas pavimentações selecionadas, simultaneamente à aplicação de questionário relacionados a percepção do cadeirante quanto aos aspectos de conforto sentido durante o deslocamento sobre os diferentes tipos de pavimentação de calçada. Todos os dados coletados e o diagnóstico das vibrações quantificadas correlacionadas ao conforto sentido, juntamente com o tipo de pavimentação de calçada e todos os aspectos técnicos abordados na pesquisa, foram sistematizados em planilhas e posteriormente demonstrados graficamente o que deixa nítido a dificuldade e o risco de deslocamento do cadeirante.

**Palavras-chave:** Calçadas, Quantificação de Vibração, Acessibilidade.



---

# ABSTRACT

---

*The present study aimed to analyze the vibrations that are transmitted to the wheelchair during travel on certain paving sidewalks because of the risk that the vibrations generate health and increasing complaints from wheelchair, directed to the City Council of People with Disabilities - COMPOD - Uberlandia. Among the main complaints cite the difficulty and discomfort to move around on the sidewalks of tessellations. Within the types of paving quite usual sidewalks, four were three of which are composed of materials established as suitable for range of movement by Law No. 10,686, of December 20, 2010 the road system of Uberlandia, and the other type of paving which consists put monkey stone, often used in Uberlandia. In this work, the technical aspects with the subjective aspects, through four methodological steps correlated, which consisted of a characterization of the samples, followed by a visual inspection, by claiming to select sidewalks snippets visually generally well, to further promote the test with the wheelchair safely and appropriately for research. The great advantage of the research was to collect data to vibration transmitted to the wheelchair while traveling in the selected flooring, while the application of the walkthrough to understand the perception of the wheelchair in the matters of comfort felt during the displacement on the different types of paving sidewalk. All data collected and the diagnosis of quantified vibrations correlated comfort sense, kind of sidewalk paving and all technical aspects addressed in this study, were organized in spreadsheets and later shown graphically leaving clear the difficulty and the risk of wheelchair displacement.*

**Keywords: Sidewalks, Vibration Measuring Accessibility.**

---

# SUMÁRIO

---

## CAPÍTULO 01

<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>12</b>
<b>1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO.....</b>	<b>12</b>
<b>1.2 PROBLEMA DE PESQUISA.....</b>	<b>14</b>
<b>1.3 OBJETIVOS.....</b>	<b>14</b>
1.3.1 OBJETIVO GERAL.....	14
1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	14
<b>1.4 RELEVÂNCIA DO TEMA.....</b>	<b>15</b>
<b>1.5 ESTRUTURA DO TRABALHO .....</b>	<b>16</b>

## CAPÍTULO 02

<b>2.1 CALÇADAS.....</b>	<b>17</b>
2.1.1 DEFINIÇÕES.....	17
2.1.2 TIPOS DE PAVIMENTAÇÕES ESTUDADAS.....	17
<b>2.2 AS CALÇADAS E A ACESSIBILIDADE.....</b>	<b>20</b>
2.2.1 DEFINIÇÕES.....	20
2.2.2 DIMENSIONAMENTO GEOMÉTRICO DAS CALÇADAS ACESSÍVEIS.....	21
2.2.3 A EXCLUSÃO SOCIAL ATRAVÉS DA FALTA DE ACESSIBILIDADE.....	24
<b>2.3 ACESSIBILIDADE E MOBILIDADE URBANA.....</b>	<b>26</b>
2.3.1 DEFINIÇÕES.....	26
2.3.2 CIRCULAÇÃO.....	30
2.3.3 ROTAS ACESSÍVEIS EM PROL DA MOBILIDADE URBANA.....	30
2.3.2 MOBILIDADE URBANA E MOBILIDADE SUSTENTÁVEL.....	31
<b>2.4 AS CALÇADAS E OS CADEIRANTES.....</b>	<b>33</b>
2.4.1 AS CALÇADAS E AS PESSOAS COM MOBILIDADE REDUZIDA.....	33
2.4.2 A PESSOA COM PARAPLEGIA.....	34
2.4.3 TIPOS DE CADEIRA DE RODA.....	35
<b>2.5 VIBRAÇÃO.....</b>	<b>36</b>
2.5.1 DEFINIÇÕES.....	36
2.5.2 TIPOS DE VIBRAÇÕES.....	37
2.5.3 VIBRAÇÕES DE CORPO INTEIRO.....	38
2.5.4 NORMAS REFERENTES À VIBRAÇÃO.....	39
2.5.5 EFEITOS DA VIBRAÇÃO NO CORPO HUMANO.....	40
2.5.6 ESTUDOS REFERENTES À VIBRAÇÃO EM CADEIRANTES.....	43

2.6.7 EQUIPAMENTOS UTILIZADOS PARA VIBRAÇÃO DE CORPO INTEIRO...	33
<b>2.6 RECOMENDAÇÕES NORMATIVAS VIGENTE.....</b>	<b>35</b>
2.6.1 INTRODUÇÃO.....	35
2.6.2 DESENHO UNIVERSAL.....	37
2.6.3 ABNT NBR9050.....	38
2.6.4 LEI DO SISTEMA VIÁRIO DE UBERLÂNDIA Nº 10.686, DE 20 DEZ 2010.....	38
<b>2.7 ESTUDO DE CASO (AS NORMAS E A REALIDADE DAS CALÇADAS).....</b>	<b>40</b>

## **CAPÍTULO 03**

<b>METODOLOGIA.....</b>	<b>46</b>
<b>3.1 CARACTERIZAÇÃO DAS AMOSTRAS (ETAPA 1).....</b>	<b>46</b>
3.1.1 LOCAL.....	46
3.1.2 PAVIMENTAÇÃO DE CALÇADA (MATERIAIS).....	46
3.1.3 CADEIRANTE PARTICIPANTE.....	47
3.1.4 CADEIRA DE RODA .....	48
<b>3.2 INSPEÇÕES DOS TRECHOS SELECIONADOS PARA TESTE (ETAPA 2).....</b>	<b>49</b>
3.2.1 CONSERVAÇÃO ATUAL.....	50
3.2.2 LARGURA EFETIVA E COMPRIMENTO DO TRECHO.....	50
3.2.3 INCLINAÇÃO TRANSVERSAL E LONGITUDINAL.....	51
3.2.4 RUGOSIDADE ABRUPTA.....	55
<b>3.3 COLETAS DE DADOS (ETAPA 3).....</b>	<b>57</b>
3.3.1 VIBRAÇÃO TRANSMITIDA (HVM-100 DURANTE O DESLOCAMENTO SOB OS TIPOS DE PAVIMENTO DE CALÇADAS).....	57
3.3.2 CONFORTO SENTIDO (DURANTE O DESLOCAMENTO SOB OS TIPOS DE PAVIMENTO DE CALÇADAS).....	59
<b>3.4 SISTEMATIZAÇÃO DOS DADOS (ETAPA 4).....</b>	<b>61</b>

## **CAPÍTULO 04**

<b>ANALISE DOS DADOS COLETADOS E RESULTADOS.....</b>	<b>62</b>
<b>4.1 DADOS E ANÁLISES DO RECRUTAMENTO DOS CADEIRANTES PARTICIPANTES.....</b>	<b>62</b>
<b>4.2 DADOS E ANÁLISES DA INSPEÇÃO VISUAL E NIVELAMENTO GEOMÉTRICO.....</b>	<b>65</b>
<b>4.3 RUGOSIDADE ABRUPTA (TESTE MANCHA DE AREIA).....</b>	<b>69</b>
<b>4.4 DADOS DA VIBRAÇÃO TRANSMITIDA (DURANTE O DESLOCAMENTO SOBRE OS TIPOS DE REVESTIMENTOS DE CALÇADAS) .....</b>	<b>74</b>
<b>4.5 DADOS DO CONFORTO SENTIDO (DURANTE O DESLOCAMENTO SOBRE OS TIPOS DE REVESTIMENTOS DE CALÇADAS).....</b>	<b>79</b>

<b>4.6 DADOS DO SINTOMA SENTIDO (DURANTE O DESLOCAMENTO SOBRE OS TIPOS DE REVESTIMENTOS DE CALÇADAS).....</b>	<b>82</b>
<b>4.7 ANÁLISE DO TIPO DE SINTOMA SENTIDO (DURANTE O DESLOCAMENTO SOBRE O TIPO DE REVESTIMENTO DE CALÇADA).....</b>	<b>84</b>
<b>4.8 DADOS E ANALISES DO CONFORTO X VIBRAÇÃO TRANSMITIDA VERSUS RUGOSIDADE ABRUPTA.....</b>	<b>85</b>

## **CAPÍTULO 05**

<b>CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....</b>	<b>87</b>
<b>Referências Bibliograficas.....</b>	<b>89</b>
<b>Anexo A.....</b>	<b>94</b>
<b>Anexo B.....</b>	<b>96</b>
<b>Anexo C.....</b>	<b>101</b>

---

# Índices de Figuras

FIGURA 2.1 – Cimentado áspero.....	18
FIGURA 2.2 – Ladrilho hidraulico.....	18
FIGURA 2.3 - Bloco intertrsvado.....	19
FIGURA 2.4 – Pedra macaquinho.....	19
FIGURA 2.5 – Largura para deslocamento da calçada.....	22
FIGURA 2.6 – Largura mínima para faixa de circulação de calçada.....	22
FIGURA 2.7 – Curvas de frequência.....	37
FIGURA 2.8a – Eixos das vibrações em pé.....	38
FIGURA 2.8b – Eixo das vibrações sentados.....	38
FIGURA 2.9- Sistema biomecânico simplificado.....	41
FIGURA 2.10- Gráfico zona de risco potencial a saúde.....	42
FIGURA 2.11a – Almofada ou <i>sit pad</i> .....	45
FIGURA 2.11b- Equipamento de Vibração.....	45
FIGURA 2.12 – Kit acessórios de fixação para acelerômetros.....	45
FIGURA 2.13- Fluxograma para equipamentos HVM -100.....	46
FIGURA 2.14a – Acabamento cerâmico liso.....	52
FIGURA 2.14b- Acabamento de granito polido.....	52
FIGURA 2.15a - Calçadas intransitáveis acesso de carro inadequado.....	53
FIGURA 2.15b- Calçadas intransitáveis acesso de carro inadequado.....	53
FIGURA 2.16a- Inclinações visivelmente inadequadas.....	53
FIGURA 2.16b- Inclinações visivelmente inadequadas.....	53
FIGURA 2.17a- Calçada seccionada por faixas de grama.....	54
FIGURA 2.17b- Calçada seccionada por faixas de grama.....	54
FIGURA 2.18a – Elemento saliente entre a divisa do lote.....	54
FIGURA 2.18b- Degrau entre divisa do lote.....	54
FIGURA 2.19- Muro na divisa do lote.....	55
FIGURA 2.20- Muro no meio Fio.....	55
FIGURA 2.21- Escada com rampa.....	55
FIGURA 2.22- Degrau associado a calçada.....	55
FIGURA 3.1- Trena em formato de cruzeta.....	62
FIGURA 3.2- Angulometro.....	63
FIGURA 3.3- Medição com angulometro.....	63
FIGURA 3.4- Nível Ótico e suporte de apoio.....	64
FIGURA 3.5- Croqui pontos do trecho 1.....	65
FIGURA 3.6- Nível Ótico e Regua graduada.....	65

<b>FIGURA 3.7- Equipamento utilizado para teste mancha de areia.....</b>	<b>66</b>
<b>FIGURA 3.8- Areia espalha com carimbo.....</b>	<b>67</b>
<b>FIGURA 3.9- Diâmetro do círculo formado sendo aferido.....</b>	<b>67</b>
<b>FIGURA 3.10- Medidor de vibração do corpo humano.....</b>	<b>69</b>
<b>FIGURA 3.11- Cadeira de roda manual com acelerômetro instalado.....</b>	<b>69</b>
<b>FIGURA 3.12- Cadeira de roda automática com acelerômetro instalado.....</b>	<b>69</b>
<b>FIGURA 3.13- Almofada colocada sobre o assento.....</b>	<b>69</b>
<b>FIGURA 4.1- Largura efetiva pavimentação de pedra macaquinho.....</b>	<b>76</b>
<b>FIGURA 4.2- Largura efetiva pavimentação cimentado áspero.....</b>	<b>76</b>
<b>FIGURA 4.3- Medição do comprimento pavimentação com bloco intertravado.....</b>	<b>77</b>
<b>FIGURA 4.4- Medição do comprimento pavimentação com pedra macaquinho.....</b>	<b>77</b>
<b>FIGURA 4.5- Medição de inclinação pavimentação cimentado áspero.....</b>	<b>77</b>
<b>FIGURA 4.6- Medição de inclinação pavimentação bloco intertravado.....</b>	<b>77</b>
<b>FIGURA 4.7- Medição de inclinação pavimentação ladrilho hidráulico.....</b>	<b>77</b>
<b>FIGURA 4.8- Medição de inclinação pavimentação pedra macaquinho.....</b>	<b>77</b>
<b>FIGURA 4.9- Marcação dos pontos pavimentação de cimentado áspero.....</b>	<b>78</b>
<b>FIGURA 4.10- Marcação dos pontos pavimentação ladrilho hidráulico.....</b>	<b>78</b>
<b>FIGURA 4.11- Teste Mancha de areia pavimentação cimentado áspero.....</b>	<b>80</b>
<b>FIGURA 4.12- Teste Mancha de areia pavimentação bloco intertravado.....</b>	<b>80</b>
<b>FIGURA 4.13- Teste Mancha de areia pavimentação pedra macaquinho.....</b>	<b>81</b>
<b>FIGURA 4.14- Teste Mancha de areia pavimentação ladrilho hidráulico.....</b>	<b>81</b>

---

# Índice de Gráficos

---

GRAFICO 4.1 - Faixa etária dos participantes.....	73
GRAFICO 4.2- Sexo dos cadeirantes participantes.....	74
GRAFICO 4.3- Percentual do peso.....	74
GRAFICO 4.4 - Nível escolar dos participantes.....	75
GRAFICO 4.5 - Renda familiar.....	75
GRAFICO 4.6 - Teste mancha de areia pavimentação cimentado áspero.....	82
GRAFICO 4.7 - Teste mancha de areia pavimentação bloco intertravado.....	83
GRAFICO 4.8 - Teste mancha de areia pavimentação ladrilho hidráulico.....	83
GRAFICO 4.9 - Teste mancha de areia pavimentação pedra macaquinho .....	84
GRAFICO 4.10 - Teste mancha de areia pavimento.....	84
GRAFICO 4.11 - Cimentado áspero aceleração x tempo de exposição .....	86
GRAFICO 4.12 - Bloco Intertravado aceleração x tempo de exposição.....	87
GRAFICO 4.13 - Ladrilho Hidráulico aceleração x tempo de exposição.....	88
GRAFICO 4.14 -Pedra Macaquinho aceleração x tempo de exposição.....	89
GRAFICO 4.15- Cimentado Áspero conforto sentido no deslocamento.....	90
GRAFICO 4.16 - Bloco Intertravado conforto sentido no deslocamento.....	91
GRAFICO 4.17- Ladrilho Hidráulico conforto sentido no deslocamento.....	91
GRAFICO 4.18 - Pedra Macaquinho conforto sentido no deslocamento.....	92
GRAFICO 4.18 - Cimentado áspero sintoma sentido no deslocamento.....	93
GRAFICO 4.19 - Bloco Intertravado sintoma sentido no deslocamento.....	93
GRAFICO 4.20- Ladrilho Hidráulico sintoma sentido no deslocamento.....	94
GRAFICO 4.21- Pedra Macaquinho sintoma sentido no deslocamento.....	94
GRAFICO 4.22 - Relação do percentual sintoma sentido durante o deslocamento.....	95

---

# Índice de Tabelas

---

<b>TABELA 2.1 – Sintomas experimentados pelos usuários de transportes x acelerações mensuradas.....</b>	<b>42</b>
<b>TABELA 2.2 – Sintomas gerados através do grau de frequência transmitida.....</b>	<b>43</b>
<b>TABELA 3.1 – Itens para escolha do perfil dos entrevistados peso x altura x idade x sexo.....</b>	<b>60</b>
<b>TABELA 4.1 – Nivelamento Geométrico pavimentação de cimentado áspero.....</b>	<b>79</b>
<b>TABELA 4.2 – Teste Mancha de Areia pavimentação cimentado áspero.....</b>	<b>81</b>



---

# CAPÍTULO 1

## Introdução

---

Quando estudamos as calçadas, logo percebemos o quanto importante essa parte da via destinada a circulação dos pedestres é responsável por garantir a integração dos espaços das nossas cidades, pois, a calçada é um dos aspectos fundamentais da mobilidade urbana.

---

### 1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO

---

A calçada é “parte da via, normalmente segregada e em nível diferente, não destinada à circulação de veículos, reservada ao trânsito de pedestres e, quando possível, à implantação de mobiliário urbano, sinalização, vegetação e outros fins”, de acordo com a Lei Federal nº 9.503/1997.

Para Aguiar (2003, p.17), as calçadas e as travessias de pedestres, constituem elementos essenciais para garantir a circulação segura e confortável das pessoas e assim ajudar nos deslocamentos realizados nas cidades.

Ao se tratar de calçadas, pedestres e de mobilidade urbana, fica claro a necessidade de outro elemento intrínseco a toda essa conjuntura, que é a acessibilidade do qual tem como principal função garantir a liberdade de ir e vir de todos os cidadãos com mobilidade reduzida ou não.

No caso da acessibilidade, essa pode ser compreendida como a “possibilidade e condição de alcance para utilização, com segurança e autonomia, dos espaços, mobiliários e equipamentos urbanos, das edificações, dos transportes e dos sistemas e meios de comunicação, por pessoa portadora de deficiência ou com mobilidade reduzida”, Lei Federal nº 10.098/2000.

Completando a esse raciocínio de acessibilidade, mobilidade urbana, pedestres e calçadas acessíveis, Wright (2001) definiu que uma calçada construída segundo os critérios de acessibilidade e de acordo com os princípios de desenho universal atende às necessidades de todos, de crianças e a idosos, inclusive pessoas com deficiência.

Diferente do atual contexto de grande parte das nossas cidades brasileiras, das quais são delineadas com um acelerado processo de urbanização, e desordenada ocupação do solo. Essa urbanização

acarreta sérios problemas entre os diversos núcleos e setores das cidades como também espaços públicos, obras públicas e federais.

As irregularidades e deformações presentes nas superfícies das calçadas podem advir também, através do próprio material utilizado para compor essas calçadas. O tipo de superfície de apoio e suas irregularidades podem ocasionar certo desconforto, tanto aos cadeirantes quanto ao pedestre, devido às vibrações baixíssimas transmitidas durante o processo de deslocamento sobre essas pavimentações de calçadas.

Seguindo esse raciocínio, Rocha (2010) demonstra que as vibrações em calçadas, além das irregularidades citadas anteriormente, são oriundas das deformações na superfície de deslocamentos, tais como desnivelamentos, cunhas, trincas e desgastes, podendo sofrer variações conforme o tipo de material utilizado na construção e o estado de conservação da calçada.

Mesmo com todas essas indagações, pode-se dizer que o maior problema relacionado à acessibilidade, não é de fato a falta de leis e normas, mas sim o processo de conscientização, pois, sem ele não há o cumprimento das leis e normas, muito menos a construção natural, ideal de um espaço que atenda a todos os cidadãos sejam eles com deficiência física ou não.

As vibrações geradas durante um deslocamento sobre calçadas podem afetar e ocasionar de pequeno a sérios problemas de saúde, conforme Rocha (2010), quando as frequências vibracionais são baixas ocasionam diminuição da capacidade de concentração e da eficiência no trabalho e até mesmo enjoo.

Assim sendo, a avaliação da qualidade desses espaços e principalmente conhecer os elementos que compõem essas calçadas é de fundamental importância para que sejam promovidas as instalações apropriadas a todos os tipos de pedestres. Além disso, é essencial que as calçadas e os espaços urbanos destinados ao uso de pedestres, ofereçam condições adequadas e satisfatórias para o deslocamento e circulação de todos.

Integrando a todas essas informações e devido à importância da sensação de conforto equiparado a vibração transmitida durante o deslocamento sobre os trechos de pavimentações de calçadas, este trabalho através das etapas metodológicas tem como intuito analisar e correlacionar tanto os aspectos técnicos como o aspecto subjetivo de conforto físico sentido pelo cadeirante.

A pesquisa de campo conta com a instrumentação técnica de equipamentos específicos, para mensurar e coletar dados dos aspectos qualitativos, físicos e normativos da pavimentação de calçada, como também questionários e testes com os próprios cadeirantes.

## 1.2 PROBLEMAS DA PESQUISA

---

Ao aprofundar nos estudos e aos problemas com as calçadas, é notório que as calçadas não são itens simples de se mensurar, pois, ocorre desde a falta de conscientização até a improvável mão de obra, onde alguns outros aspectos são ignorados, e um deles é a vibração que determinados pavimentos de calçadas geram aos cadeirantes levando ao desconforto de deslocamento.

A grande questão deste projeto é de fato a realidade vivida pelos cadeirantes no seu deslocamento sobre pavimentações de calçadas, por ser um aspecto subjetivo de desconforto físico, do qual gerou crescentes reclamações ao Conselho Municipal da Pessoa Portadora de Deficiência – COMPOD.

Portanto a problemática em si leva as seguintes indagações. Como mensurar o grau de acessibilidade e conforto em uma calçada? Somente os parâmetros de dimensionamento e referências geométricas são suficientes para tornar uma calçada acessível? Esses parâmetros proporcionam de fato conforto aos pedestres e cadeirantes?

São motivos dos quais motivaram a realização desse trabalho, verdadeiro incentivo para avaliar tanto as variáveis técnicas que são intrínsecas as calçadas, como também a sensação de desconforto físico sentido, correlacionados diretamente com a vibração que é transmitida durante o deslocamento do próprio cadeirante sobre pavimentação de calçadas.

---

## 1.3 OBJETIVOS

---

### 3.1 OBJETIVO GERAL

- O objetivo geral deste trabalho é mensurar o grau de vibrações transmitido a cadeirante durante o deslocamento sobre determinados tipos de pavimentos de calçadas e correlacionar ao desconforto gerado ao cadeirante.

### 3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Coletar dados técnicos relacionados aos pavimentos de calçada, tais como, estado de conservação, tipo de material que compõe a pavimentação, rugosidade abrupta e inclinação.
- Selecionar trechos de pavimentos de calçadas para o deslocamento do cadeirante, com o intuito de coletar dados subjetivos, através de entrevista com o próprio cadeirante buscando relatos das dificuldades e o desconforto sentido rotineiramente.

- Analisar e sistematizar todos os dados mensurados procurando correlacionar o tipo de pavimento de calçada, com o grau de vibração aferido e a percepção de desconforto do próprio cadeirante, seguindo os critérios das normas e a necessidade de oferecer condições seguras e acessíveis para a circulação de todos.

---

## 1.4 RELEVÂNCIAS DO TEMA

---

Tornar o espaço público acessível é eliminar obstáculos físicos, naturais ou de comunicação que exista, impeça e/ou dificulta a livre circulação das pessoas ao longo das calçadas, dos equipamentos e mobiliários urbanos, nos edifícios e nas várias modalidades de transporte público, segundo KEPPE JUNIOR (2007, p.3).

A calçada é um dos elementos primordiais de garantia da mobilidade urbana, podendo ser considerada como requisito básico de circulação, do direito de ir e vir de cada cidadão, mas o problema não está em só seguir o dimensionamento proposto em normas, leis e decretos, e sim na composição, construção e avaliação desses espaços físicos.

Para atingir os aspectos da mobilidade urbana, e oferecer algum tipo de serviço público dignamente em prol acessibilidade, há a necessidade de uma avaliação dos serviços prestados, frente às expectativas técnicas como principalmente o conforto de seus usuários.

Até dado momento há vários relatos de queixas direcionadas ao Conselho Municipal da Pessoa com Deficiência de Uberlândia - COMPOD por parte dos cadeirantes com dificuldade e desconforto ao locomover sobre pavimentos de calçadas, o que deixa claro que o espaço urbano ainda não é totalmente acessível, pois não integradas aos espaços e sim limita a locomoção, principalmente a autonomia de ir e vir.

Os aspectos mencionados entre outros, aumentam a relevância do tema e principalmente a necessidade de estabelecer métodos eficazes de avaliação e soluções plausíveis que favoreça a instalação da mobilidade urbana, especialmente da acessibilidade.

Deste modo, esta pesquisa poderá contribuir para o Conselho Municipal da Pessoa com Deficiência de Uberlândia - COMPOD e a Associação dos paraplégicos de Uberlândia APARU, a averiguar os pavimentos de calçadas, podendo ser uma ferramenta simples de avaliação do próprio espaço físico e publico sem descartar o conforto de locomoção tanto do pedestre como do cadeirante, em busca da acessibilidade para todos.

## 1.5 ESTRUTURA DO TRABALHO

---

Esse trabalho é dividido em cinco capítulos, assim sendo:

**No Capítulo 1** é apresentado uma concisa introdução e apresentação do tema, as problemáticas, a relevância do tema enquanto contribuição científica e a justificativa que motivaram esta pesquisa, como também os objetivos, e a estruturação da dissertação.

**No Capítulo 2** é exposto à revisão bibliográfica e a conjuntura em que esse trabalho de dissertação está inserido, com tópicos relacionados às calçadas, as vibrações, ao contexto normativo vigente, a acessibilidade e um breve relatório da realidade das nossas calçadas.

**O Capítulo 3** aborda e descreve os métodos escolhidos e os procedimentos que serão realizados nessa pesquisa.

**No Capítulo 4** estão dispostas as análises e sistematizações dos dados coletados.

**No Capítulo 5** contém os diagnósticos e resultados conclusivos da dissertação, além de recomendações para trabalhos futuros.

---

## **CAPÍTULO 2**

# **Referências Bibliográficas**

---

Neste capítulo está presente grande parte do embasamento teórico conexo ao tema desse estudo, onde dentro dos tópicos presentes nesse capítulo alguns deles são direcionados as calçadas, a acessibilidade, aspectos gerais da vibração, as recomendações normativas e critérios adotados na pesquisa, demonstrados a seguir.

---

### **2.1 CALÇADAS**

---

#### **2.1.1 DEFINIÇÕES**

A calçada é utilizada e assegurada ao trânsito de pedestres, podendo haver permissão de uso da mesma desde que não atrapalhe o fluxo ou obstrua a passagem, e garanta a segurança do pedestre, conforme critérios estabelecidos pela Lei Municipal 10.741/2011, que institui o Código Municipal de Posturas de Uberlândia.

Uma parte da calçada é denominada de faixa de circulação do qual, conforme a lei do Sistema Viário de Uberlândia Nº 10.686, de 20 de dezembro de 2010 no seu Art. 15, a faixa de circulação destina-se exclusivamente ao trânsito de pedestres, não podendo ser atribuído outro uso, mesmo que temporário, e deverá ter inclinação transversal máxima de 2% (dois por cento), ter permanente manutenção, superfície regular, firme, estável e antiderrapante, sob qualquer condição, e deverá evitar trepidação que prejudique a livre circulação.

#### **2.1.2 TIPOS DE PAVIMENTAÇÕES ESTUDADAS**

Dentro da vasta gama de materiais de acabamento para pavimentos de calçadas usados em Uberlândia, esse projeto tem como foco analisar os materiais para pavimentações acessíveis conforme proposto pela lei do Sistema Viário de Uberlândia Nº 10.686, de 20 de dezembro de 2010 do qual dentro dos materiais recomendados para faixa de circulação, neste estudo temos como intuito estudas somente as pavimentações de calçadas composta por cimentado áspero, ladrilho hidráulico, bloco intertravado.

Com a demanda decorrente das constantes reclamações por parte de cadeirantes junto ao Conselho Municipal da Pessoa com Deficiência - COMPOD, este projeto procurou avaliar os acabamentos descritos acima como também o material precursor das reclamações que é a pedra macaquinho.

### **Pavimentação com cimentado áspero**

A pavimentação de calçada com cimentado áspero pode ser executada em concreto moldado in loco. Recebe essa nomenclatura de cimentado áspero por seu acabamento final ser “vassourado”, ou “varrido” o que garante um resultado antiderrapante como mostra a figura 2.1 abaixo.

**FIGURA 2.1 CIMENTADO ASPERO**



**FONTE: AUTORA**

### **Pavimentação com ladrilho hidráulico**

A pavimentação de calçada com ladrilho hidráulico é um piso artesanal, pois, são assentados peças de 2 cm a 3 cm de espessura, com tamanho padrão de 20 cm x 20 cm do qual recebem esse nome por ficarem imersas aproximadamente oito horas de baixa d'água para o processo de cura, como mostra a figura 2.2 abaixo.

**FIGURA 2.2 LADRILHO HIDRAULICO**



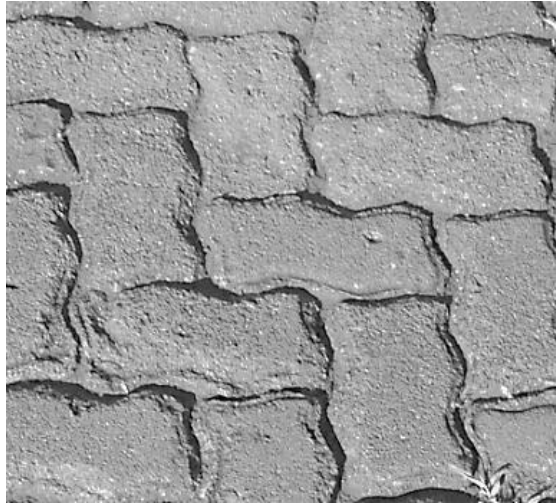
**FONTE: AUTORA**

A seguir as pavimentações compostas com bloco intertravado e pedra macaquinho.

### **Pavimentação com bloco intertravado**

O pavimento de blocos intertravado são peças pré-fabricadas de concreto, do qual são assentados sobre camada de areia, travados por contenção lateral e pelo atrito da camada de areia entre as peças. A figura 2.3 abaixo ilustra as peças já assentadas.

**FIGURA 2.3 BLOCO INTERTRAVADO**



**FONTE: AUTORA**

### **Pavimentação com pedra macaquinho**

A pavimentação com pedra macaquinho ou pedra Brasil é resultado do calcetamento com pedras de formato irregular, do qual são de pedras de origem basáltica entalhadas em formando cúbicos com cerca de 15 centímetros de aresta, e assentadas artesanalmente, demonstrada na figura 2.4 abaixo.

**FIGURA 2.4 PEDRA MACAQUINHO**



**FONTE: AUTORA**

Adiante o tópico relacionado às calçadas e a acessibilidade, tratando da sua definição e dimensões geométricas.



## 2.2 AS CALÇADAS E A ACESSIBILIDADE

---

Ser acessível não é somente ter normas e leis formuladas para serem cumpridas, de acordo com Costa, Maior e Lima (2005), ressalta-se, entre outras coisas, que acessibilidade não se resume apenas a um conjunto de soluções para pessoas com deficiência ou com mobilidade reduzida. Os estudos mostram que o tema “acessibilidade” é novo e, devido a isto, ainda há um desconhecimento sobre a obrigatoriedade de sua efetivação, bem como a respeito de como colocá-lo em prática.

Segundo os dados de Teles (2007), 60% da população total brasileira, inclusive os idosos, as crianças, as grávidas, as mães com carrinho de bebê e os acidentados, temporariamente ou não, necessitam de calçadas acessíveis, e principalmente de rotas acessíveis que leve tanto ao trabalho como ao lazer.

Esses dados mostram o tanto que é necessário construir o ambiente de forma acessível não só ressaltando o direito circulação, mas, construir calçadas como item integrante da qualidade e contexto urbano das nossas cidades.

### 2.2.1 DEFINIÇÕES

Segundo a Organização das Nações Unidas (ONU), “a definição de acessibilidade é o processo de conseguir a igualdade de oportunidades em todas as esferas da sociedade”. No final da década de 1940, surge o termo acessibilidade, relacionado às pessoas com deficiência, visando à eliminação das barreiras, o que significa dizer a inclusão dessas pessoas em todos os tipos de atividades, serviços e informações.

Segundo SASSAKI (2005), a partir da década de 1990, os desenhos universais se integram com o termo de acessibilidade, no qual os ambientes, meios de transporte e os utensílios são projetados para todos e, portanto, não apenas para pessoas com deficiência, o que foi um grande passo para quebra das barreiras arquitetônicas.

Já de acordo com o Portal Brasil (2010), acessibilidade é o termo usado para indicar a possibilidade de qualquer pessoa usufruir de todos os benefícios da vida em sociedade, entre eles o uso da internet. É o acesso a produtos, serviços e informações de forma irrestrita.

A acessibilidade é definida na Lei Federal nº 10.098 (Brasil, 2000), e pela ABNT (2004), como:

*“possibilidade e condição de alcance para utilização, com segurança e autonomia dos espaços, mobiliários e equipamentos urbanos, das edificações, dos transportes e dos sistemas e meios de comunicação, por pessoas portadoras de deficiência ou com mobilidade reduzida”.*

No entanto, para a ABNT (2004), ser acessível é “o espaço, edificação, mobiliário, equipamento urbano ou elemento que possa ser alcançado, acionado, utilizado e vivenciado por qualquer pessoa, inclusive aquela com mobilidade reduzida”. O termo acessível implica tanto acessibilidade física como de comunicação.

Resumidamente, conforme Rabelo (2008), a acessibilidade é “*a possibilidade de qualquer indivíduo, independente de suas condições físicas, sensitivas ou mentais, alcançar, perceber e entender, com autonomia e segurança, suas necessidades vitais sendo necessário, para tanto, fazer uso dos espaços e serviços de uso coletivos de domínio pública ou privado*”.

## **2.2.2 DIMENSIONAMENTO GEOMÉTRICO DAS CALÇADAS ACESSÍVEIS**

Com relação ao dimensionamento geométrico de calçadas, temos o manual desenvolvido nos Estados Unidos denominado Highway Capacity Manual, HCM (2000), que relaciona o desempenho e descreve os dados físicos que influenciam na circulação de pedestres nas calçadas.

No Brasil, as diretrizes para projetos arquitetônicos padrões e as medidas que proporcionam às pessoas deficientes acesso a prédios e vias em condições mais adequadas, são normatizadas pela ABNT (2004), principalmente com relação aos parâmetros geométricos da infraestrutura física nas calçadas.

Devido ao foco desta dissertação estar diretamente relacionado aos aspectos e parâmetros físicos das calçadas e, principalmente, a circulação de cadeirantes sobre determinados tipos de pavimento de calçada, estimou-se importante detalhar alguns aspectos de caracterização física abordada pela ABNT (2004) que são:

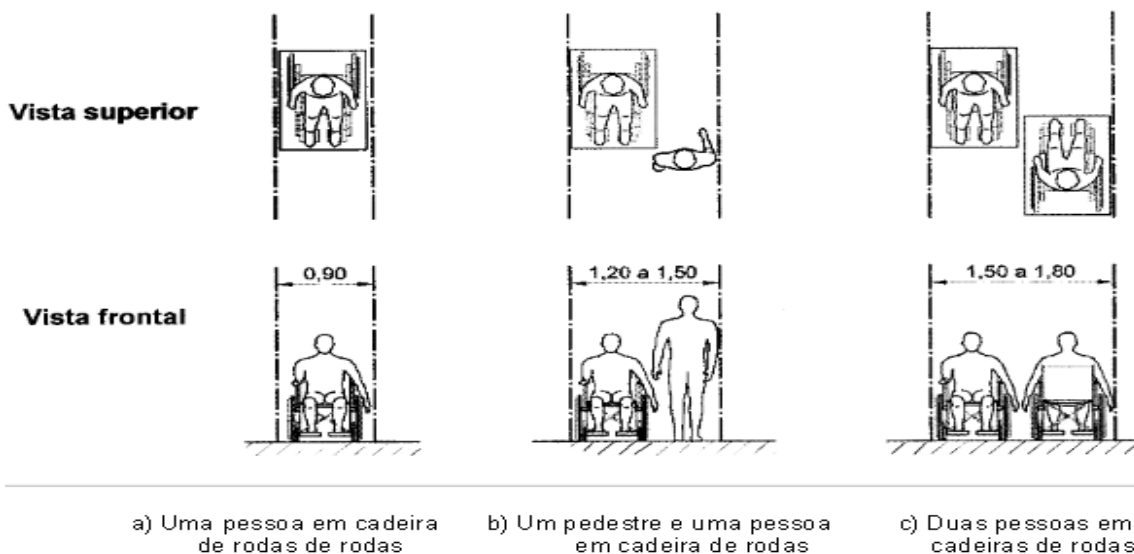
### **Largura Efetiva da Calçada e Faixa Livre**

Conforme a ABNT (2004), calçadas, passeios e vias exclusivas de pedestres devem incorporar faixa livre com largura mínima acessível recomendável de:

- 0,90 metros de largura, indicada para circulação de um cadeirante, porém a largura mínima admissível para faixa livre é de 1,20 metros de largura;
- 1,20 metros de largura mínima admissível, indicada para circulação de uma pessoa cadeirante e uma pessoa sem restrição de mobilidade, podendo as duas circularem, ao mesmo tempo pela mesma faixa livre;
- 1,50 metros de largura mínima, indicada para duas pessoas cadeirantes circularem na mesma faixa livre.

A Figura 2.5 abaixo representa as medidas recomendáveis através de vista superior e vista frontal.

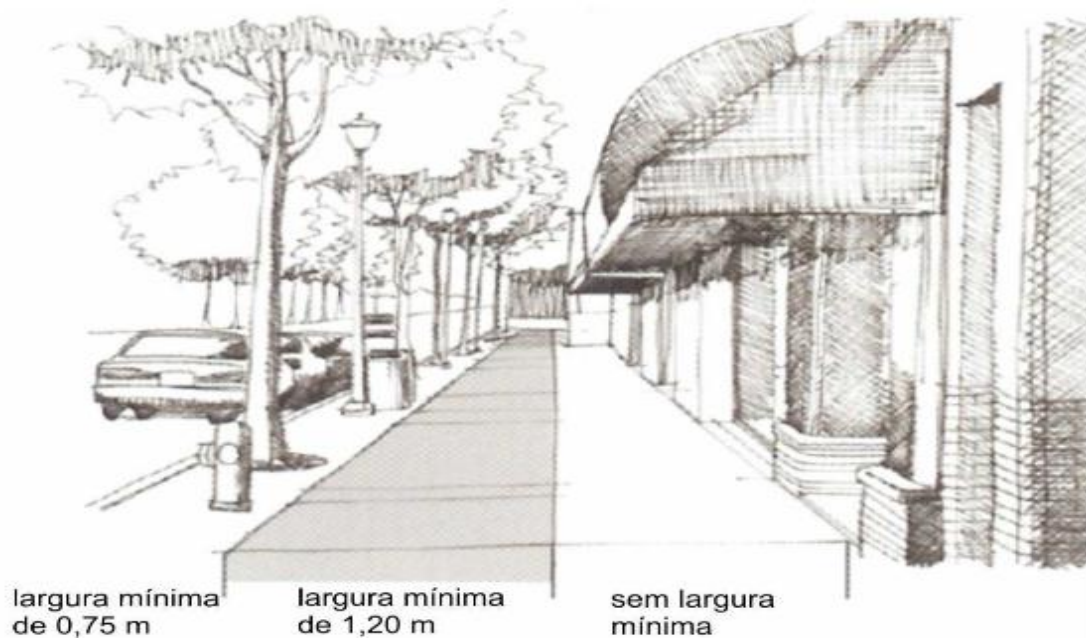
**FIGURA 2.5- LARGURA PARA DESLOCAMENTOS EM CALÇADAS**



**FONTE: ABNT NBR 9050**

Conforme ilustra a Figura 2.6 abaixo, nota-se que as faixas livres devem ser completamente desobstruídas e isentas de interferências, sejam por equipamentos urbanos, equipamentos de infraestrutura, vegetação ou por qualquer outro tipo de interferência ou obstáculo que reduza a largura da e faixa livre, sendo destinado aflorados postes, armários de equipamentos, árvores, jardineiras, rebaixamentos na largura mínima de 0,75 metros.

**FIGURA 2.6- LARGURAS MÍNIMAS PARA FAIXA DE CIRCULAÇÃO DE CALÇADAS**



**FONTE: ABNT NBR 9050**

### **Estado de conservação e material utilizado na superfície da calçada**

De acordo com as diretrizes estabelecidas da ABNT (2004), os pisos devem ter superfície regular, firme, estável e antiderrapante sob qualquer condição, de forma a não provocar trepidação em dispositivos com rodas (cadeiras de rodas ou carrinhos de bebê ou supermercado).

Alguns estudos, no entanto, mostram que as calçadas apresentam crescente falta de manutenção, desníveis, irregularidades, buracos, o que pode levar a acidentes como quedas e danos aos pedestres, sem contar a falta de conforto gerada ao cadeirante, ou seja, calçadas que apresentam diversos tipos de obstruções.

Os estudos de SAMPEDRO (2006) revelam e confirmam que as condições precárias das calçadas das nossas cidades são uma preocupação crescente, o que, de fato, é preocupante devido ao processo de envelhecimento gradativo da população do Brasil e demais países.

Inclinação transversal da calçada.

### **Inclinações Transversais**

Sobre os aspectos da inclinação transversal das calçadas a ABNT (2004) recomenda que seja acessível, desde que tenha uma inclinação transversal da superfície de:

- Até 2% para pisos internos (edificações)
- Até 3% para pisos externos (espaços públicos),
- Inclinações superiores a 5% são consideradas rampas.
- Desníveis superiores a 5 mm até 15 mm devem ser tratados em forma de rampa, com inclinação máxima de 1:2 (50%).

### **Inclinações longitudinais**

- Com relação às inclinações longitudinais, o valor máximo de conforto e autonomia é de 8,33%, sendo que a norma estabelece critérios de comprimento máximo de lances e recomenda a existência de patamares nivelados entre lances.
- Inclinação longitudinal máxima deve ser de até 5%.
- Para inclinações entre 6,25% e 8,33% é recomendada, ainda, previsão áreas de descanso nos patamares a cada 50 m de percurso.

No próximo tópico são delineados alguns estudos que mostram a exclusão social através da falta de acessibilidade das nossas cidades, muitas das vezes advindas pela falta de orientação e inadimplências das recomendações normativas.

### **2.2.3 A EXCLUSÃO SOCIAL ATRAVÉS DA FALTA DE ACESSIBILIDADE**

As cidades contemporâneas, ditas modernas são ricas de projetos arquitetônicos, constituídas com traços de grandes arquitetos e árduos estudos de engenharia, mas que leva a várias indagações, pois, mesmo com grandes estudiosos que souberam moldar o contexto geográfico, como ainda em cidades ditas contemporâneas, as calçadas, um dos espaços públicos mais utilizados e de principal ligação de toda a cidade, ainda é um elemento de exclusão social?

Espaço esse que é precário, irregular, que tem normas e leis de construção, mas não exige nem um grau de fiscalização, que passa a ser, no entanto, uma barreira física para pessoas com deficiência, pois, não é totalmente segura e regular. Daí quando deparamos com os novos e grandiosos projetos vemos que a sociedade busca sustentabilidade deixando algumas questões para serem esclarecidas tais como:

A busca por sustentabilidade é mais importante do que a acessibilidade? Temos rotas acessíveis nas cidades contemporâneas brasileiras que atendam as atividades, do trabalho ao lazer? Garantir acessibilidade nas cidades não seria um modo de ser sustentável? Onde fica o direito de ir e vir ditado por Sócrates há tempos atrás?

Na atual conjuntura, é de extrema importância estudar e garantir a acessibilidade e a mobilidade dentro do contexto urbano, pois, todo cidadão tem o direito de ir e vir garantidos na legislação e, juntamente com todos os amparos legais. Assim a população junto com a Administração Pública, deve e pode construir cidades mais humanas, com mobilidade acessível a todos os cidadãos usando o Desenho Universal, como ferramenta para, atender as necessidades e aos princípios constitucionais.

Em 1985 a questão da acessibilidade começou a ser vista pelo Brasil, sendo elaborada a Lei n.º 7.405 de novembro, que garante a simbologia pelo menos em locais comuns de prestação de serviços e a implantação de rampas de acesso e, para isso era necessário o cumprimento de algumas exigências.

Também em 1985 foi criada a Norma Brasileira 9050/85 através da ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas buscando a adequação das edificações e mobiliários urbanos, fixando os critérios exigíveis de padrões e medidas que proporcionem às pessoas com deficiência melhores e adequados acessos a prédios, vias e espaços públicos.

Ainda na década de 1980, com grande avanço para garantir efetivamente a acessibilidade, chega a Constituição Federal de 1988, que no artigo 5º diz o seguinte:

“Art. 5º Todos são iguais perante a lei, sem distinção de qualquer natureza, garantindo-se aos brasileiros e aos estrangeiros residentes no País a inviolabilidade do direito à vida, à liberdade, à

igualdade, à segurança e à propriedade,” nos termos seguintes:

No ano de 2000, houve a promulgação da Lei Federal No 10.098, de 19 de dezembro de 2000, que “Estabelece normas gerais e critérios básicos para a promoção da acessibilidade das pessoas portadoras de deficiência ou com mobilidade reduzida, e dá outras providências”.

No entanto é uma lei que visa garantir a liberdade de movimento e circulação a todos e de forma segura, avaliza a supressão de barreiras e de obstáculos nas vias e espaços públicos, como também no mobiliário urbano, construção, reformas de edifícios e principalmente nos meios de transportes e de comunicação.

Com o Ministério das Cidades em parceria com a Secretaria Nacional de Transporte e de Mobilidade Urbana, foi desenvolvido o Programa “Brasil Acessível” em 6 cadernos com conteúdo temáticos específicos, bem como o “PlanMob” para estimular e orientar os municípios no desenvolvimento dos seus Planos de Mobilidade: obrigatórios para as cidades com mais de 500 mil habitantes, facultado para aquelas com mais de 100 mil habitantes sendo importantíssimo para todos.

Conforme algumas pesquisas que nortearam a elaboração do “PlanMob”, a concentração da população não está mais somente nas regiões metropolitanas, mas sim em qualquer cidade, ou seja, milhões de pessoas moram nas cidades. Tal fato implica em melhor planejamento e infraestruturas adequadas, inclusive a de circulação, para que essa população tenha acesso às oportunidades de trabalho e de consumo.

Levantamentos realizados por diversos pesquisadores mostram que a acessibilidade não é eficiente e nem homogênea em meio à circulação em centros urbanos, sendo possível se deparar com inúmeros obstáculos de formas variadas, desde o mais simples ao mais complexo. O padrão da urbanização nas cidades brasileiras é de baixa densidade, porém com tendências de expansão horizontal contínua, ocorrendo, muitas vezes, sem ordenamento e sem planejamento.

Grande parte dessa ocupação desordenada é dominada pela especulação imobiliária que segrega a população de baixa renda promovendo adensamentos em áreas cada vez mais distantes dos centros e desprovidas, total ou parcialmente, de infraestrutura e de todos os tipos de serviços.

Tal situação acaba prejudicando o acesso a oportunidades, agravando a desigualdade na distribuição da riqueza gerada na sociedade e dificultando ou impedindo que haja uma reorganização espacial para promoção de melhor qualidade de vida à população.

De acordo com Teles, P. (2005), as atuais reflexões dos novos padrões de mobilidade não podem ser ignoradas quando da elaboração dos projetos de planejamento e desenho urbano, uma vez que, pode causar territórios excluídos.

A cada dia surgem novos desafios para a sociedade brasileira; é certo que estamos envelhecendo, a inserção de pessoas com mobilidade reduzida ao trabalho, novas exigências e novos paradigmas a terão de ser vencida nos próximos anos / décadas / séculos, e a própria constituição diz que todos os cidadãos têm o direito de ir e vir.

Desse modo, a acessibilidade e a mobilidade tem que ser promovida para todos, sem discriminação de sexo, idade e condições. A cidade é a união de pessoas, portanto, deve-se incluir e não excluir os que nela vivem.

Os fatores sociais juntamente com as políticas econômicas são resultados de decisões passadas nas políticas urbanas. No Brasil ao longo das décadas, as cidades foram construídas, reformadas e adaptadas para um modelo de circulação que as satisfaziam no momento, sem talvez, projeta-las ao futuro com um crescimento acelerado. Hoje se percebe que foi insustentável e ineficiente por completo.

Segundo a ANTP, 1997, “uma clara separação entre aqueles transportes coletivos, refletindo, na prática, as grandes disparidades sociais e econômicas da nossa sociedade; enquanto uma parcela reduzida desfruta de melhores condições de transporte, a maioria continua limitada nos seus direitos de deslocamento e acessibilidade”. (p. 18-19)

Quando o planejamento urbano promove investimentos em infraestrutura para circulação da população direcionada para o transporte individual, subordinando a organização da rede aos interesses privados, promove um circuito vicioso fazendo com as cidades sejam levadas à imobilidade.

Outro fator agravante promovida pela falta de um planejamento urbano eficiente é a própria dificuldade de locomoção das pessoas de “lugares a lugares”, especificamente falando é a falta de conexão que induz ao uso do carro e o que agrava ainda mais os congestionamentos, colocando ineficiente a hierarquia do sistema viário, desarticulando as estruturas urbanas quando planejadas. O que em várias situações, existe a subordinação aos interesses econômicos privados dos operadores, e não ao interesse público.

De acordo com Lemos (2009), a sociedade é vista como um corpo fechado, negligenciando a visão

de sistemas interconectados. Nenhuma sociedade se constitui inteiramente nela mesma, o que de fato é correto afirmar, pois a sustentabilidade pode ajudar através de métodos garantir a acessibilidade através de estudos dos materiais, como também a acessibilidade proporciona o estudo de materiais inovadores que tem uma cadeia produtiva com maior porcentagem ecológica, ou seja, nem sempre a sociedade vê essa ligação de fatores que levam o estudo de cada sistema.

Os estudos de LIMA (2005) deixam claro que, mesmo que o Brasil tenha uma legislação avançada, abrangente e moderna do ponto de vista científico-tecnológico, porém existe ainda uma grande dificuldade em implanta-la no país, ou seja, ser acessível é saber construir e planejar adequadamente as necessidades das cidades modernas, isto é, projetar os espaços para todos e não somente para uma parcela da população. São questões como essas que nos levam as seguintes indagações:

**Temos rotas acessíveis nas cidades contemporâneas brasileiras que atendam do trabalho ao lazer?**

Quando se trata de rota acessível, deparamos com o maior desafio do planejamento urbano e principalmente de transporte conforme é abordado por VASCONCELLOS (2001, p. 266): viabilizar politicamente a redistribuição do espaço e de circulação, realidade essa que escancara os obstáculos vividos diariamente por 60% da população brasileira; sem transporte e sem opção de uma rota acessível, de fato, uma situação precária e vulnerável tanto dos pedestres, quanto de ciclistas ou dos passageiros de transporte público.

**Garantir acessibilidade nas cidades não seria um modo de ser sustentável?**

Garantir a sustentabilidade depende da aplicação da acessibilidade, conforme TELES (2007). As cidades não correspondem do ponto de vista físico, informativo e comunicacional, às reais necessidades da sua população, principalmente quando se refere à parcela da população que necessita de um amparo maior para se locomover, comunicar e informar.

Deste modo, para que se garanta a sustentabilidade, tem-se a necessidade de percursos acessíveis e sem descontinuidades, informações acessíveis a todos, principalmente meios de comunicação que atendam a toda a parcela da população seja ela com algum grau de deficiência ou não.

**Onde fica o direito de ir e vir ditado por Sócrates há tempos atrás?**

O direito de ir e vir ditado por Sócrates há tempos atrás está bem longe de ser uma realidade, uma vez que não se tem percursos acessíveis, nem grau de acessibilidade que mensure a real situação das calçadas brasileiras, o que, segundo estudos, é na verdade um processo de exclusão social, não no sentido de pobreza, mas de capacidade de acesso a bens e serviços.

Exclusão que ocorre pela segregação espacial existente nas cidades contemporâneas brasileiras, a



qual advém de um desordenado processo de urbanização que o planejamento não consegue acompanhar, aumentando assim a necessidade de transporte e a oferta de serviços públicos, os quais frequentemente não suprem a demanda adequadamente.

As legislações orientam os usuários e planejadores para que o objetivo seja alcançado da melhor forma possível e, claro, com maior rapidez e agilidade. Assim, não deveria acontecer, ou mesmo ser aceito, que as áreas de circulação (não motorizados) individual e pessoal (pedonal) cadeirante, com andador, muletas, etc., sejam interrompidas ou mesmo com barreiras que impeçam a mobilidade.

Acredita-se que se houvessem maiores investimentos nos sistemas de transporte coletivo público, com qualidade e eficiência, onde os custos operacionais, tarifas e receitas, conseguissem satisfazer as necessidades da população, teríamos menos veículos de transporte individual (automóveis) circulando pelas ruas e avenidas das cidades brasileiras.

A falta de incentivo nesse tipo de serviço à população faz com que haja segregação entre aqueles que têm acesso ao automóvel e os que dependem do transporte em massa de pessoas.

Assim como para GOMIDE, A. Á. (2003) uma política de transporte urbano com foco na inclusão social deve estar orientada para garantir a mobilidade de pessoas, e não de veículos, pois o conceito de exclusão social engloba o de pobreza e sua superação pressupõe a universalização da cidadania.

Combater a exclusão social significa, então, lutar contra as situações de privação, exclusão e carências, de tal forma que a toda pessoa sejam dadas condições mínimas para exercer seus direitos e suas capacidades.

De acordo com DUARTE E COHEN (2010), muito mais do que um conjunto de barreiras físicas, a exclusão espacial é uma atitude das cidades que se rebate na impossibilidade de pessoas com deficiência vivenciarem o espaço, de forma igualitária e democrática, devido a componentes físicos.

A seguir estão presentes alguns aspectos da acessibilidade, mobilidade urbana, circulação, rota acessível e algumas relações entre acessibilidade e mobilidade sustentável.

## **2.3 ACESSIBILIDADE E MOBILIDADE URBANA**

---

Segundo Teles (2007), falar de mobilidade é também compreender as novas realidades sociais, pois não é possível falar de mobilidade sem perceber as suas relações com o território, e com as estruturas sócias e, no caso, falar de mobilidade urbana é falar intrinsecamente de acessibilidade.

As calçadas são de extrema importância tanto para o funcionamento da mobilidade da cidade, como para conexão de espaços e lugares, sendo, portanto, um elemento que é crucial à vida urbana, pois, de certa forma, a sua função é garantir a circulação das pessoas com segurança e conforto, seja ela deficiente ou não.

Os governos Estaduais e Municipais não atuam incisivamente na política de mobilidade urbana na maioria das cidades brasileiras. Assim, a acessibilidade, bem como a mobilidade, ao invés de contribuir para a melhoria da qualidade da vida urbana, tem causado degradação das condições ambientais, desperdício de grande parte de tempo em congestionamentos crônicos, à mortalidade provinda de acidentes de trânsito dentre outros problemas.

Garantir a acessibilidade e a mobilidade urbana com qualidade, de acordo com Santo e Vaz (2005), é pensar em como garantir os usos e a ocupação da cidade e principalmente o acesso dentro do contexto urbano, e não apenas pensar somente nos meios de transportes e trânsito.

Para que, de fato, ocorra à mobilidade e acessibilidade com qualidade, são necessárias intervenções articuladas entre o ambiente natural e o ambiente construído, sendo, no entanto, integrado ao sistema de transporte, pois as calçadas mal cuidadas dificultam muito o acesso das pessoas, principalmente os idosos e pessoas com deficiência física e visual.

Muitos procuram alternativas ao sistema de transporte que hoje não atende toda a demanda de passageiros, necessita então que essas barreiras sejam eliminadas para inclusão de todos os cidadãos e não somente uma parcela específica, para que todos dentro do desenho ou traçado urbano da cidade possam usufruir desde o lazer ao trabalho.

### **2.3.1 DEFINIÇÕES**

De acordo com a lei do sistema viário de Uberlândia nº 10.686, de 20 de dezembro de 2010, no seu capítulo II das definições, Art. 5º acessibilidade consiste na facilidade de acesso e uso de ambientes, produtos e serviços por qualquer pessoa e em diferentes contextos; e mobilidade urbana, é o atributo das cidades que se refere à facilidade de deslocamento de pessoas e bens no espaço urbano, tanto por meios motorizados quanto não motorizados.

### 2.3.2 CIRCULAÇÃO

Conforme o Código de Trânsito Brasileiro (BRASIL, 1997), é garantido ao pedestre a utilização dos passeios ou passagens apropriadas das vias urbanas e dos acostamentos das vias rurais para circulação, podendo a autoridade competente permitir a utilização de parte da calçada para outros fins, desde que não seja prejudicial ao fluxo de pedestres.

Já a ABNT (2004), a parte de exclusiva circulação destinada aos pedestres em uma calçada é denominada faixa livre, estabelece em seu item 6.10.4 da NBR 9050/2004, os dimensionamentos da faixa livre de circulação, no qual deve ter largura mínima recomendável de 1,50 m, sendo o mínimo admissível de 1,20 m.

Esse dimensionamento geométrico das calçadas recomendado pela norma permite a circulação de uma pessoa em cadeira de rodas e juntamente com um pedestre, complementando a essa recomendação o item 6.10.5 da NBR 9050/2004 dispõem que as faixas livres devem ser totalmente isentas de obstáculos, tais como: mobiliário urbano, vegetação, equipamentos de infraestrutura urbana, rebaixamentos para acesso de veículos, ou qualquer outro tipo de interferência que reduza a largura da faixa livre.

### 2.3.3 ROTAS ACESSÍVEIS EM PROL DA MOBILIDADE URBANA

Na ABNT (2004), o termo rota acessível é definido como:

*“um trajeto contínuo, desobstruído e sinalizado, que conecta os ambientes externos, ou internos, de espaços e edificações, e que pode ser utilizada de forma autônoma e segura por todas as pessoas, inclusive por aquelas com deficiência, rota que deve ser destinada aos espaços das calçadas propostos à livre circulação do pedestre.”*

CAMBIAGHI (2007) destaca que a sinalização na rota acessível é de fato indispensável e tão importante como a continuidade, pois serve para informar sobre os percursos possíveis que o pedestre pode escolher os equipamentos utilizados ou que estejam presente para serem usados, assim como permitir a percepção da infraestrutura existente do entorno, pode ser considerado como um fator de conexão do contexto urbano, importantíssimo para promover a mobilidade urbana de forma eficiente.

Portanto, uma rota só pode ser classificada como acessível se apresentar, além das características de continuidade e sinalização, a inexistência de obstáculos ou barreiras que deixam o trajeto ou a rota desobstruída de qualquer intercessão na circulação dos pedestres, o que não ocorre em grande parte das nossas cidades.

### **2.3.2 MOBILIDADE URBANA E MOBILIDADE SUSTENTÁVEL**

Para Campos (2006), a mobilidade está dentro da conjuntura do desenvolvimento sustentável podendo ser alcançada através de dois aspectos: um pertinente a adaptação da oferta de transporte e o contexto socioeconômico com medidas que integrem o desenvolvimento urbano de forma justa e com equidade social, relacionado diretamente ao deslocamento. A outra abordagem, porém, está relacionada com a qualidade ambiental, e o uso de tecnologias que favoreçam o modo de transporte.

O conceito apresentado pelo Plano de Mobilidade Urbana - PlanMob (BRASIL, 2007, a) traz como principal fator para a construção das cidades a mobilidade urbana com ações políticas que proporcionem o acesso amplo e democrático ao espaço urbano, priorizando os modos coletivos e não motorizados de transporte que eliminam ou reduzem a segregação espacial, contribuindo, assim, com inclusão social e favorecendo a sustentabilidade ambiental.

O desafio para uma boa mobilidade urbana não é somente superar o trânsito caótico das cidades, que leva a congestionamentos, acidentes de trânsito, falta de integração dos modos de transporte, alto índice de poluição atmosférica, que acaba refletindo no sistema de saúde pública.

Agrega-se a esse desafio encontrar a solução para a alta expansão urbana que na qual a infraestrutura viária não se adequa ao crescimento da frota de veículos que está muito acelerado atualmente devido a pouca oferta de transporte coletivo barato e de qualidade e o uso habitual dos veículos particulares que, de fato, proporcionam mais autonomia aos seus condutores do que o transporte público oferecido.

A busca para efetivar e melhorar a mobilidade urbana encontra soluções em utilizar transporte não poluente, priorizar a mobilidade coletiva, principalmente para longas distâncias, e na implantação de ciclovias. Mas a integração dessas ações é fundamental para o deslocamento e ligação de todos os da cidade.

De acordo com Brasil (2007, b), os novos conceitos relacionados à mobilidade urbana são: o acesso amplo e democrático à cidade, a universalização do acesso ao transporte público, à acessibilidade universal e a valorização dos deslocamentos de pedestres e ciclistas.

Além dessa falta de integração, o mau uso dos materiais utilizados para rampas e calçadas, deixam as vias e, principalmente os espaços públicos, despojados de acessibilidade, o que leva à busca e utilização desses novos conceitos ligados às necessidades da mobilidade urbana.

De acordo com a Política Nacional da Mobilidade Urbana Sustentável, desenvolvida pelo Ministério das Cidades (BRASIL, 2004, a), é apresentada uma definição de mobilidade urbana como uma particularidade integrada às pessoas e bens e que está relacionada às necessidades de deslocamentos no espaço urbano, conforme as atividades nele desenvolvidas.

Hoje, após vários estudos sobre as nossas cidades contemporâneas, fica claro que a maior dificuldade e o maior problema encontrado é de fato aperfeiçoar a mobilidade urbana no espaço urbano existente, espaço esse que, por ser de uso público, deveria proporcionar a todas as pessoas acesso de forma igualitária e sem qualquer tipo de exclusão social.

A falta de mobilidade urbana acarreta em diversos fatores e dificuldades de se viver, trabalhar, estudar e até mesmo se divertir nas cidades, o que leva a um alto decréscimo na qualidade de vida urbana dos seus cidadãos.

Pensar a mobilidade urbana conforme SANTOS E VAZ (2005) é, portanto, raciocinar sobre como organizar os usos e a ocupação da cidade e a melhor forma de garantir o acesso das pessoas e bens ao que a cidade oferece, e não apenas pensar os meios de transporte e trânsito, até mesmo porque, todo cidadão, independente de sua dificuldade de locomoção, não deixa de ser pedestre.

Planejar e investir cada vez mais na mobilidade urbana acaba proporcionando um ambiente com maior sustentabilidade, pois, de acordo com BOARETO (2003), a sustentabilidade é para a mobilidade urbana uma expansão do conceito empregado na área ambiental, ou seja, a efetivação de viagens ecologicamente sustentáveis com os menores gastos de energia e impactos no meio ambiente.

Para Brasil (2007, a), a mobilidade urbana sustentável deve ser planejada e pensada com o objetivo de proporcionar amplo e democrático acesso ao espaço urbano, através de um conjunto de políticas de transporte que de suporte e priorize de forma inclusiva o transporte coletivo e, principalmente, o não motorizado, pois as cidades necessitam de integração dos espaços para funcionar e o trânsito já não dá suporte à rede de conexão da cidade.

Tudo isso demonstra a necessidade de maior coordenação e ordenação do sistema viário, que ultimamente prioriza e administra mal o uso dos automóveis, deixando precário o deslocamento dos pedestres, ciclistas e os usuários dos transportes público, sem contar a falta de acessibilidade em todos os modos de deslocamento.

## **2.4 AS CALÇADAS E OS CADEIRANTES**

---

Conforme CAMPELO (2011, p.35) existe basicamente duas categorias para capacidade de locomoção do pedestre: os que não apresentam nenhuma restrição física e os que têm restrição física, da qual fazem parte o grupo de pessoas com mobilidade reduzida.

Dentro do grupo de pessoas com mobilidade reduzida estão presente não só pessoas com alguma deficiência física como também as congênitas, as pessoas idosas que possuem certo grau de dificuldade de locomoção, pessoas com alguma restrição de locomoção temporária.

Esse entre diversos fatores são fundamentais para começarmos a garantir a mobilidade urbana por intermédio das calçadas, pois é por meio dela que podemos melhorar a conexão de um espaço a outro dentro do contexto urbano.

A seguir alguns tópicos relacionados às calçadas, aos cadeirantes e as pessoas com mobilidade reduzida.

### **2.4.1 AS CALÇADAS E AS PESSOAS COM MOBILIDADE REDUZIDA**

O Decreto 5.296/2004 define como pessoa com deficiência ou mobilidade reduzida aquelas que se enquadram nos itens do Capítulo II, Artigo 5º. Parágrafo 1º que envolve deficiência física, auditiva, visual e mental.

Para a ABNT (2004), a definição utilizada para pessoa com mobilidade reduzida é “aquela que, temporária ou permanentemente, tem limitada sua capacidade de relacionar-se com o meio e de utilizá-lo. Entende-se por pessoa com mobilidade reduzida, a pessoa com deficiência, idosa, obesa, gestante entre outros.”.

Podemos incluir no grupo de mobilidade reduzida as pessoas com deficiência física (usuários de cadeiras de rodas e pessoas com deficiências sensoriais, em especial as visuais), porém essas pessoas apresentam um nível de dificuldade maior e, normalmente, com limitação inalterável, porém, vale ressaltar que nem todas as pessoas com mobilidade reduzida apresentam deficiência física permanente, podendo ser esta apenas um processo temporário.

CAMBIAGUI (2007) deixa claro que quando uma pessoa com deficiência está em um ambiente acessível, suas atividades são preservadas, e a deficiência não afeta suas funções, a partir do momento que seja oferecido uma calçada ou um ambiente com qualidade e com condições adequadas para as pessoas com deficiência reduzida, as limitações e percepções com relação ao ambiente e mobilidade são aumentadas e assim suas deficiências podem ser minimizadas.

Para Ceara (2009), as deficiências podem ser apresentadas em cinco grandes grupos, quais sejam: deficiência motora, deficiência mental (cognitiva), deficiência sensorial (visual e auditiva), deficiência orgânica e deficiência múltipla (associa mais de duas deficiências).

A definição mais concisa para pessoas com deficiência física segundo Brasil (2004) é:

*“Aqueles que apresentam alteração completa, ou parcial, de um ou mais segmentos do corpo humano, acarretando o comprometimento da função física, apresentando-se sob a forma de paraplegia, paraparesia, monoplegia, monoparesia, tetraplegia, tetraparesia, triparesia, hemiplegia, hemiparesia, ostomia, amputação ou ausência de membro, paralisia cerebral, nanismo, membros com deformidades estéticas e as que não produzam dificuldades para o desempenho das funções.”*

Há várias questões que estão relacionadas à melhoria da qualidade da mobilidade urbana das cidades, algumas já são de conhecimento geral, tais como priorizar o uso de veículos não motorizados incentivando o uso da bicicleta e que este esteja de fato integrado ao transporte coletivo, outro aspecto é o melhoramento do ato de planejar melhor o transporte público, reduzir os impactos ambientais do transporte urbano que gere poluições sonora, atmosférica e de resíduos.

Agregando essas questões priorizar as calçadas é crucial para o desenvolvimento da mobilidade urbana, não é uma questão de favorecimento as pessoas com mobilidade reduzida, mas sim de garantia mobilidade de todos os cidadãos, pois algumas medidas simples tais como rotas e rampas acessíveis, construção das calçadas com materiais adequados, é uma intervenção necessária e de interação com todo o sistema viário de uma cidade, seja pelo transporte coletivo seja pelo uso da bicicleta seja ele pelo deslocamento a pé.

## **2.4.2 A PESSOA COM PARAPLEGIA**

No caso da paraplegia, ou tetraplegia, é na verdade resultado de uma lesão medular, a qual é classificada como completa ou incompleta, depende diretamente sobre a existência ou não do controle e sensibilidade abaixo do local aonde ocorreu à lesão medular, geralmente ao nível da coluna dorsal ou coluna lombar.

Após a lesão medular, tem-se a perda de controle e/ou da sensibilidade dos membros inferiores, o que acaba debilitando por completo a pessoa de andar, pois esses membros afetados passam a não receber estímulos, o que ao avançar da idade os músculos são atrofiados se tornando flácidos gerando uma acentuada diminuição de massa muscular facilmente visível.

### 2.4.3 TIPOS DE CADEIRAS DE RODAS

As cadeiras de rodas são imprescindíveis para a locomoção de pessoas que possuem deficiência severa na mobilidade ou para quem está em recuperação de acidentes ou de cirurgias que ocasionem tal deficiência de forma temporária. Mas, de acordo com cada necessidade, existem diferenciados tipos de cadeiras de rodas, que podem ser, basicamente, manuais ou motorizadas.

Devido ao custo, as cadeiras manuais são as mais utilizadas e as mais fáceis de encontrar no mercado. São fabricadas com rodas especiais e depende diretamente da força do braço do usuário para locomoção. O aspecto positivo desse tipo de cadeira é a leveza e a facilidade de transporte, tendo em vista a evolução dos materiais utilizados e o desenho que permite desmontagens e dobramento dos componentes.

Em relação às cadeiras de roda motorizadas, o cadeirante não precisa fazer força com os braços sendo movimentadas apenas com o dedo sobre o joystick, pois são controladas por um motor que proporciona os movimentos, facilitando o deslocamento e as manobras. Porém, os aspectos negativos são peso que é bem maior que a cadeira de rodas manual e a necessidade de sempre verificar e recarregar a bateria periodicamente.

Um componente importante a ser analisado nas cadeiras de rodas é o tipo de pneu: maciço ou inflável. Para estes a pressão de calibragem pode influenciar em muito a locomoção do cadeirante, pois quanto maior a pressão dos pneus menor será a resistência ao rolamento, desse modo o conforto é menor, pois a capacidade de absorção das irregularidades do piso é menor. Tal absorção é verificada em maiores proporções nas cadeiras de rodas com pneus maciços.

Desse modo o desempenho da cadeira de rodas é diretamente ligado ao peso próprio, tipo dos pneus, resistência ao rolamento, coeficiente de atrito estático, elasticidade, absorção de impacto, resistência ao desgaste e resistência à compressão prolongada.

As rodas pneumáticas são constituídas por um pneu e uma câmara de ar, sendo um pouco mais leve que uma roda de pneu maciço, e facilita na hora de efetuar manobras. Com relação ao pneu maciço, não tem câmara de ar e por isso não furam, mas são desconfortáveis ao usuário, pois são mais duras e tem maior resistência para o deslocamento.



---

## 2.5 VIBRAÇÃO

---

### 2.5.1 DEFINIÇÕES

De acordo com SALIBA (2009), vibração ou oscilação é considerada como qualquer movimento que se repete, podendo ser regular ou irregular, após certo intervalo de tempo. Para melhor compreensão sobre esse movimento, o autor ressalta que é necessário o estudo de oscilação de um corpo em torno de uma posição de equilíbrio das forças e/ou momentos a ele associados.

Em outras palavras, a vibração pode ser definida como um movimento inerente aos corpos dotados de massa e elasticidade, assim como o corpo humano, que de fato apresenta essas características, conferindo valores de frequência natural relativo a cada parte do seu corpo.

Alguns estudos mostram que essa vibração ocasionada ao corpo humano pode ser de graves consequências, chegando a danificar alguns órgãos ou partes do corpo humano, diretamente relacionada ao tempo de exposição a essa vibração. Conforme o grau e o tempo de exposição às vibrações, o efeito pode ser desde desconforto a desordens das funções fisiológicas podendo, em casos graves, desenvolver doenças.

A definição utilizada por diversos autores sobre vibração é de um movimento oscilatório de um corpo em torno do seu ponto de equilíbrio, presente em quase todas as atividades. A frequência emitida é o número de vezes na qual esse ciclo se repete por segundo, por tanto é medido em Hertz (Hz).

Como o corpo humano possui sua própria vibração natural, as vibrações externas quando coincidem com a do corpo humano temos a chamada ressonância, o que acaba sendo a frequência de maior impacto sobre o corpo humano, pois essa vibração é amplificada em estado de ressonância.

Conforme a ISO 2631 (1997), a maneira pela qual as vibrações afetam a saúde, conforto, percepção e enjoo são dependentes da frequência. Há diferentes frequências para diferentes eixos.

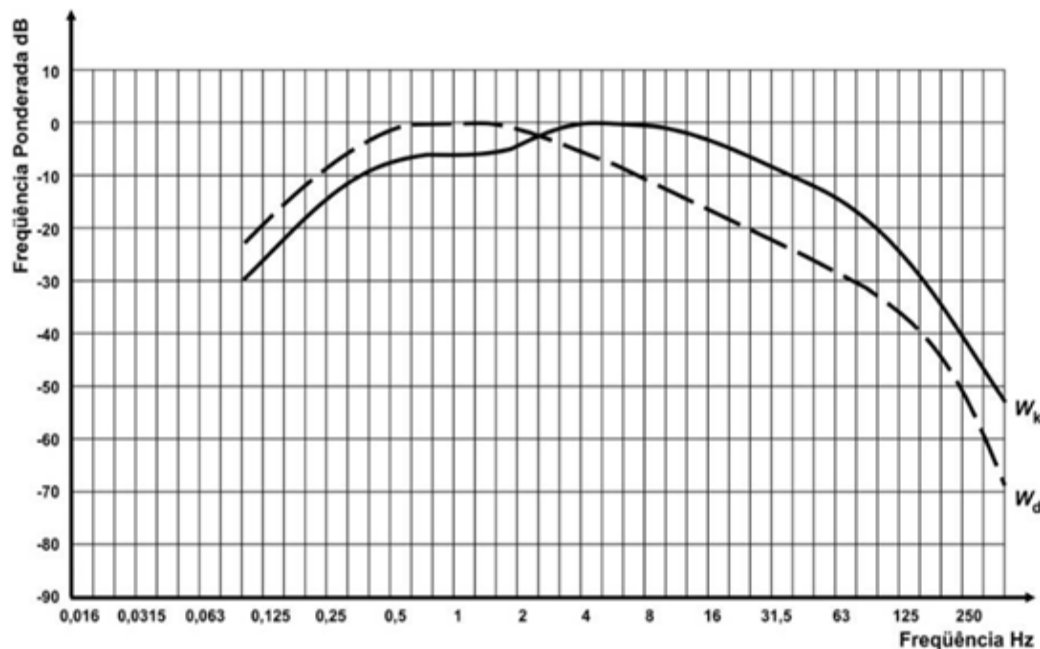
As curvas de frequências demonstradas na figura 2.7 utilizadas são:

W<sub>k</sub> para o eixo z;

W<sub>d</sub> para os eixos x e y

Esse gráfico mostra a frequência ponderada versus a frequência em hertz, essas frequências demonstram os limites toleráveis pelo corpo humano, e os limites que afetam a saúde o conforto.

**Figura 2.7 – Curvas de frequência**



**Fonte: ISO 2631**

A seguir no próximo tópico é apresentado os tipos de vibrações, transmitidas ao corpo humano.

## 2.5.2 TIPOS DE VIBRAÇÕES

As vibrações mecânicas recebidas pelo corpo humano são através de três tipos de exposição:

- Vibrações transmitidas para todo o corpo via meio ar ou água
- Vibrações transmitidas para todo o corpo via apoio (de pé ou sentado);
- Vibrações transmitidas para todo o corpo via mãos, cabeça.

Existem, fundamentalmente, dois tipos de vibrações:

- As que são transmitidas através do manuseamento de materiais, ferramentas ou máquinas em vibração, denominada de sistema mão-braço.
- As que são transmitidas através da superfície de apoio ao corpo e causam vibração podendo ser observadas nas atividades de transporte e vibrações transmitidas por máquinas industriais. Essa vibração é denominada de corpo inteiro.

Tendo em vista um dos objetivos deste estudo procurar identificar as vibrações que alguns pavimentos causam no deslocamento ao cadeirante, é de extrema importância entender detalhadamente as vibrações de corpo inteiro, que será exposto no tópico a seguir.

### 2.5.3 VIBRAÇÕES DE CORPO INTEIRO

Como visto anteriormente as vibrações de corpo inteiro são transmitidas ao corpo como um todo, através da superfície de contato. Esse contato pode ser através dos pés, costas e nádegas das pessoas sentadas e até mesmo cadeirantes, essa vibração pode gerar desconforto, dores de cabeça, náusea, entre outros sintomas conforme o grau de vibração.

Com relação aos dados das amplitudes elas são altas e sua frequência é relativamente baixa, sendo que, de acordo com ISO 2631, as frequências que afetam o corpo humano estão na faixa de 1 à 80 Hz, mais especificamente entre 1 à 20 Hz.

Segundo os estudos de Ximenes (2006), essas vibrações são transmitidas ao corpo humano através dos três eixos espaciais (x, y, z), com características físicas diferentes, onde o efeito combinado é igual ao somatório dos efeitos parciais, levando-se em consideração ainda as partes do corpo que estão sujeitas a essas vibrações.

Isso ocorre tanto em pessoas que estão em pé quanto as que estão sentadas como mostram as figuras 2.8a eixo de vibração pessoa sentada e figura 2.8b pessoa sentada:

**FIGURA 2.8a - EIXOS DAS VIBRAÇÕES EM PÉ**



**FIGURA 2.8b - EIXOS DAS VIBRAÇÕES SENTADA**



Fonte: PIANELLI (2008)

Seguindo a linha dos estudos de XIMENES (2006), todo o processo industrial pode gerar esforços dinâmicos provocados pelo funcionamento de máquinas, veículos e manipulação de ferramentas produzindo vibrações que são transmitidas ao conjunto do organismo, mas de forma diferente, conforme as partes do corpo, as quais não são sensíveis às mesmas frequências, desse modo pode tanto amortecer quanto amplificar o movimento.

## 2.5.4 NORMAS REFERENTES À VIBRAÇÃO

Os estudos referentes às vibrações tiveram início com a American Conference of Governmental Industrial Hygienists – ACGIH na qual faz referências aos limites admissíveis para tempo de exposição às vibrações localizadas, com intuito de estabelecer limites de tolerância à vibração.

Com relação aos equipamentos de medição de vibração as normas ISO 2631 (1997) e ISO 5349 -1 e 2 (2001) devem ser consultadas, e aplicadas tanto para medição de vibração de mãos e braços quanto da vibração do corpo inteiro.

Grandes partes das normas orientam a aplicação de transdutores intrusivos, tais como acelerômetros e para medições em parte do corpo. Deste modo as ISO são usadas para requisitos gerais, avaliações e vibrações localizadas resumindo temos:

- **ISO 2631/1:** Requisitos Gerais
- **ISO 2631/2:** Avaliação 1- 80 Hz
- **ISO 2631/3:** Avaliação 0,1 - 0,63 Hz
- **ISO 5349:** Vibrações localizadas (mãos e braços).
- **ISO 8041:** Testes elétricos, vibração e ambientais e determina o método para calibração de sensibilidade.

A diferença entre a norma ISO 2631 (1997), e a ISO 2361 (nova versão 1999) se limita apenas ao método de avaliação da exposição à vibração de corpo inteiro, porém as duas consideram vibrações periódicas, casuais. Determina que os transdutores sejam posicionados na interface entre o corpo humano e a fonte de vibração;

Vale ressaltar que mesmo na ISO 2361(1999), a norma não impõe limites de exposição à vibração, mas preveem guias para a verificação de possíveis efeitos da vibração na saúde, conforto, percepção e enjoo do movimento.

A ISO 5349 (2001) nas suas partes 1 e 2 discutem determinam os parâmetros que devem ser mensurados, metodologia de medição e a maneira na qual os resultados encontrados devem ser interpretados.

Na norma internacional ISO 8041 (1999) é direcionada a testes elétricos e vibração, além de determinar os métodos para calibração da sensibilidade, mesmo assim recomenda para instrumentação especificada as normas ISO 2631(1997) e ISO 5349 (2001).

### **2.5.5 EFEITOS DA VIBRAÇÃO NO CORPO HUMANO**

Como visto anteriormente as vibrações transmitidas ao corpo humano são medidas em hertz (Hz) e 1000 Hz, mas é através da frequência ocasionada que se tem maior ou menor sensibilidade. Essa sensibilidade ocorre devido a alguns fatores tais como, pontos de aplicação do corpo, frequência das ondas oscilatórias, tempo de duração e aceleração, que são transmitidas nos três eixos (x, y, z).

Conforme a ISO 2631(1997) essas ondas são recebidas pelo corpo humano, as vibrações podem ser ampliadas através da ressonância entre vibração do corpo e vibração externa, o que diretamente desenvolve e amplia essas vibrações. A partir desse ponto a oscilação afeta a saúde, ao conforto, a percepção entre outros sintomas.

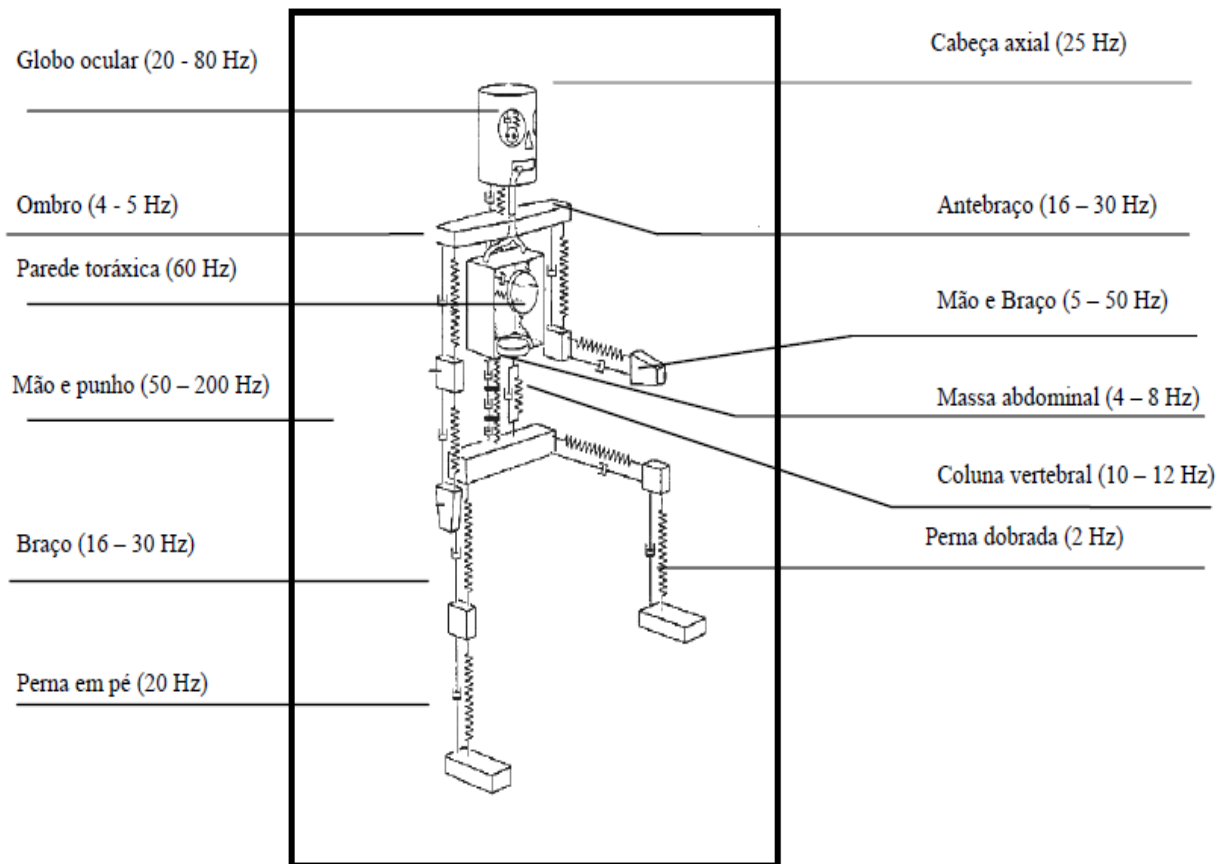
Para compreender melhor essa sensibilidade do corpo, alguns estudos neurofisiológicos mostram que o corpo inteiro é mais sensível na faixa de 4 à 8 Hz, que corresponde às frequências de ressonância na direção vertical (eixo z). Quando essa ressonância ocorre na direção x e y, as frequências são mais baixas, entorno de 1 a 2 Hz.

Ainda de acordo com a ISO 2631(1997), a partir desses aspectos da vibração sobre o corpo humano, existem alguns efeitos causados em menores ou maiores danos a saúde, eles são:

1. Alterações de comodidade: sensação subjetiva de desconforto
2. Alterações de comportamento: interferência causada por movimento de olhos (visão turva) ou ombros;
3. Redução de segurança e efeito na saúde: efeito de instabilidade corporal ou perda de equilíbrio e até danificação permanente de determinados órgãos do corpo.
4. No intervalo de frequências de 1 a 80 Hz, os efeitos da vibração direta ao corpo humano podem ser extremamente graves, podendo danificar permanentemente alguns órgãos do corpo humano.
5. As frequências intermediárias, aferidas entre 30 a 200 Hz, podem provocar doenças cardiovasculares, mesmo com baixas amplitudes, podendo gerar dores agudas e distúrbios.

A figura 2.4 - Sistema biomecânico simplificado de B & K (1998) relata as vibrações que cada parte do corpo humano recebe quando está de pé.

**Figura 2.9 – Sistema biomecânico simplificado**



**Fonte: B & K (1988)**

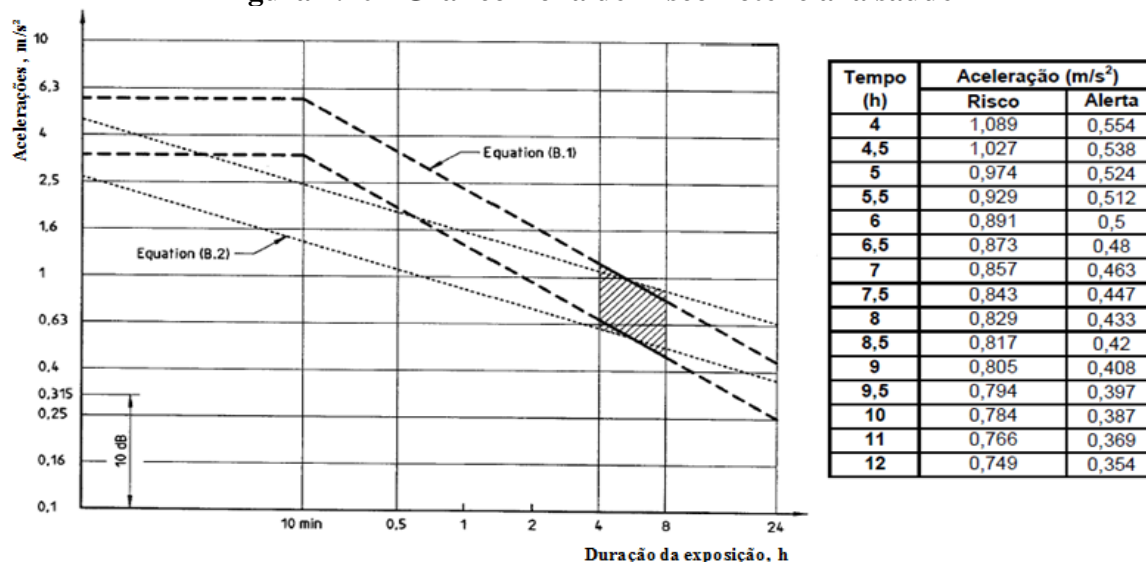
Conforme a ISO 2631-1 (1997), após as medições de aceleração deve ser feita a comparação com os valores de “*Health Guidance Caution Zones*”. A figura 2.10 abaixo demonstra a área que as vibrações representam de risco a saúde, através da relação de aceleração e tempo de exposição.

Nota-se que os dados foram obtidos para exposição entre 4 e 8 horas, mesmo para exposições inferiores a norma recomenda que se tenham cuidados extremos. Justamente nessa exposição inferior a 4 e 8 horas que esse trabalho é dedicado, pois, mesmo não sendo por longo período, habitualmente o cadeirante está sujeito a essa vibração, sendo, no entanto uma exposição ao longo da sua vida, ou seja, uma exposição gradativa, levando a sérios problemas e risco a saúde também.

A seguir a figura 2.10 o gráfico de zona de risco potencial a saúde.

Conforme visto esse gráfico demonstrado na Figura 2.10 relaciona o risco potencial à saúde ressaltada na parte rachurada, que está em um período de 4 a 8 horas com acelerações ( $m/s^2$ ) entre 0,63 e 1 sendo a exposição potencial de risco para saúde.

**Figura 2.10 - Gráfico Zona de Risco Potencial a saúde**



Fonte: ISO 2631-1 (1997)

A Tabela 2.1 abaixo, retirado da ISO 2631 (1997) apresenta os sintomas gerados em usuários de transporte público, relacionado diretamente as acelerações mensuradas, portanto ilustra a vibração transmitida em um período de quatro a oito horas.

**Tabela 2.1 Sintomas experimentados pelos usuários de transportes x acelerações mensuradas**

SINTOMAS	ACELERAÇÕES
Não tem incomodo	MENOR QUE 0,315m/s <sup>2</sup>
Pouco desconfortável	0,315m/s <sup>2</sup> – 0,63m/s <sup>2</sup>
Bastante desconfortável	0,5m/s <sup>2</sup> - 1,00m/s <sup>2</sup>
Desconfortável	0,8m/s <sup>2</sup> – 1,6m/s <sup>2</sup>
Muito desconfortável	1,25m/s <sup>2</sup> – 2,50m/s <sup>2</sup>
Extremamente desconfortável	2,50m/s <sup>2</sup>

Fonte: Editado pela autora embasado na ISO 2631 (1997)

Conforme a amplitude da frequência vibracional transmitida ao corpo humano, a pessoa apresenta sintomas diferentes. Quando essa frequência está entre 4-9 Hz os sintomas são geralmente sensação de desconforto, contrações musculares, e até influencias respiratórias.

De acordo com Fernandes (2000) a Tabela 2.2 abaixo representa esses efeitos advindos da frequência

**Tabela 2.2 Sintomas gerados através do grau de frequência transmitida**

<b>FREQUENCIA EM Hz</b>	<b>SINTOMAS GERADOS</b>
4-8	Influencia nos movimentos respiratórios
4-9	Sensação Geral de Desconforto
4-9	Contrações Musculares
4-10	Dor abdominal
5-7	Dor no peito
6-8	Sintomas no maxilar
10-18	Desejo de urinar
12-19	Sintomas na Garganta
13-20	Aumento do tônus muscular
13-20	Influencia na linguagem

**Fonte: Editado pela autora com base em Fernandes (2000)**

A seguir estudos relacionados à vibração transmitida à cadeirante durante deslocamento sobre tipos de calçadas.

### **2.5.6 ESTUDOS REFERENTES À VIBRAÇÃO EM CADEIRANTES**

Nos estudos apresentado por Cooper et al. (2002), o autor quantifica as vibrações transmitidas a pessoas cadeirantes através do deslocamento sobre seis tipos de superfície. Esse estudo relaciona as causas que essas vibrações podem gerar a coluna vertebral dos usuários de cadeira de rodas, e a absorção gerada através dos impactos, choque com obstáculos do dia a dia em calçadas.

O resultado obtido está relacionado aos níveis aferidos nos testes onde, se os níveis de vibração forem baixos pode gerar sensações de mal-estar, dores de cabeça, mas se forem altos pode gerar degeneração das vértebras da coluna devido à absorção por parte do organismo tendo em vista os esforços transmitidos.

Os estudos de ROCHA (2010) relacionam os efeitos das vibrações mensuradas a carrinhos de bebê devidos ao tipo de pavimento e ao tipo de carrinho utilizado. A pesquisa mostra os efeitos que essas vibrações geram em bebês, na qual foram usados bonecos de testes.



Com relação à análise de probabilidade quanto à percepção de conforto e risco a saúde, a autora verificou por meio de avaliação estatística em comparação com os valores limites da norma ISO 2631-1 (1997), que o pavimento com pedras portuguesas foi o que apresentou as maiores acelerações e, portanto o maior risco a saúde, pois a probabilidade de risco potencial a saúde é o mesmo do aferido estando entre 1,90 e 3,50 m/s<sup>2</sup>.

Outra conclusão a que chegou os estudos de ROCHA (2011), o estado de conservação dos pavimentos e entre outras variáveis, tais como, boneco, peso, altura e idade do boneco de teste pode contribuir e muito nos valores das acelerações.

### **2.5.7 EQUIPAMENTOS UTILIZADOS PARA VIBRAÇÃO DE CORPO INTEIRO.**

De acordo com XIMENES (2006), vários sistemas podem ser usados para medições de vibração, o sistema escolhido depende do propósito do estudo, características e o tipo de informação que se deseja aferir.

A sensibilidade do corpo humano em relação à vibração é complexa e por isso não existe um único equipamento para mensurar a vibração objetiva e correlacionar todos os dados, deste modo são essencial utilizar um equipamento que tenha as condições próximas às estabelecidas pelas normas, correspondendo aos valores e tolerâncias informados.

O procedimento geralmente indicado pelas normas e autores que fazem estudos referentes à vibração no corpo humano utilizam do procedimento de resposta entre a pele e a fonte de vibração ou ponto de vibração, ou seja, ou são indutivos (sem contato direto) ou são com contato (eletromagnéticos e piezoelétrico).

Esses equipamentos são denominados de acelerômetros, que podem ser conectados ao medidor de níveis de vibração quanto diretamente a um registrador de armazenamento de dados mensurados.

Seguindo o raciocínio de XIMENES (2006), a realização do processo de medição utilizando o acelerômetro e os aparelhos eletrônicos deixam o processo hábil e versátil, pois tais equipamentos convertem o movimento vibratório em sinais elétricos.

Para o processo de medição da vibração, o acelerômetro é montado diretamente em adaptadores para vibração de corpo inteiro ou para mãos e braços.

No caso de análise para corpo inteiro, o acelerômetro é tri-axial e anexado em adaptador de assento denominado almofada ou “*sit pad*”, conforme ilustra a Figura 2.11a e sendo ligado ao filtro HVM-100 idêntico a Figura 2.11b.

**Figura 2.11a Almofada ou “*sit pad*”**



**Figura 2.11b Equipamento de Vibração**

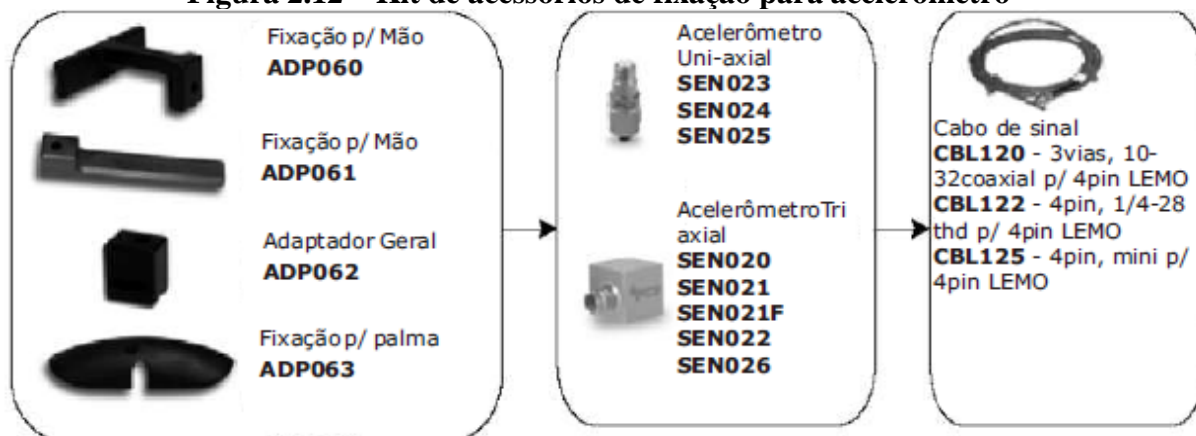


**Fonte: Grom 2009**

No caso de medição para mãos e braços é necessário o kit para fixação do acelerômetro composto de quatro peças, conforme a necessidade, que é conectada individualmente ao acelerômetro e posteriormente ao cabo de sinal.

Como pode ser visto na Figura 2.12 abaixo, esses sensores ou acelerômetro são ligados posteriormente ao filtro HVM – 100 mostrado anteriormente na figura 2.11b, seguindo o mesmo procedimento descrito anteriormente.

**Figura 2.12 – Kit de acessórios de fixação para acelerômetro**

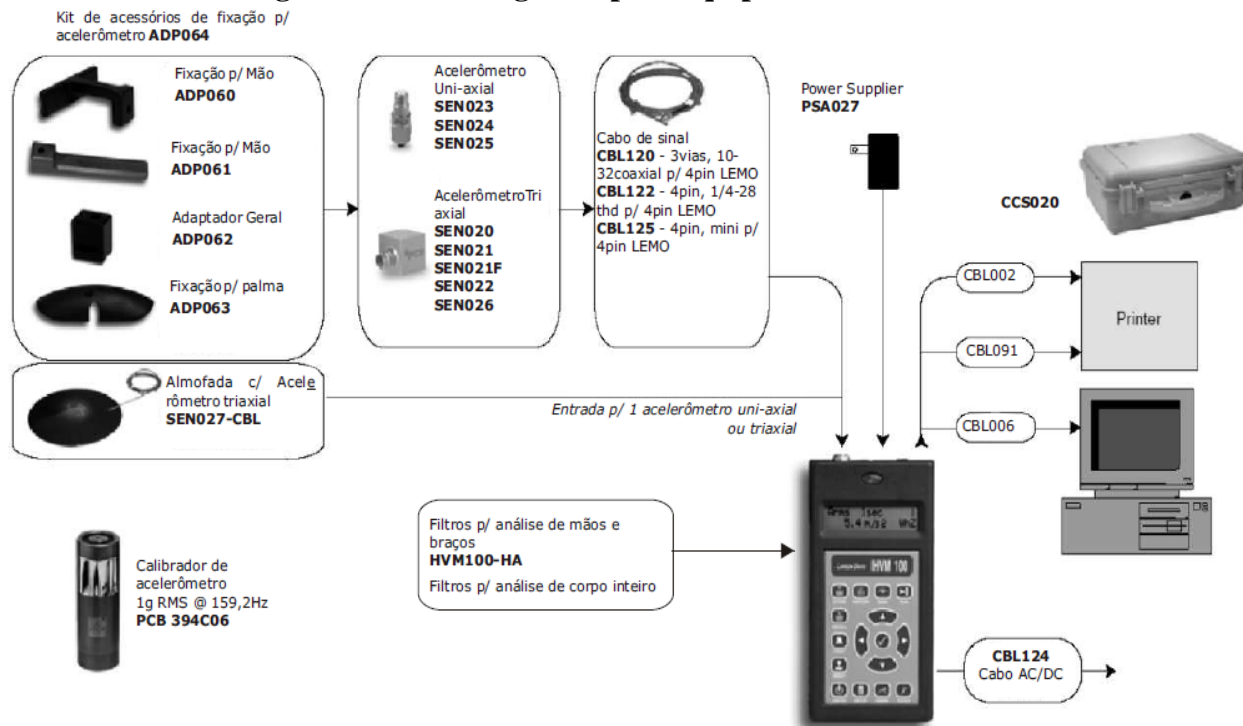


**Fonte: Grom 2009**

Adiante o fluxograma para equipamentos do HVM-100.

Portanto, vale ressaltar que todos os valores obtidos na avaliação devem ser comparados com o guia de saúde (zonas de precaução), contido no Anexo B da ISO 2631 (1997). A figura 2.13 a seguir mostra o fluxograma geral do equipamento de medição

**Figura2. 13 – Fluxograma para equipamento HVM-100**



Fonte: Grom 2009

No próximo tópico abordamos as recomendações normativas vigentes que tratam da acessibilidade.

## 2.6 RECOMENDAÇÕES NORMATIVAS VIGENTES

A seguir são demonstradas as recomendações normativas vigentes referentes a esse estudo, servindo como embasamento e delineando a presente conjuntura dos parâmetros da pesquisa.

### 2.6.1 INTRODUÇÃO

As principais leis federais que tratam da acessibilidade são:

- Decreto n.º 5296/2004,
- Lei n.º 10048/2000
- Lei n.º 10098/2000

O Decreto n° 5296/2004 (BRASIL, 2004), que regulamenta as leis n° 10.048/2000 e 10.098/2000, dispõem, em seu Art. 15, que no planejamento e na urbanização de vias, praças, logradouros, parques e demais espaços de uso público, deverão ser cumpridas as exigências dispostas nas normas técnicas de acessibilidade da ABNT. Como exemplos desta condição, estão inclusos:

- I - A construção de calçadas para circulação de pedestres ou a adaptação de situações consolidadas;
- II - O rebaixamento de calçadas com rampa acessível ou elevação da via para travessia de pedestre em nível;
- III - A instalação de piso tátil direcional e de alerta.

No artigo Art. 16 do mesmo decreto consta que as características do desenho e a instalação do mobiliário urbano devem garantir a aproximação segura e o uso por pessoa portadora de deficiência visual, mental ou auditiva, atendendo às condições estabelecidas nas normas técnicas de acessibilidade da ABNT.

Já o Art. 1 se refere à construção de edificações de uso privado multifamiliar e a construção, ampliação ou reforma de edificações de uso coletivo devem atender aos preceitos da acessibilidade na interligação de todas as partes de uso comum ou abertas ao público, conforme os padrões das normas técnicas de acessibilidade da ABNT.

A lei nº 10.741, de 6 de abril de 2011, institui o código municipal de posturas de Uberlândia e revoga a lei nº 4.744, de 05 de julho de 1988 e suas alterações, no seu capítulo III, da utilização das vias pública e logradouros públicos, regula a taxa de uso e ocupação das calçadas e faz algumas menções sobre faixas de circulação, mas não faz nenhuma referência sobre acessibilidade.

Já a lei complementar nº 524, de 08 de abril de 2011, institui o código municipal de obras do município de Uberlândia e de seus distritos, no capítulo V, que trata do habite-se, faz menções sobre construção, reconstrução, reforma ou ampliação de edificação, mas não faz nenhuma referência aos aspectos da acessibilidade, o que, de fato, é um erro gravíssimo, pois o habite-se regulariza documentações para aprovação de projetos arquitetônicos e não cita nem restringe projetos não acessíveis.

Na seção VI dessa mesma lei, no Art. 60, referentes às rampas, diz que as rampas para pedestre deverão atender à Norma Brasileira de Acessibilidade vigente, contudo não faz referência a qual norma indicativa a acessibilidade se refere.

Com relação à lei nº 10.686, de 20 de dezembro de 2010, que estabelece as diretrizes do sistema viário do Município de Uberlândia, esta estabelece normas gerais e critérios básicos para a promoção da acessibilidade das pessoas portadoras de deficiência ou com mobilidade reduzida nas calçadas públicas.

## 2.6.2 DESENHO UNIVERSAL

O conceito de Desenho Universal se desenvolveu entre os profissionais da área de arquitetura na Universidade da Carolina do Norte - EUA, com o objetivo de definir um projeto de produtos e ambientes para ser usado por todos, na sua máxima extensão possível, sem necessidade de adaptação ou projeto especializado para pessoas com deficiência, com maior democratização do uso dos espaços e com uma visão mais abrangente da atividade de projeto.

A expressão Desenho Universal traduzida da versão inglesa Universal Design, foi utilizada nos Estados Unidos pela primeira vez no ano de 1985, criada pelo Ron Mace, que conceitua o desenho universal como um projeto que consiste na criação de ambientes e produtos que possam ser usados por todas as pessoas, na sua máxima extensão possíveis.

Com relação às áreas públicas urbanas, as diretrizes foram formadas a partir das pesquisas elaboradas por meio da avaliação das condições de segurança ao longo de calçadas de logradouros públicos, das condições de acesso aos lotes e das distâncias que interligam espaços privados e equipamentos públicos, integrando aos princípios técnicos presente na NBR 9050.

O Desenho Universal é composto dos seguintes princípios:

- a) **Uso equitativo** Propor espaços, objetos e produtos que possam ser utilizados por usuários com capacidades diferentes;
- b) **Uso flexível** Criar ambientes ou sistemas construtivos que permitam atender às necessidades de usuários com diferentes habilidades e preferências diversificadas, admitindo adequações e transformações;
- c) **Uso simples e intuitivo**, Permitir fácil compreensão e apreensão do espaço, independente da experiência do usuário, de seu grau de conhecimento, habilidade de linguagem ou nível de concentração;
- d) **Informação de fácil percepção**, Utilizar diferentes meios de comunicação, como símbolos, informações sonoras, táteis, entre outras, para compreensão de usuários com dificuldade de audição, visão, cognição ou estrangeiros;
- e) **Tolerância ao erro (segurança)** Considerar a segurança na concepção de ambientes e a escolha dos materiais de acabamento e demais produtos como corrimãos, equipamentos eletromecânicos, entre outros.
- f) **Esforço físico mínimo**, Dimensionar elementos e equipamentos para que sejam utilizados de maneira eficiente, segura, confortável e com o mínimo de fadiga;

- g) ***Dimensionamento de espaços para acesso e uso abrangente***, Permitir acesso e uso confortáveis para os usuários, tanto sentados quanto em pé;

Seguindo o pensamento de RABELO (2008), na sua essência, o Desenho Universal procura atender as necessidades individuais de cada cidadão, sem que seja especificado o atendimento a uma parcela ou grupo de pessoas, um modo de desenhar ou projetar a cidade livre de qualquer barreira, atendendo as necessidades das pessoas com mobilidade reduzida ao uso dos espaços e serviços urbanos.

Conforme a NBR 9050 (ABNT, 2004), o desenho universal é definido como sendo “aquele que visa atender à maior gama de variações possíveis das características antropométricas e sensoriais da população”.

### **2.6.3 ABNT NBR9050**

Conforme visto anteriormente em 1985, além da questão da acessibilidade começa a ser difundida no Brasil, tem-se o surgimento a Norma Brasileira 9050 criada pela ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. Essa norma vem sendo revisada a cada década, passando por alterações no ano de 1994, em 2004, e atualmente está sendo adequada e preparada para publicação, nesse ano de 2014.

A NBR 9050 (ABNT, 2004), é uma norma que vem buscando a adequação das edificações e mobiliários urbanos, com o objetivo de fixar as condições exigíveis, de padrões e as medidas que proporcionando às pessoas deficientes melhores e adequados acessos a prédios e ou vias.

No entanto, uma norma válida por todo o território brasileiro, composta basicamente por diretrizes para projetos arquitetônicos, aborda a acessibilidade com relação a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos, ficando responsável por todos os aspectos acessíveis.

### **2.6.4 LEI DO SISTEMA VIÁRIO DE UBERLÂNDIA 10.686 DEZ DE 2010.**

A lei nº 10.686, de 20 de dezembro de 2010, que estabelece as diretrizes do sistema viário do município de Uberlândia, conceitua a acessibilidade como sendo a possibilidade e condição de alcance para a utilização, com segurança e autonomia, dos espaços, mobiliários e equipamentos urbanos, das edificações, dos transportes e dos sistemas e meios de comunicação, por pessoa portadora de deficiência ou com mobilidade reduzida.

Essa lei, no seu Art. 1º estabelece normas gerais e critérios básicos para a promoção da acessibilidade das pessoas portadoras de deficiência ou com mobilidade reduzida, mediante a supressão de barreiras e de obstáculos nas vias e espaços públicos, no mobiliário urbano, na construção e reforma de edifícios e nos meios de transporte e de comunicação.

No seu Art. 5 para os fins desta Lei são estabelecidas as seguintes definições:

**I – acessibilidade:** possibilidade e condição de alcance para utilização, com segurança e autonomia, dos espaços, mobiliários e equipamentos urbanos, das edificações, dos transportes e dos sistemas e meios de comunicação, por pessoa portadora de deficiência ou com mobilidade reduzida;

**II – barreiras:** qualquer entrave ou obstáculo que limite ou impeça o acesso, a liberdade de movimento e a circulação com segurança das pessoas.

Ainda conforme a lei municipal nº 10.686 de 2010, no seu capítulo V, pertinente às calçadas, no seu Art. 15, consta que a faixa de circulação destina-se exclusivamente ao trânsito de pedestres, não podendo ser atribuído outro uso, mesmo que temporário, e deverá ter inclinação transversal máxima de 2% (dois por cento), ter permanente manutenção, superfície regular, firme, estável e antiderrapante, sob qualquer condição, e deverá evitar trepidação que prejudique a livre circulação.

Com relação aos materiais adequados para acabamento de faixas de circulação, lei estabelece cinco tipos apropriados, quais sejam:

- a) cimentado áspero;
- b) cimentado estampado;
- c) ladrilho hidráulico;
- d) bloco intertravado;
- e) placa pré-moldada de concreto.

Integrando o acabamento aos materiais adequando o § 2º sugere, que o assentamento de peças com existência de juntas, como blocos intertravados, placas de concreto, ou se caracterizar por ranhura ou sulcos na superfície, como concreto estampado, as juntas, ranhuras ou sulcos não poderão ter espessuras e profundidades superiores a 5 mm (cinco milímetros).

A seguir é demonstrado um estudo de caso na cidade de Uberlândia, onde várias calçadas não estão em conformidade com as recomendações normativas, explana claramente a realidade vivida por pessoas com mobilidade reduzida.

## **2.7 ESTUDO DE CASO (AS NORMAS E A REALIDADE DAS CALÇADAS)**

---

De acordo com ROCHA (2010), pisos irregulares e desgastados, degraus no meio do caminho, inclinações acima do razoável, ausência de sinalização sonora em cruzamentos, entre vários outros aspectos mencionados pela autora, são exemplos dos problemas enfrentados não só nas calçadas de Brasília, mas em cidades do Brasil todo.

GONDIM (2001) adverte que alguns parâmetros previstos nas normas sobre acessibilidade não podem ser definidos e não consideram a vasta diversidade das realidades espaciais das calçadas devido à acessibilidade permanecer diretamente ligada a múltiplos valores e complexidades, inclusive com relação a diferenças regionais.

Um dentre vários relatórios apresentados pela Comissão de Acessibilidade – COMPOD transcreve claramente a realidade das calçadas da cidade de Uberlândia, Minas Gerais. Realidade essa que não é restrita a uma parte específica da cidade, muito menos a um bairro, pois, esse relatório tem levantamento de dados ao longo de dois anos de registros independentemente do local, do nível de renda dos habitantes ou mesmo das condições topográficas existentes.

Para esse estudo foi efetuado um registro fotográfico e inspeção visual em diversos bairros da cidade, com objetivo principal de verificar o cumprimento ou não das recomendações normativas de Inclinação transversal, descontinuidade, obstáculos diversos, defeitos das calçadas, abordagem dos aspectos físicos, e caracterização das calçadas.

Durante o período de avaliação foram observadas situações que se opõem à legislação e aos critérios técnicos da Norma Brasileira 9050/2004 e, consequentemente, ao Desenho Universal.

Com relação à circulação externa, a ABNT (NBR 2004) estabelece que os passeios públicos deverão ser:

- I – apresentar rampas no sentido longitudinal com declividade inferior a cinco por cento;
- II – ser construídos somente com materiais antiderrapantes;
- III – não apresentar degraus, quando o logradouro público tiver declividade inferior a quinze por cento; (não localizei na norma).
- IV – ter a superfície contínua e não interrompida por canteiros ou qualquer outra obra que provoque obstrução à passagem dos pedestres;

A seguir as figuras ilustram algumas pavimentações de calçada e o acabamento em que se encontram.



As Figuras 2.14a demonstra uma calçada com acabamento de cerâmica lisa e a figura 2.14b uma pavimentação de calçada com acabamento em granito polido, demonstrando, no entanto uma realidade inversa, com utilização de acabamentos não regulamentados.

**Figura 2.14a Acabamento em cerâmica lisa**



**Figura 2.14b Acabamento em granito polido**



**Fonte: COMPOD 2013**

Com relação à inclinação transversal da calçada conforme visto anteriormente a ABNT (2004) recomenda que seja acessível, desde que tenha uma inclinação transversal da superfície de:

- até 2% para pisos internos (edificações)
- até 3% para pisos externos (espaços públicos),
- Inclinações superiores a 5% são consideradas rampas.
- Desníveis superiores a 5 mm até 15 mm devem ser tratados em forma de rampa, com inclinação máxima de 1:2 (50%).
- Desníveis superiores a 15 mm devem ser considerados como degraus.

A realidade das calçadas mostra o descumprimento dessa normativa, principalmente quando relacionado a locais de acesso de serviço, aonde a inclinação chega a patamares onde o trânsito de pedestres se torna impossível até mesmo para pessoas sem qualquer tipo de deficiência.

Portanto logo abaixo a figura 2.15a e 2.15b a seguir ilustram calçadas intransitáveis devido à construção inadequada de acesso do carro.

É possível ver nessas figuras o quanto que uma construção inadequada pode interferir no deslocamento das pessoas seja ela deficiente ou não. Sendo uma verdadeira barreira arquitetônica.

**Figura 2.15a Calçadas intransitáveis  
Acesso inadequado de carros**



**Figura 2.15b Calçadas intransitáveis  
acesso inadequado de carros**



**Fonte: COMPOD 2013**

Já as figuras 2.16a e 2.16b apresentam o descumprimento das recomendações normativas referentes a inclinações transversais e inclinações longitudinais, sendo possível ver visualmente o quanto estão inadequadas e inacessíveis.

**Figura 2.16a – Inclinações Visualmente  
Inadequadas**



**Figura 2.16b - Inclinações Visualmente  
Inadequadas**



**Fonte: COMPOD 2013**

Com relação à descontinuidade das calçadas, tanto a NBR 9050/2004 quanto a Lei do Sistema Viário de Uberlândia, estabelece a condição de continuidade da calçada. Isso implica dizer que não podem ser admitidos quaisquer recursos ou formas construtivas que provoquem interrupções da superfície, quer seja por degraus ou rampas com inclinação excessiva nos alinhamentos de confrontações dos lotes ou por alternância de tipos de acabamentos.

As figuras 2.17a e 2.17b a seguir explanam calçadas visualmente inclinada com alternância do tipo de acabamento sendo seccionadas com faixas de gramas, não sendo contínuas, portanto não atende as recomendações normativas.

**Figura 2.17a - calçada seccionada por faixas de gramas**



**Figura 2.17b - calçada seccionada por faixas de gramas**



**Fonte: COMPOD 2013**

A NBR 9050/2004 estabelece que as superfícies de calçadas devam ser isentas de qualquer tipo de obstáculo, e principalmente ser contínua sem presença de degraus, valetas, depressões ou qualquer outro tipo geométrico que impeça ou dificulte o trânsito livre e seguro dos pedestres.

Infelizmente não é o que representa as Figuras de 2.18a – elemento saliente entre divisa de lote e 2.18b – degrau entre divisa de lote, onde há a presença de degraus e elementos saliente entre um lote e outro.

**Figura 2.18a - elemento saliente entre divisa de lote**



**Figura 2.18b - degrau entre divisa de lote**



**Fonte: COMPOD 2013**

Adiante as figuras 2.19 – muro na divisa de lotes e 2.20 – muro no meio-fio, ilustram mais dessas barreiras encontradas.



Portanto essas imagens ilustram calçadas descontinuas, com barreiras, provocando interrupção de superfície não respeitando as recomendações normativas da NBR9050/2004.

**Figura 2.19– Muro na divisa da lotes**



**Figura 2.20 – muro no meio-fio**



**Fonte: COMPOD 2013**

Para finalizar as figuras 2.21 – Escada com rampa, e figura 2.22 degrau associado à calçada, deixam claro a falta de utilização das recomendações normativas da NBR 9050/2004.

**2.21 – Escada com rampa**



**Figura 2.22 degrau associado à calçada**



**Fonte: COMPOD 2013**

A seguir o capítulo 3 aborda a descrição da etapas utilizadas na metodologia, do qual foi construída a partir das recomendações normativas e consequentemente dos critérios adotados na pesquisa, delineado ao referido tema das calçadas entre outros aspectos diretamente incluídos e necessários para realização da pesquisa.

## CAPÍTULO 3

# Metodologia

---

A metodologia do pesquisa foi dividida em quatro etapas, caracterização da amostragem, inspeção da amostragem, coleta de dados e sistematização dos dados coletados. De forma sucinta o tópico relacionado à caracterização da amostragem, consiste em uma análise e escolha prévia de todos os componentes dos quais favorecem e que são necessários a esse projeto de pesquisa.

Na parte direcionada a inspeção visual, foram aferidos os trechos escolhidos e selecionados para efetivação dos testes, dos quais foram analisados de forma técnica e com instrumentação adequada quanto a inclinação, a rugosidade, a largura e estado de conservação das calçadas selecionadas para o teste. Desse modo é uma etapa que teve como intuito principal, promover maior segurança ao cadeirante e diminuir o risco de queda ou algum acidente, e principalmente selecionar trechos de calçadas visivelmente planas.

Posteriormente, no tópico indicativo a coleta de dados, foi feita referencias às verificações elaboradas nos trechos de pavimentos de calçadas tanto nos aspectos técnicos quanto nos aspectos subjetivos do conforto do cadeirante relacionada à vibração sentida.

E, por fim, o tópico direcionado a sistematização dos dados coletados, que na verdade cruzar todos os dados coletados a fim de demonstrar respostas conclusivas dos valores aferidos da vibração e a sensação de desconforto gerado ao cadeirante.

A seguir estão descritos os quatros tópicos e o detalhamento de cada passo da metodologia.

## **3.1 CARACTERIZAÇÕES DA AMOSTRAGEM (ETAPA 1)**

---

A caracterização da amostragem buscou discernir o que serve ou não para pesquisa e seleciona quatro itens essenciais para esta pesquisa sendo, local, pavimentação de calçada (materiais), cadeirante participante e cadeira de roda, a seguir os detalhes da seleção dos quatro itens mencionados.

### **3.1.1 LOCAL**

Este estudo foi aplicado na cidade de Uberlândia, município pertencente ao Estado de Minas Gerais, cuja localização é incumbente a Mesorregião do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba, onde para facilitar o tempo gasto com testes, grande parte da pesquisa foi efetivada nas calçadas do campus Santa Mônica da Universidade Federal de Uberlândia, do qual situa a faculdade de engenharia civil e nas calçadas circunscritas a Prefeitura Municipal de Uberlândia.

A escolha desses locais deve-se aos seguintes motivos, o tempo gasto de execução dos testes com cadeirantes, facilidade de acesso aos locais, estado de conservação visivelmente adequado para as exigências da pesquisa e local proveniente de reclamações por parte dos cadeirantes.

Além de o campus apresentar os tipos de pavimentação de calçadas estudadas nessa pesquisa, a sua localização é relativamente próxima ao ponto de reclamações dos cadeirantes, no caso a Prefeitura Municipal de Uberlândia, portanto a escolha favoreceu ao tempo gasto da pesquisa não sendo feito grandes deslocamentos do qual não prejudicou nem exigiu muito dos cadeirantes participantes.

As pavimentações de calçadas composta por cimentado áspero, bloco intertravado e ladrilho hidráulico foram efetivadas dentro do campus Santa Mônica e os testes com pavimentações composta por pedra macaquinho, foi elaborada nas calçadas circunscritas a Prefeitura Municipal de Uberlândia, lembrando que, é um local proveniente da demanda de reclamações por parte dos cadeirantes, ao Conselho municipal da pessoa portadora de deficiência de Uberlândia - COMPOD e a Associação dos Paraplégicos de Uberlândia- APARU, no qual apresentam grande dificuldade de locomoção em suas calçadas.

### **3.1.2 PAVIMENTOS DE CALÇADA (MATERIAIS)**

Para escolha dos pavimentos de calçadas, primeiramente foi feito um estudo onde foram escolhidos os materiais que as compõem e posteriormente o estado de conservação atual dessas pavimentações, com intuito de selecionar trechos que promovam a segurança do cadeirante no seu deslocamento como também que esclareça a proposta da pesquisa, obtendo parâmetros suficientes para análise e comparação.

Assim, os trechos para teste foram escolhidos a partir dos materiais que são considerados adequados para acabamento de faixas de circulação das calçadas, dispostos no § 1º da lei nº 10.686 do Sistema Viário de Uberlândia de dezembro de 2010 como também a pavimentação que vem gerado bastantes reclamações ao Conselho municipal da pessoa portadora de deficiência de Uberlândia - COMPOD e a Associação dos paraplégicos de Uberlândia APARU, assim sendo os materiais escolhidos foram:

- a) cimentado áspero;
- b) ladrilho hidráulico;
- c) bloco intertravado;
- d) pedra macaquinho

Após a escolha dos materiais que compõem as pavimentações de calçada, o estado de conservação atual foi inspecionado mediante a pesquisa de campo presente no tópico 3.2 INSPEÇÕES DOS TRECHOS SELECIONADOS PARA TESTE, do qual visou determinar as seções adequadas para pesquisa, sendo um para cada tipo de pavimentação de calçada, totalizando quatro pavimentações.

### **3.1.3 CADEIRANTE PARTICIPANTE (RECRUTAMENTO)**

A escolha por cadeirantes ao invés de bonecos de testes é devido aos aspectos subjetivos da pesquisa que é justamente o conforto físico sentido durante o deslocamento sobre as pavimentações mencionadas.

Os bonecos de teste facilitariam a pesquisa proporcionando dados técnicos, como em outras pesquisas anteriores, mas, não salientaria o objetivo principal dessa pesquisa que é o próprio conforto sentido pelo cadeirante no seu dia a dia sobre diversos tipos de pavimentações de calçadas.

Motivo esse que fundamentou esta pesquisa para esclarecer e estudar as crescentes reclamações dos cadeirantes com os tipos de pavimentações de calçadas, algumas das quais são consideradas intransitáveis pelo desconforto causado durante o deslocamento sobre essas pavimentações.

Desse modo para a escolha dos perfis dos cadeirantes participantes entrevistados os itens levado em consideração foram, estar na faixa etária entre 18 à 35anos, pois, pessoas com paraplegia, ao avançar da idade sofrem com atrofia da musculatura, e poderia tanto prejudicar os dados da pesquisa como exercer muito esforço do próprio cadeirante.

Portanto a seguir a tabela 3.1 com requisitos para a escolha dos perfis dos entrevistados:

**Tabela 3.1**Itens para escolha do perfil dos entrevistados Peso x Altura x Idade x Sexo

Idade	Homens		Mulheres	
	Peso (Kg)	Altura (m)	Peso (Kg)	Altura (m)
<b>18 anos</b>				
<b>30 anos</b>				
<b>35 anos</b>				

Fonte: Autora

Devido à disponibilidade e o perfil de recrutamento necessário para essa pesquisa a Associação dos paraplégicos de Uberlândia APARU disponibilizou dez cadeirantes participantes. Numero mínimo para validação da pesquisa e amostragem.

### 3.1.4 CADEIRAS DE RODAS

A escolha dos tipos de cadeiras de rodas utilizados foi de extrema importância, pois seus aspectos físicos tais como, resistência aos rolamentos, à pressão do pneu e principalmente o tipo e pressão do pneu, podem influenciar a percepção do conforto por parte do usuário, podendo, no entanto, vir a interferir nos dados da pesquisa.

Conforme os dados da Associação dos Paraplégicos de Uberlândia APARU – dentre os dois tipos de cadeiras de rodas utilizadas, foi efetivada uma breve pesquisa interna na qual relatou que 90% dos usuários de cadeira de roda usam as cadeiras manuais, devido ao preço e facilidade de transporte. Já a cadeira de roda automática apenas 10% dos cadeirantes a utilizam devido a dificuldade de desmontar e transportar em carros, portanto, para essa pesquisa utilizamos a cadeira de roda mais usual que é a do tipo manual.

Integrando as informações de deslocamento, a literatura recomenda a prévia avaliação do tipo de roda utilizado, por tanto existem três tipos, as rodas pneumáticas, as maciças e as Semi pneumáticas.

Com relação ao tipo de roda utilizado a pesquisa com a Associação dos Paraplégicos de Uberlândia - APARU através de uma pesquisa interna relata na Tabela 3.2 a seguir qual é a mais usual, qual tem maior resistência ao rolamento, quais apresentam maior resistência ao desgaste e qual tem maior elasticidade.



**Tabela 3.2** Amostra das vantagens e desvantagens com relação ao tipo de roda

TIPO DE RODA	RESISTENCIA AO ROLAMENTO	ATRITO ESTÁTIC O	ELASTICIDADE	RESISTENCIA AO DESGASTE	MAIS USUAL
<b>PNEUMÁTICA</b>	+	<b>NULO</b>	+	-	<b>15%</b>
<b>MACIÇA TOTALMENTE SOLIDA</b>	-	<b>NULO</b>	-	+	<b>60%</b>
<b>SEMI PNEUMATICA</b>	-	<b>NULO</b>	-	+	<b>25%</b>

**Fonte:** Autora

Desse modo segundo os dados e o percentual relatado conforme a pesquisa da Associação dos Paraplégicos de Uberlândia - APARU a cadeira de roda utilizada na pesquisa deve ser a manual com roda maciça, por ser a mais utilizada pelos cadeirantes.

Após o reconhecimento de todo o perfil da amostragem a seleção da mesma foi efetivado a partir da inspeção dos trechos, conforme descrito a seguir.

## 3.2 INSPEÇÕES DOS TRECHOS SELECIONADOS PARA TESTE (ETAPA 2)

Após a caracterização da amostragem, a inspeção visual propendeu a verificar tecnicamente cada tipo de pavimentação de calçada indicado na pesquisa, através de registros fotográficos e instrumentação adequada, buscando selecionar trechos visivelmente regulares e planos, que foram escolhidos a partir dos seis aspectos seguintes:

- Conservação atual das pavimentações
- Largura efetiva
- Comprimento do trecho
- Inclinação transversal.
- Inclinação longitudinal
- Rugosidade Abrupta

Esses aspectos serviram tanto de parâmetro como de instrumento avaliador e seletor dos trechos para cada tipo de pavimentação de calçada, portanto para favorecer o andamento da pesquisa esses seis aspectos foram dispostos em tabela presente no APENDICE A, juntamente com os critérios normativos adotados na pesquisa.

A seguir o detalhe de cada um desses aspectos.

### 3.2.1 CONSERVAÇÃO ATUAL

Para a verificação da conservação atual das pavimentações de calçadas, a inspeção foi visual, onde foi observado em cada trecho a ausência ou presença de defeitos na pavimentação, se havia ou não o risco de deslocamento, ou alguma impedância/ barreira no percurso com cadeira de rodas ou até mesmo buracos que pudessem favorecer algum risco de queda.

Após o reconhecimento de cada trecho foram selecionados aqueles que proporcionassem maior segurança para o deslocamento do cadeirante participante, sendo evitados trechos com irregularidades superficiais, buracos, degradações, trincas entre outras patologias globais presentes no âmbito das pavimentações de calçadas.

### 3.2.2 LARGURA EFETIVA E COMPRIMENTO DO TRECHO

Para largura efetiva e comprimento do trecho a instrumentação utilizada foi a trena onde, as dimensões mínimas de largura das pavimentações tiveram como parâmetro as recomendações da ABNT NBR 9050:2004.

A trena de lona utilizada na pesquisa tem formato de cruzeta, com comprimento de 50m e com invólucro, apresenta unidades retilíneas aplicadas diretamente no pavimento de calçada e é um instrumento bastante prático e seguro conforme ilustra a Figura a seguir 3.1

**Figura 3.1 trena em formato de cruzeta**



**Fonte: autora**

Assim o critério adotado para dimensionamento da largura efetiva foi mínima de 1,50m, além de eliminar um dos possíveis obstáculos de deslocamento, trouxe maior comodidade ao próprio cadeirante, pois, um dos objetivos principais da pesquisa foi analisar a sensação de conforto e a vibração gerada ao cadeirante durante o deslocamento, relacionado diretamente ao tipo de material da pavimentação de calçada.

Os requisitos básicos para o dimensionamento total do trecho a ser percorrido, teve como base evitar o desgaste do cadeirante durante os testes, como também ter extensão suficiente para a coleta de dados das vibrações transmitidas aos cadeirantes durante o percurso.

Após algumas simulações de travessias com cadeirantes em calçadas, o critério adotado foi o de selecionar trechos com 10m de extensão para cada tipo de pavimentação, dimensionamento aceitável para travessia em dois minutos por tipo de pavimentação de calçada e satisfatória para coleta de dados com o próprio aparelho de vibração.

### 3.2.3 INCLINAÇÃO TRANSVERSAL E LONGITUDINAL

Foi feita uma pré-seleção de trechos para cada tipo de pavimentação de calçada, efetuada através do equipamento denominado de angulômetro, do qual foram selecionados superficialmente trechos planos e regulares, com inclinações adequadas para pesquisa tanto no aspecto transversal como longitudinal. Os critérios adotados na pesquisa seguem as recomendações da ABNT NBR 9050:2004, portanto foram preferidos trechos com as seguintes inclinações:

- Inclinação transversal máxima de até 3% para pisos externos (espaços públicos)
- Inclinação longitudinal máxima de até 5%.

As medições de inclinação, foram efetuadas em dois momentos, o primeiro com auxílio de instrumentação chamada angulômetro, e o outro nivelamento geométrico, demonstrados a seguir.

#### **Angulômetro**

O angulômetro ilustrado na figura 3.2 a seguir é um instrumento mecânico para fazer as medições das inclinações das calçadas, que possibilita um registro rápido e preciso, através dos ângulos aferidos é possível determinar a inclinação da pavimentação de calçada.

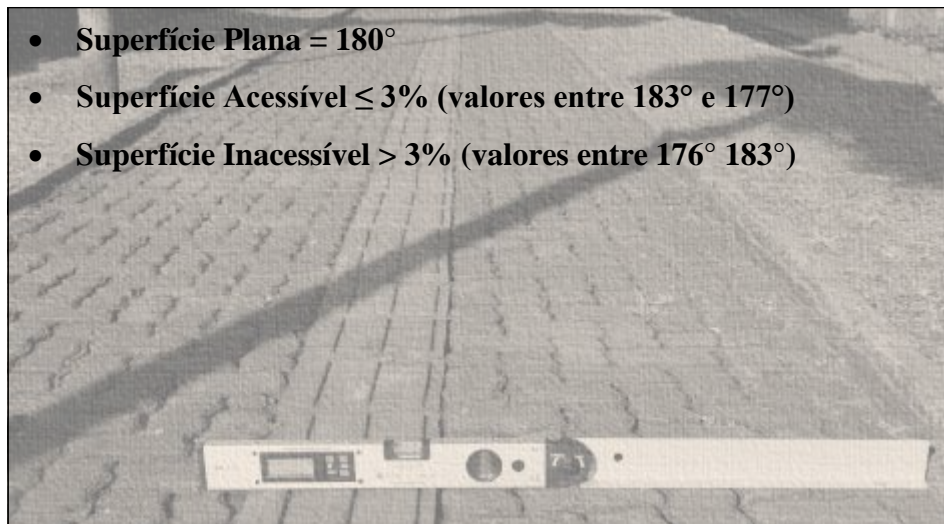


**Fonte: autora**

A seguir detalhes da utilização do angulômetro na pesquisa.

Nessa pesquisa, devido ao fato do angulômetro ser um instrumento digital, considerou-se o ângulo de  $180^\circ$  como o ângulo que garante a superfície plana ou seja que garanta a calçada o aspecto visual de maior planicidade. A partir desse ângulo todo grau acima ou inferior a esse ângulo apresentava a porcentagem de inclinação transversal. Deste modo, na pesquisa de campo foi considerada inclinação transversal toda porcentagem  $\leq 3\%$  como acessível, ilustrado na Figura 3.3 medição com angulômetro abaixo:

**Figura 3.3- Medição com angulômetro**



**Fonte: autora**

### **Nivelamento Geométrico**

Dada à necessidade de uma medição de maior precisão, tanto para o eixo transversal quanto para o eixo longitudinal, foi efetuado um nivelamento geométrico através do nível ótico e régua graduada.

Na Figura 3.4 a seguir é possível ver o nível ótico utilizado para nivelamento geométrico, montado no suporte de apoio.

**FIGURA 3.4 NÍVEL ÓTICO E SUPORTE DE APOIO**



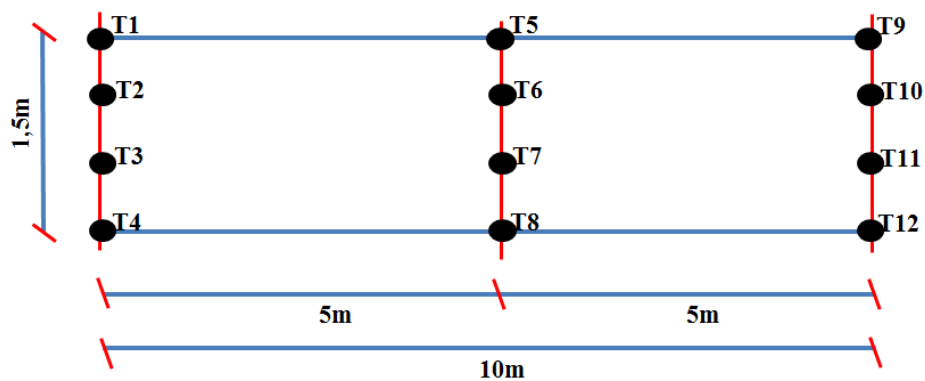
**FONTE: AUTORA**

O nível ótico é um equipamento que é composto por:

- Um suporte nivelador
- Uma barra horizontal;
- Uma luneta fixada ou apoiada sobre a barra horizontal;
- Um nível de bolha circular para o nivelamento da base
- Duas miras ou réguas graduadas: preferencialmente de metal invar;

Para essa medição a principio foram selecionados em cada pavimentação de calçada entre 12 a 15 pontos no trecho de 10metros conforme ilustra a figura 3.5

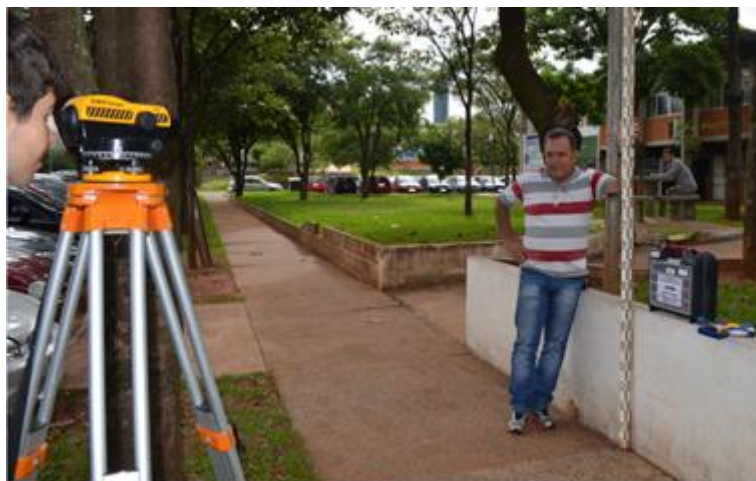
**Figura 3.5 croqui pontos do trecho 1**



**Fonte autora**

Após a marcação dos pontos no trecho da pavimentação de calçada, foi instalado o nível ótico em um ponto estratégico uma única vez para cada pavimentação de calçada, equidistante aos pontos de nivelamento. A régua é mantida na posição vertical para cada ponto a medir com o nível ótico conforme mostrado na figura 3.6 a seguir

**FIGURA 3.6 NÍVEL ÓTICO E RÉGUA GRADUADA**



**FONTE AUTORA**

Este tipo de nivelamento é aplicado a terrenos relativamente planos e serviu para aferir as inclinações longitudinal e transversal através dos cálculos e diferenças entre os pontos. Portanto na ficha de inspeção presente no APENDICE B estão representadas as cotas obtidas e os valores de cada ponto das operações de nivelamento.

### 3.2.4 RUGOSIDADE ABRUPTA

Resumidamente a rugosidade abrupta pode ser considerada como a própria deformidade superficial do material, do qual é uma avaliação de grande importância para esse estudo, pois está relacionada à própria textura da pavimentação.

Logo para aferir essas asperezas superficiais, o teste indicado pela norma ASTM E965-96 é por meio do método de teste de areia ou altura de areia, na qual ira fomentar as irregularidades, ou seja, a rugosidade abrupta de cada pavimentação.

Esse procedimento é bastante utilizado para medir a macrotextura em pavimentações asfálticas, portanto viu-se a possibilidade de utilizar nessa pesquisa e comparar com a vibração transmitida ao cadeirante podendo ser utilizado futuramente como um dos parâmetros de medição de irregularidade da superfície das pavimentações de calçada

O teste de mancha de areia é um método simples, que consiste basicamente em espalhar determinado volume de areia em forma circular com auxilio de um pistão circular sobre a superfície de forma homogênea e registrar a distancia média entre os picos da macrotextura nos pavimentos. Na figura 3.7 é ilustrado o equipamento utilizado para teste de mancha de areia.

**FIGURA 3.7 :EQUIPAMENTO UTILIZADO PARA MANCHA DE AREIA**



**FONTE: AUTORA**

A areia utilizada deve ser uniforme, arredondada, onde, sua granulometria deve estar contida entre as peneira n°50 e n°100, ou seja, passada na peneira n°50 e sendo retida pela peneira n°100 com volume de 25.120mm³.



Após esse procedimento a areia é colocada no cilindro metálico, que irá derramar a areia sobre o pavimento escolhido, com um espalhador ou carimbo é espalhada essa areia em forma circular até notar pontas do agregado ou até formar uma figura geométrica como um círculo, conforme ilustra a figura 3.8 a seguir.

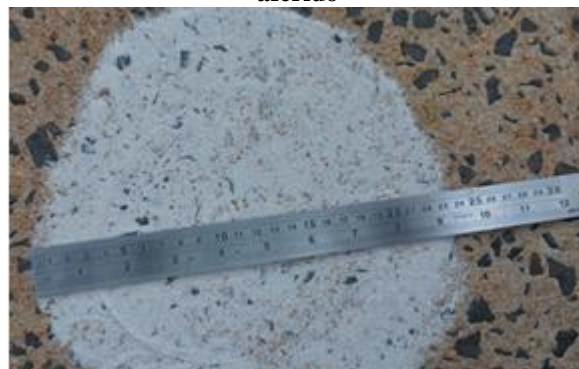
**Figura 3.8: areia espalhada com carimbo**



**Fonte: autora**

Posteriormente a esse procedimento é aferido o diâmetro do círculo no mínimo de três direções, sendo medidos com régua ou trena, conforme ilustra a figura 3.9 abaixo.

**Figura 3.9: diâmetro do círculo formado sendo aferido**



**Fonte: autora**

Consequentemente com a média desses valores calcula-se a altura da macrotextura com a seguinte equação:

$$h_m = \frac{4V}{d_m^2 \cdot \pi}$$

**Onde:**

**hm** = altura média de areia

**V** = volume

**dm** = média das medidas da mancha na superfície do pavimento.



O resultado desses valores refletem a própria macrotextura ou rugosidade abrupta da pavimentação de calçada, portanto os dados aferidos estão presente no **APENDICE B**

Logo após toda a inspeção dos trechos de pavimentos de calçadas, foi feito as coletas de dados referentes à vibração transmitida ao cadeirante e ao conforto sentido durante o seu deslocamento, demonstrados a seguir no próximo tópico.

---

### 3.3 COLETAS DE DADOS (ETAPA 3)

---

A coleta de dados verificou dois aspectos, a vibração transmitida durante o deslocamento sobre cada uma das pavimentações de calçadas, e o aspecto relacionado ao conforto sentido pelo próprio cadeirante nesse deslocamento, sendo uma forma de cruzar os dados técnicos com a percepção do usuário.

No entanto para a percepção do usuário foi aplicado um formulário sigiloso presente no **APENDICE C**, estruturado com base em cadeirantes paraplégicos do qual não apresentou nenhum dado pessoal, tais como, endereço, nome ou algum registro de identificação, pois, o objetivo é relatar os seus esforços sentidos na sua vida cotidiana.

Com o intuito de diminuir o tempo gasto com a pesquisa e evitar o desgaste do cadeirante participante, para a aplicação das duas coletas de dados, foi elaborado uma trajetória e tempo a ser percorrido em cada pavimentação de calçada.

Desse modo para essa trajetória, a Associação dos paraplégicos de Uberlândia - APARU, visando à segurança dos próprios cadeirantes participantes, disponibilizou uma van acessível, que levou os cadeirantes em cada trecho de pavimentação de calçada, com a presença de uma pessoa de apoio.

A seguir detalhes da coleta de dados da vibração transmitida ao cadeirante durante o deslocamento.

#### 3.3.1 VIBRAÇÃO TRANSMITIDA (HVM-100 DURANTE O DESLOCAMENTO SOB OS TIPOS DE PAVIMENTO DE CALÇADAS)

A medição de vibração no corpo humano nessa pesquisa foi realizado através do equipamento HVM100, seu sistema básico para medições de vibrações é composto por:

- Sensor de vibração (acelerômetro),
- Amplificador,
- Integrador ou diferenciador (permite a transformação da medida em sinal elétrico)

É um equipamento que possui múltiplas funções, todos eles conformem os parâmetros estabelecidos pela norma vigente, atendendo as normas ISO 8041, ISO 2631 -1 ISO 2361- 2, ISO 5349 1, ISO 5349-2 e ISO 10819, do qual recomendam a avaliação da vibração seja três eixos.

O sistema é dotado de filtro de bandas para selecionar frequência específicas, no caso acelerômetro que permitiu medições tri-axiais simultaneamente para coletar as vibrações em três eixos ortogonais. Já os acessórios utilizados no HVM para aferir a vibração de corpo inteiro são compostos por três tipos de acessórios conforme mostra Figura 3.10 abaixo:

- Almofada,
- Acelerômetro (uniaxial ou triaxial),
- Adaptadores

**FIGURA 3.10 MEDIDOR DE VIBRAÇÃO NO CORPO HUMANO**



**FONTE: GROM (2009)**

As Figuras 3.11 e 3.12 a seguir demonstram cadeirantes já com equipamento instalado nas respectivas cadeiras de roda sendo uma cadeira manual e a outra automática.

**Figura 3.11 - cadeira de roda manual com acelerômetro instalado**



**Fonte: Cooper et.al (2002)**

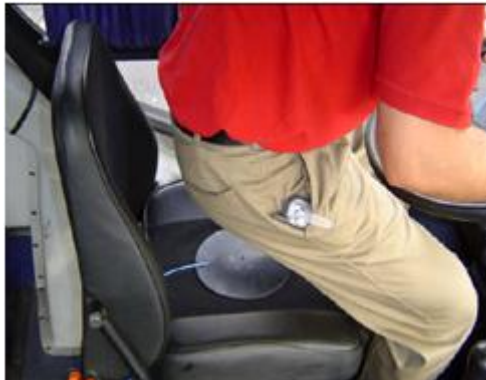
**Figura 3.12 - cadeira de roda automática com acelerômetro instalado**



**Fonte: Cooper et al.(2002)**

Na Figura 3.13 a seguir, é demonstrada visivelmente almofada colocada no ponto de transferência da vibração ao corpo, ou seja, no próprio assento da poltrona ocupada, que no caso foram utilizados em operadores de máquinas.

**Figura 3.13 – almofada colocada sobre assento**



**Fonte: Pianelli (2008)**

Resumidamente para essa coleta de dados, a avaliação foi realizada segundo as normas e a ISO 2631-1 (1997), simultaneamente para os três eixos (x, y e z), com instalação do acelerômetro tri-axial para coletar as vibrações nos três eixos ortogonais, posicionado no assento e no apoio para os pés, na própria cadeira de roda, tomando o cuidado da média da aceleração medida estar entre 160 Hz e 200 Hz devido aos estabelecimentos das normas.

Essas vibrações, portanto foram gravadas pelo sistema básico do equipamento que transformou em sinal elétrico os picos por pontos do arquivo através do seu diferenciador, o que facilitou a coleta de dados, podendo ser visto através dos gráficos a própria vibração transmitida ao cadeirante participante durante o seu deslocamento, sobre cada tipo de pavimentação de calçada.

A seguir os detalhes da coleta de dados relacionados ao conforto sentido

### **3.3.2 CONFORTO SENTIDO (DURANTE O DESLOCAMENTO SOB OS TIPOS DE PAVIMENTO DE CALÇADAS)**

Para a coleta de dados referentes ao nível de conforto sentido foi levado em consideração três itens principais:

- Grau de intensidade da frequência,
- Tempo de exposição
- Direções das vibrações

Deste modo foram adotados como critérios de avaliação os níveis de tolerância aceitáveis com relação à percepção de conforto conforme está disposto na ISO 2631-1 (1997), pois, além de ser uma forma simples e rápida, classifica as acelerações de acordo com o conforto e desconforto através da velocidade de deslocamento como mostra a seguir:

- a) Desconforto tolerável – Até  $1,00\text{m/s}^2$
- b) Muito desconfortável – De  $1,00\text{m/s}^2$  até  $2,00\text{m/s}^2$
- c) Extremamente Desconfortável – Acima de  $2,00\text{m/s}^2$

Portanto para obter dados com relação à percepção dos cadeirantes de forma didática simples e rápido foi utilizada a metodologia denominada de *Walkingtrog* difundida por LYNCH (2010) da qual é utilizada em avaliação de desempenho do ambiente construído ou de pós-ocupação, combinado com uma observação simultânea de entrevistas e aplicação de formulário.

Assim nesta pesquisa a percepção foi avaliada a partir de um formulário **APENDICE C**, estruturado com base em cadeirantes paraplégicos, que é publico alvo dessa pesquisa, com objetivo de extrair dados referentes ao conforto e avaliação do desempenho físico durante o deslocamento sobre cada tipo de pavimentação de calçada, onde, todo o percurso foi acompanhado pela própria autora.

Esse formulário foi elaborado com intuito de ser de fácil aplicação e momentaneamente qualificar os tipos de pavimentação de calçada através da própria percepção dos cadeirantes participantes, por meio de 3 questões de múltiplas escolha mantendo assim o sigilo dos cadeirantes participantes.

Além dessas questões estava presente no formulário, a descrição e dados geométrico referentes a cada trecho escolhido como representativo do tipo de pavimentação de calçada utilizado para deslocamento na pesquisa, cujos dados foram aferidos como visto anteriormente, tornando-o mais didático e de maior entendimento ao cadeirante participante.

A próxima etapa da pesquisa consiste na sistematização dos dados coletados, com objetivo principal de cruzar todos os registros das pavimentações de calçada com os dados relatados pela percepção do usuário.

### 3.4 SISTEMATIZAÇÃO DOS DADOS (ETAPA 4)

---

O intuito da sistematização dos dados é demonstrar a correlação de todos os aspectos abordados neste estudo, a melhor forma para essa representação foi por meio de gráficos e planilhas elaboradas pelo *software Excel*. Portanto com a finalidade de tornar evidente e visual os dados coletados através da problemática existente.

A representação gráfica garantiu a estratificação de dados em diferentes níveis de fatores, contribuindo significativamente na identificação das causas fundamentais do problema da pesquisa, portanto para a sua elaboração resumidamente falando, todos os dados aferidos e coletados foram colocados em planilhas do *software Excel*.

Após esse procedimento foi elaborados gráficos referentes a esses valores, favorecendo ao entendimento e a pertinência da problemática existente, podendo ser correlacionados todos os dados da pesquisa.

No capítulo a seguir são relatados os resultados obtidos na pesquisa.

## CAPÍTULO 4

# Dados Coletados e Análise dos Resultados

---

Neste capítulo são abordados os dados coletados em pesquisa de campo, onde a partir da tabulação dos dados e representação gráfica foi feita análise e correlação dos resultados obtidos.

O primeiro passo efetivado antes das coletas de dados referente ao conforto sentido e a vibração transmitida ao cadeirante, foi à seleção do local e dos trechos representativos para cada tipo de pavimentação de calçada, o recrutamento dos cadeirantes participantes e o tipo de cadeira de roda usada na pesquisa.

Como visto anteriormente na metodologia esta análise e escolha dos trechos para teste foi feita na pela escolha das características das amostras e pela inspeção visual detalhada a seguir.

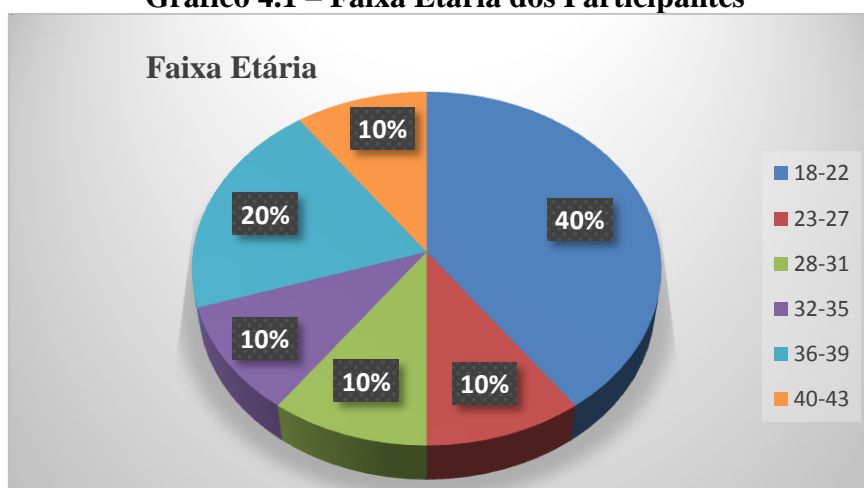
---

### 4.1 Dados e análise do recrutamento dos cadeirantes participantes

---

Devido à atrofia da musculatura em cadeirantes com paraplegia, seguimos os seguintes critérios para recrutamento; estar na faixa etária de 18 a 42 anos, com autonomia de deslocamento. Deste modo o gráfico 4.1 a seguir relata os dados coletados dos cadeirantes participantes.

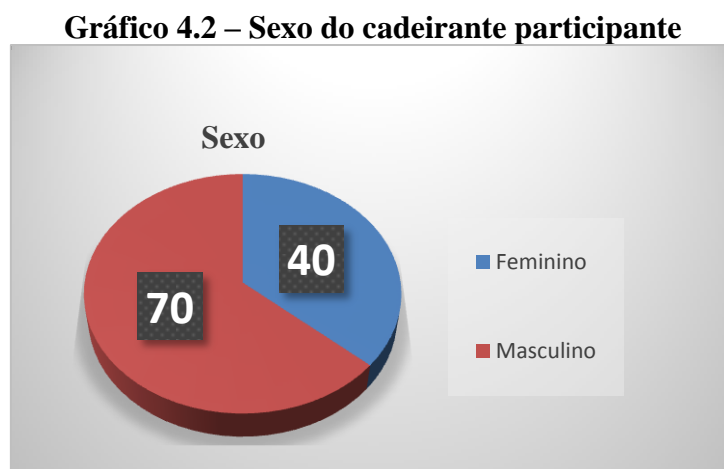
**Gráfico 4.1 – Faixa Etária dos Participantes**



**Fonte: Autora**

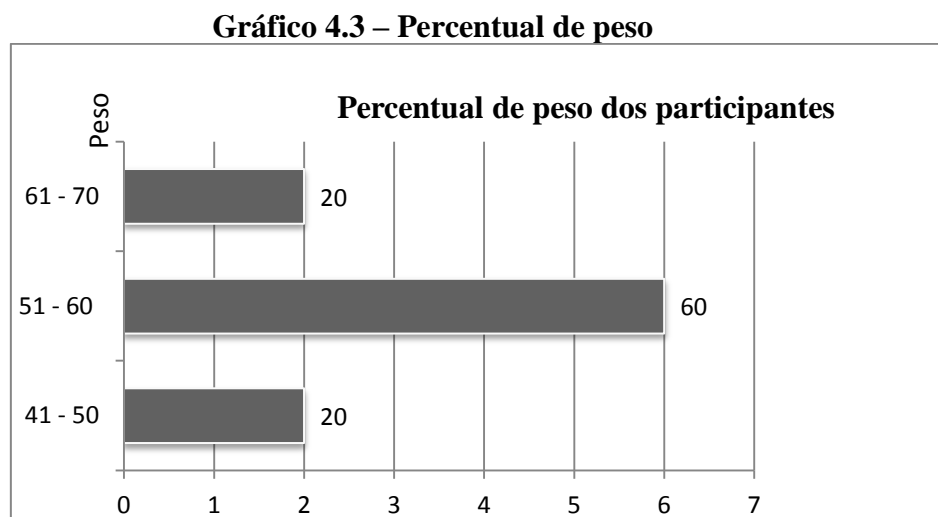
Nota-se que a faixa etária de maior índice ficou entre 18 e 22 anos.

O gráfico 4.2 a seguir mostra que setenta por cento dos cadeirantes participantes eram do sexo masculino e quarenta por cento do sexo feminino.



Fonte: autora

Com relação ao peso, procuramos manter a média entre 50 kg a 60 kg, pois, os estudos anteriores de ROCHA(2010) relatam que quanto mais leve eram os bebês da sua pesquisa maior eram os índices de vibração. No caso dessa pesquisa semelhante ao que relata o gráfico 4.3 – percentual de peso, abaixo, trabalhamos com pessoas adultas onde 60% ficaram na faixa do critério adotado, 20% com percentual de peso entre 41 kg e 50 kg e 20% na faixa entre 61 kg e 70 kg.

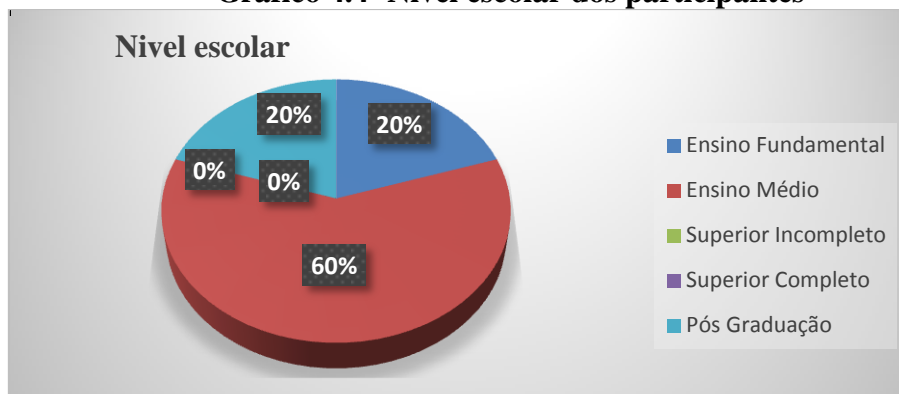


Fonte: autora

Outro critério que utilizamos na pesquisa foi com relação à escolaridade, tentamos utilizar cadeirantes participantes de diferentes níveis escolares com o intuito de verificar se as respostas com relação ao conforto de deslocamento seriam aproximadas ou se teriam variação de resposta conforme o grau de escolaridade.

Mas devido a grande dificuldade de deslocamento que essas pessoas enfrentam habitualmente, 60% dos cadeirantes participantes estão cursando o ensino médio, 20% o ensino fundamental e 20% possui pós-graduação, não foi possível trabalhar com participantes que estão cursando o nível superior ou que tivessem nível superior incompleto conforme relata a seguir o Gráfico 4.4- Nível escolar dos participantes.

**Gráfico 4.4- Nível escolar dos participantes**

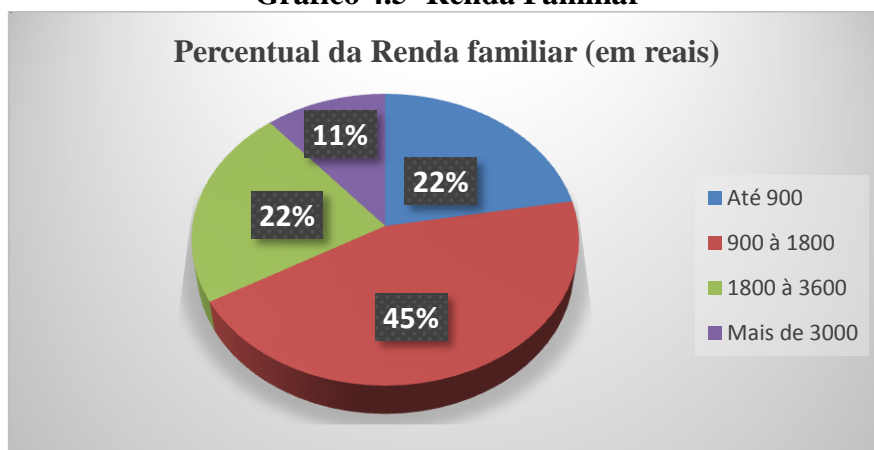


**Fonte: autora**

Outro fator utilizado para o recrutamento dos participantes cadeirantes foi com relação à renda familiar, buscando aferir qual classe social que o participante está inserido, pois, os padrões de vida são diferentes podendo interferir diretamente nos locais frequentados, o acesso podendo interferir diretamente na opinião de conforto.

Deste modo para esse estudo a renda estipulada ficou entre R\$900 reais a R\$3.000 reais buscando cadeirantes da classe baixa e classe media baixa. O gráfico 4.5 - Renda Familiar demonstra o percentual da renda familiar.

**Gráfico 4.5- Renda Familiar**



**Fonte: autora**

A seguir no próximo tópico é demonstrado os dados e análises referentes à inspeção visual, nivelamento geométrico e rugosidade abrupta (teste de mancha de areia).



## **4.2 Dados e análise da inspeção visual e nivelamento geométrico**

Essa etapa seguiu os critérios adotados e analisou os parâmetros estipulados para seleção dos trechos de cada tipo de pavimentação tais como, conservação atual das pavimentações, largura efetiva, comprimento do trecho, inclinações transversais e longitudinais e por fim o teste de rugosidade abrupta (teste de mancha de areia).

### **Conservação atual das pavimentações**

A primeira seleção dos trechos foi feita visualmente buscando trechos aleatórios que tivessem planos tanto no eixo transversal quanto no eixo longitudinal e que estivessem principalmente com bom estado de conservação atual, portanto foi evitada nessa pesquisa trechos com buracos, degradação superficial, trintas, raízes de árvores entre outras patologias comuns das pavimentações de calçadas.

### **Largura efetiva**

Com relação à largura efetiva o critério adotado para seleção dos trechos, foi inspecionar através da trena pavimentações de calçada com no mínimo 1,50m de largura. Na figura 4.1- pavimentação de pedra macaquinho e figura 4.2 – pavimentação de cimentoado áspero é mostrado detalhes da inspeção geométrica abaixo:

**Figuras 4.1- largura efetiva da pavimentação de pedra macaquinho**



**Fonte: Autora**

**Figura 4.2 – largura efetiva pavimentação de cimentoado áspero**



**Fonte: Autora**

### **Comprimento do trecho**

Para essa pesquisa viu-se a necessidade de trechos com uma extensão em que poupasse os esforços dos cadeirantes participantes como também tivesse comprimento suficiente para aplicação do formulário referente ao conforto sentido durante o deslocamento sobre cada tipo de pavimentação de calçada.

Portanto seguindo os critérios adotados, em cada pavimentação escolhemos trechos com comprimento de 10m de extensão, tamanho adequado para realização dos testes de deslocamento e entrevista acompanhada.

Nas figuras a seguir, tanto a figura 4.3 - medição do comprimento pavimentação com bloco intertravado como a figura 4.4 - medição de comprimento pavimentação com pedra macaquinho, ilustra a demarcação dos trechos com 10m de extensão cada. Em todas as pavimentações de calçadas foi possível selecionar trechos regulares e com extensão de 10m cada.

**Figura 4.3 - medição do comprimento pavimentação com bloco intertravado**



**Fonte: Autora**

**Figura 4.4 - medição de comprimento pavimentação com pedra macaquinho**



**Fonte: Autora**

#### **Inclinação transversal e longitudinal**

Para facilitar a escolha dos trechos com as inclinações adequadas conforme estipuladas pelos critérios adotados na pesquisa, utilizamos a instrumentação mecânica angulômetro, onde foi verificado se os trechos de cada tipo de pavimentação de calçada se adequava a pesquisa.

Logo adiante as figura 4.5- medição de inclinação pavimento cimentado áspero e na figura 4.6 – medição de inclinação pavimento bloco intertravado é possível ver a utilização do equipamento angulômetro sobre as pavimentações de calçadas, visualmente com aspectos planos.

**Figura 4.5- medição de inclinação pavimento cimentado áspero**



**Fonte Autora**

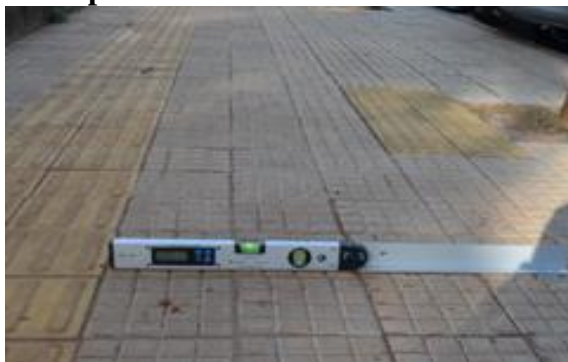
**Figura 4.6 – medição de inclinação pavimento bloco intertravado**



**Fonte Autora**

A seguir figuras referentes ao pavimento composto por ladrilho hidráulico. Nas figuras 4.7 medição de inclinação pavimento ladrilho hidráulico e 4.8 - medição de inclinação pavimento pedra macaquinho também é possível ver a utilização da instrumentação mecânica angulômetro.

**Figura 4.7- medição de inclinação pavimento ladrilho Hidráulico**



**Fonte Autora**

**Figura 4.8- medição de inclinação pavimento pedra macaquinho.**



**Fonte Autora**

### **Nivelamento Geométrico**

Como visto na etapa metodológica anteriormente, foi necessária para essa pesquisa uma medição de nível técnico com maior precisão, pois, além de eliminar possíveis variáveis pertinentes à pesquisa, a segurança do cadeirante participante foi assegurada, sendo evitados trechos com presença de buracos, irregularidades superficiais, degradações, e principalmente inclinações fora das recomendações normativas.

Deste modo o nivelamento geométrico visou averiguar os parâmetros da inspeção visual, feita anteriormente. Na figura 4.9 –marcação dos pontos pavimento cimentado áspero a seguir é ilustrado a demarcação dos pontos ao longo dos 10m de comprimento longitudinal.

**Figura 4.9 - marcação dos pontos no pavimento cimentado áspero**



**Fonte Autora**

**Figura 4.10 – marcação dos pontos no pavimento ladrilho hidráulico**



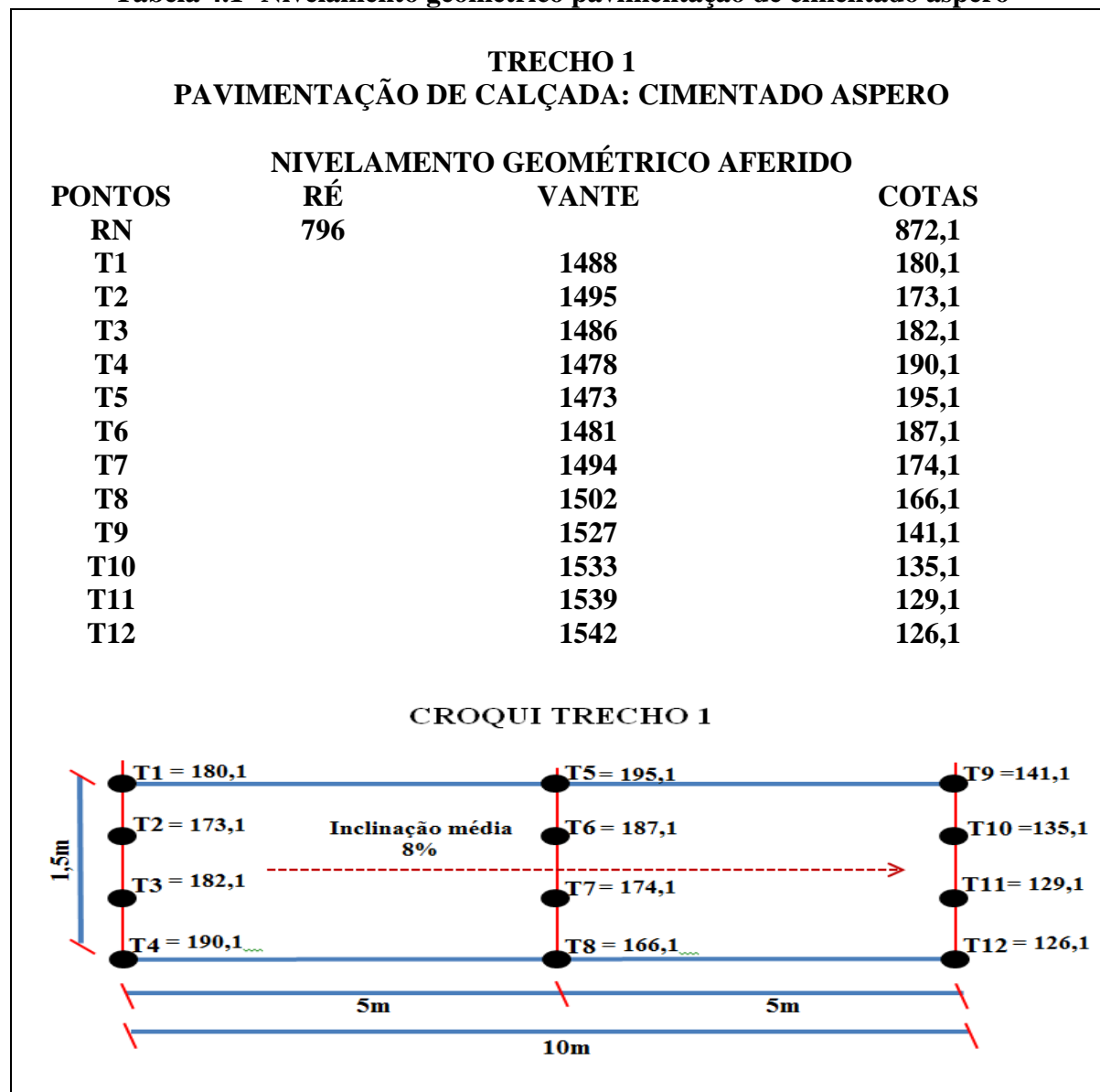
**Fonte Autora**

E na figura 4.10 – marcação dos pontos no pavimento ladrilho hidráulico, a imagem complementa a imagem anterior sendo possível observar como é feita a marcação dos pontos na própria pavimentação, no caso, foi feita com giz vermelho.

Após todas as demarcações dos pontos em cada pavimentação de calçada, foi aferido o nível em cada um desses pontos com régua graduada, como o comprimento do trecho foi estipulado em 10 metros de extensão total, os pontos foram marcados no início e de cinco em cinco metros, como ilustra o croqui da tabela 4.1. A partir das cotas dessa inspeção efetuada com nível ótico e régua graduada foi possível verificar as inclinações transversais e longitudinais dos trechos em cada pavimentação de calçada.

A tabela 4.1- Nivelamento geométrico pavimentação de cimentado áspero, mostra as cotas aferidas e o croqui usado para demarcação dos pontos. As demais tabelas estão presentes no **APENDICE B**

**Tabela 4.1- Nivelamento geométrico pavimentação de cimentado áspero**



Após essa verificação é possível ver que os trechos escolhidos apresentam inclinações dentro das recomendações normativas, podendo ser utilizadas para coleta de dados com os cadeirantes participantes.



Para complementar a pesquisa principalmente a etapa de inspeção visual foi efetivado o teste de mancha de areia para estipular a rugosidade abrupta de cada tipo de pavimentação como mostra o tópico a seguir.

### 4.3 Rugosidade Abrupta (teste mancha de areia)

Conforme visto na etapa metodológica da pesquisa, em cada trecho de pavimentação de calçada foi efetuado o teste de mancha de areia o teste indicado pela norma ASTM E965-96 no intuito de comparar a macrotextura de cada pavimentação em geral.

Esse teste, no entanto é muito utilizado em pavimentações asfálticas, mas, vimos à possibilidade da própria macrotextura do material interferir no conforto sentido pelo cadeirante. Como o fator conforto é crucial para o entendimento desse trabalho, vimos à possibilidade de comparar a macrotextura de cada pavimentação através do teste de mancha de areia, da qual denominamos aqui como rugosidade abrupta.

A finalidade principal de elaborar esse teste é de esclarecer se essa rugosidade abrupta da pavimentação pode ser condicionada como um dos fatores que podem ou não interferir no grau de conforto do cadeirante durante o deslocamento das pavimentações estudadas. A primeira etapa do teste de mancha de areia é colocar a areia passada em peneira nº100 no cilindro com volume de 25.000 mm, logo, é despejada diretamente sobre a pavimentação de calçada. Com ajuda de um carimbo/espalhador a areia é espalhada em forma circular.

A figura 4.11 - teste mancha de areia pavimento cimentado áspero é possível verificar o círculo sendo formado na pavimentação com ajuda do carimbo/espalhador, e na figura 4.12 - teste mancha de areia pavimento bloco intertravado o círculo já formado.

**Figura 4.11 – teste mancha de areia  
pavimento cimentado áspero**



Fonte: Autora

**Figura 4.12 – teste mancha de areia  
pavimento bloco intertravado**



Fonte: Autora

Em todas as pavimentações foi efetuado esse procedimento de formação de círculos, em um intervalo de dois em dois metros dentro do comprimento longitudinal do trecho de 10 metros.

Na Figura 4.13 – teste mancha de areia pavimento pedra macaquinho, ilustra também o procedimento do teste de mancha de areia, com a formação do círculo e na Figura 4.14 – teste mancha de areia pavimento ladrilho hidráulico o círculo já formado.

**Figura 4.13 – teste mancha de areia pavimento pedra macaquinho**



**Fonte: Autora**

**Figura 4.14 – teste mancha de areia pavimento ladrilho hidráulico**



**Fonte: Autora**

Após a formação dos círculos, com régua é medido as diagonais em quatro direções, para cada círculo formado. No caso utilizamos quatro círculos ao longo do trecho de 10 metros sendo demarcados a cada dois metros.

Logo abaixo na tabela 4.2 – teste de mancha de areia cimentado áspero é demonstrado os dados das diagonais em cada círculo, junto com a média de cada valor dos círculos e a média geral dos valores no pavimento, as demais tabelas estão presentes no APENDICE B

**Tabela 4.2 – teste de mancha de areia cimentado áspero**

<b>TRECHO 1</b> <b>PAVIMENTAÇÃO DE CALÇADA: CIMENTADO ASPERO</b>				
<b>TESTE MANCHA DE AREIA AFERIDO</b>				
	CIRCULO Nº1	CIRCULO Nº2	CIRCULO Nº3	CIRCULO Nº4
<b>DADOS AFERIDOS</b>	23,5cm	26,6cm	23,5cm	24,0cm
	19,5cm	19,0cm	20,0cm	17,0cm
	23,4cm	22,9cm	24,0cm	23,1cm
	23,3cm	22,4cm	24,3cm	24,2cm
<b>MÉDIA DOS VALORES</b>	$(89,7 \div 4)$ 22,4cm	$(90,9 \div 4)$ 22,7cm	$(91,8 \div 4)$ 22,9	$(88,3 \div 4)$ 22,07
<b>MÉDIA GERAL DO PAVIMENTO</b>	$(22,4 + 22,7 + 22,9 + 22,07 \div 4)$ 22.52cm			

**Fonte: Autora**

Logo após, com as médias desses valores aferidos calcula-se a altura da macrotextura.

Deste modo a macrotextura ou rugosidade abrupta do material é calculada com a seguinte equação:

$$h_m = \frac{4V}{d_m^2 \cdot \pi}$$

Onde:

**hm** = altura média de areia

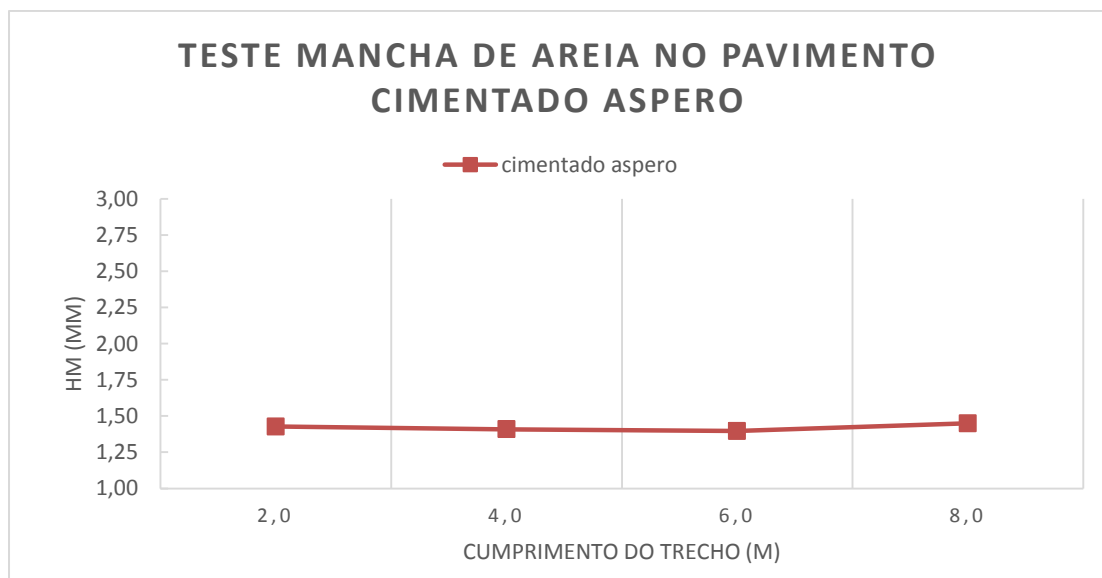
**V** = volume

**dm** = média das medidas da mancha na superfície do pavimento.

O intuito de utilizar o teste de mancha de areia é encontrar a rugosidade abrupta da pavimentação em si, assim, após todo o procedimento de mancha de areia, todas as medidas aferidas, foram tabuladas em planilhas do *Excel*. Para cada círculo de mancha de areia aferido foi efetivado a média dos valores, isso foi feito para os quatro círculos elaborado em cada tipo de pavimentação de calçada para melhor visualização desses dados foi plausível demonstrar graficamente a rugosidade abrupta de cada pavimentação.

Deste modo o Gráfico 4.6 - teste mancha de areia no pavimento cimentado áspero, demonstra que a altura média da areia quase não sofreu alteração ao longo do trecho, permanecendo na faixa de 1,25mm e 1,50mm.

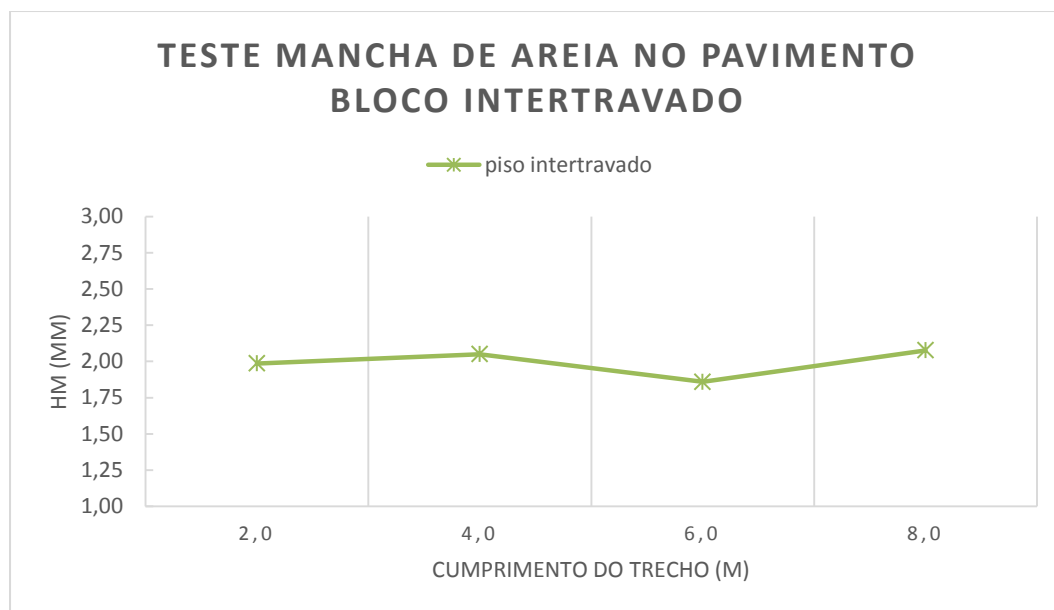
**Gráfico 4.6 - teste mancha de areia no pavimento cimentado áspero**



Os resultados obtidos no teste de mancha de areia do trecho de pavimento com bloco intertravado, quando comparada com a pavimentação de cimentado áspero, apresentou uma altura média maior, mostrando uma rugosidade abrupta superior do que essa do cimentado áspero.

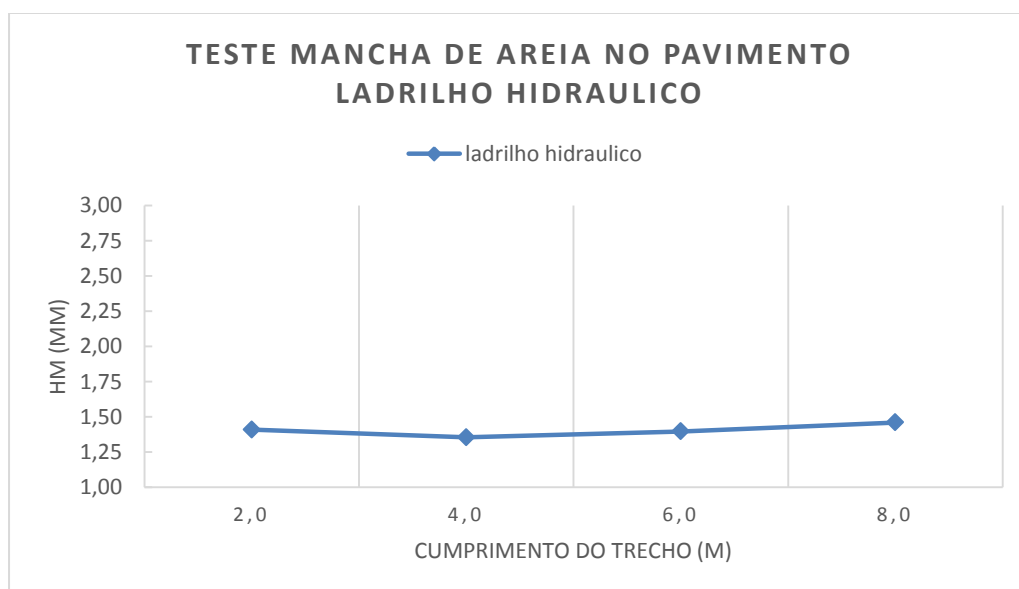
No Gráfico 4.7 – teste mancha de areia no pavimento bloco intertravado, manteve a altura média da areia entre aproximadamente 2,25mm e 1,75mm sendo uma variação bem considerável ao longo do trecho.

**Gráfico 4.7 - teste mancha de areia no pavimento bloco intertravado**



O teste de mancha de areia no trecho da pavimentação com ladrilho hidráulico teve resultados semelhantes ao teste realizado na pavimentação de cimento de áspero, onde, a altura média ao longo do trecho manteve entre 1,25mm e 1,50mm, representando no gráfico 4.8 abaixo.

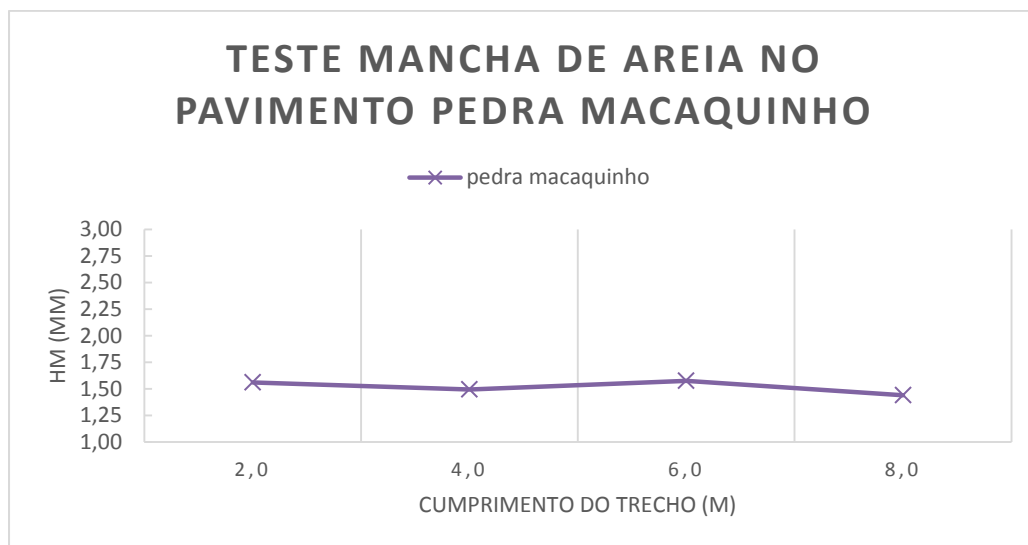
**Gráfico 4.8 - teste mancha de areia no pavimento ladrilho hidráulico**



O gráfico 4.9 a seguir mostra os resultados dos dados obtidos no trecho da pavimentação de calçada com pedra macaquinho, é notória que a altura média de areia é relativamente baixa com pontos entre 1,25mm e 1,50mm.

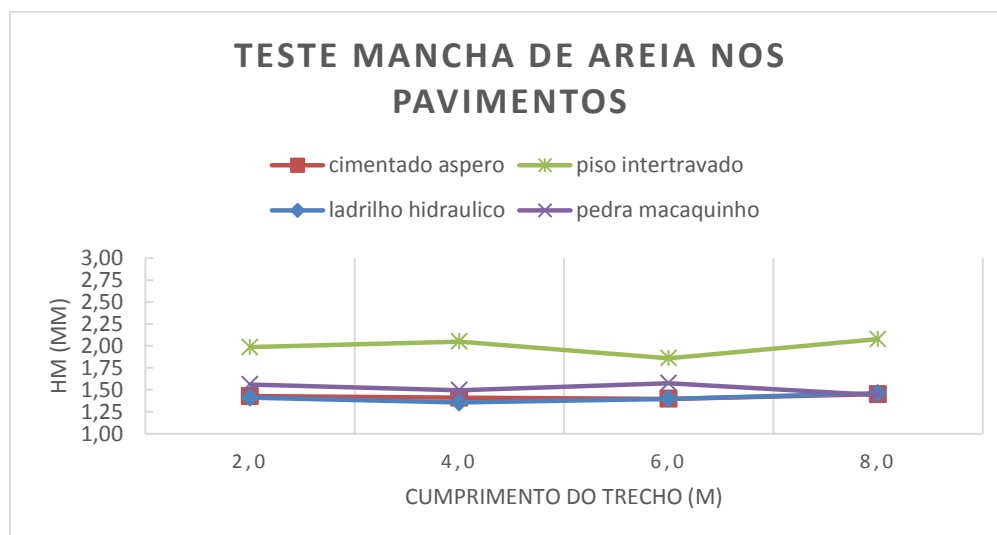


**Gráfico 4.10 - teste mancha de areia no pavimento pedra macaquinho**



Para uma análise comparativa da rugosidade abrupta de cada pavimentação o gráfico 4.11 abaixo mostra a rugosidade abrupta de todas as pavimentações, portanto a pavimentação composta por bloco intertravado apresenta uma altura média de areia maior do que as demais, isso quer dizer que a sua macrotextura tem maior oscilação, sendo menos plana quando comparada com os demais tipos de pavimentação de calçada.

**Gráfico 4.11 - teste mancha de areia nos pavimentos**



Já as pavimentações composta com Ladrilho hidraulico e cimentado aspero mantem uma rugosidade abrupta ou macrotextura em estado mais plano do que as demais, com altura média de areia entre 1,25mm a 1,50mm, o mesmo ocorre com a pedra macaquinho porém mesmo com altura média relativamente baixa é possível ver a oscilação de um ponto ao outro ao longo do trecho.

## **4.4 DADOS DA VIBRAÇÃO TRANSMITIDA (HVM-100 DURANTE O DESLOCAMENTO SOB OS TIPOS DE PAVIMENTO DE CALÇADAS)**

---

Neste tópico foi analisada a vibração transmitida a cada cadeirante durante o deslocamento de cada pavimentação de calçada. Após as medições foi elaborado um gráfico para cada tipo de pavimentação onde foram selecionados 10 segundos iniciais de aceleração para cada cadeirante durante o percurso.

Após a coleta de dados foi feita a comparação com os valores de “*Health Guidance Caution Zones*”, de extrema importância para o trabalho, pois se refere aos valores que as vibrações representam de risco a saúde, através da relação de aceleração e tempo de exposição.

Os dados foram obtidos para exposição entre 2 minutos por trecho, tempo médio que o cadeirante leva para atravessar 10 metros, porém, para ficar legível e facilitar a compreensão dos gráficos, foram selecionados 10 segundos de percurso para cada cadeirante em cada pavimentação de calçada.

Vale ressaltar que esse trabalho é dedicado à exposição de vibração gerada durante o deslocamento, mesmo sendo de curta duração a ISO 2361(2007) recomenda cuidados extremos devido ao risco potencial que as vibrações podem gerar a saúde.

Outro fator de importância é o fato dos cadeirantes estarem expostos habitualmente a essa vibração, sendo no entanto uma exposição ao longo da sua vida, ou seja uma exposição gradativa, levando a sérios problemas e risco a saúde também. Conforme visto anteriormente no tópico o risco potencial a saúde apresentado no capítulo 2, os valores que favorecem ao risco potencial da saúde está entre o intervalo de aceleração de  $0,63\text{m/s}^2$  e  $1\text{m/s}^2$

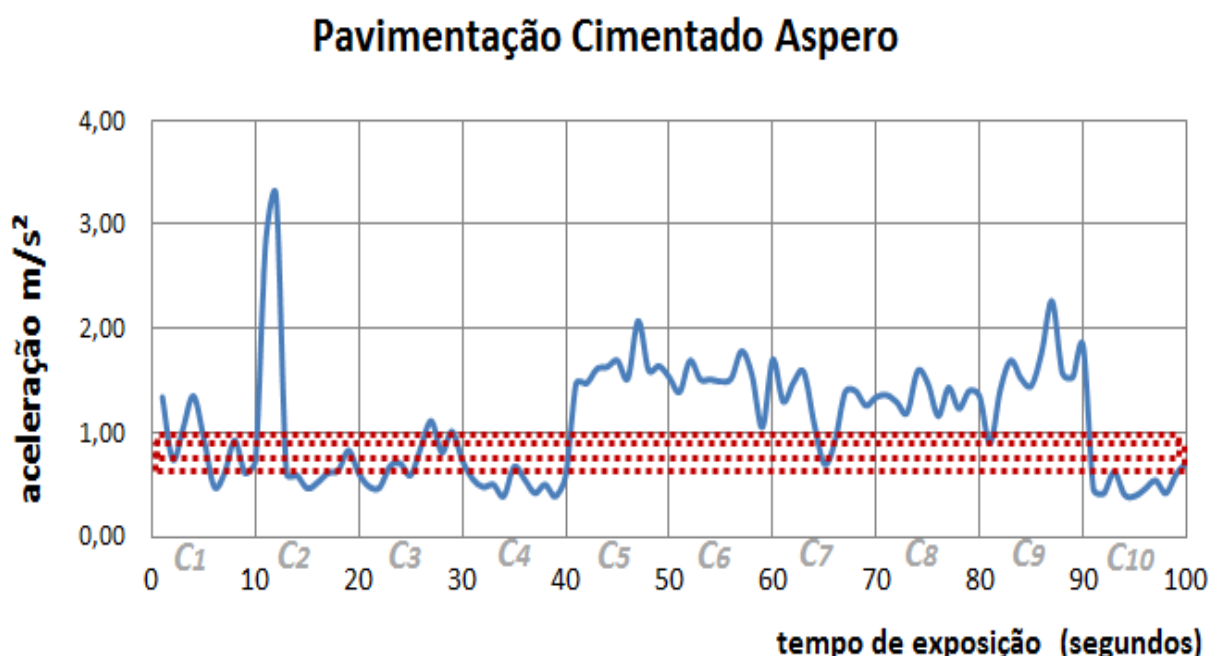
A seguir os gráficos de aceleração por tempo de exposição em cada pavimentação de calçada.

O gráfico 4.12 a seguir é referente aos dados da vibração aferida na pesquisa de campo, deste modo pode se notar que os cadeirantes C5, C6 C8 E C9 não recebem vibrações referentes à zona de risco potencial a saúde, diferentemente dos demais cadeirantes.

O cadeirante 2 presente na faixa de 10 a 20 segundos do gráfico 4.5 apresenta acelerações acima de  $3,0\text{m/s}^2$  como também acelerações dentro da zona de risco potencial a saúde. Isso revela que mesmo com recrutamento dos cadeirantes, com padronização de peso, idade e sexo, cada cadeirante recebe a sua própria aceleração durante o deslocamento.

Portanto durante o deslocamento da pavimentação de cimento áspero o intervalo médio das acelerações está entre  $0,52\text{m/s}^2$  a  $2,10\text{m/s}^2$  intervalo de aceleração com risco potencial a saúde.

**Gráfico 4.12 – Cimentado Áspero aceleração x tempo de exposição.**



..... ZONA DE RISCO POTENCIAL A SAUDE (ISO 2631-1)

**C1** - CADEIRANTE 1; **C2** - CADEIRANTE 2; **C3** - CADEIRANTE 3;

**C4** - CADEIRANTE 4; **C5** - CADEIRANTE 5; **C6** - CADEIRANTE 6

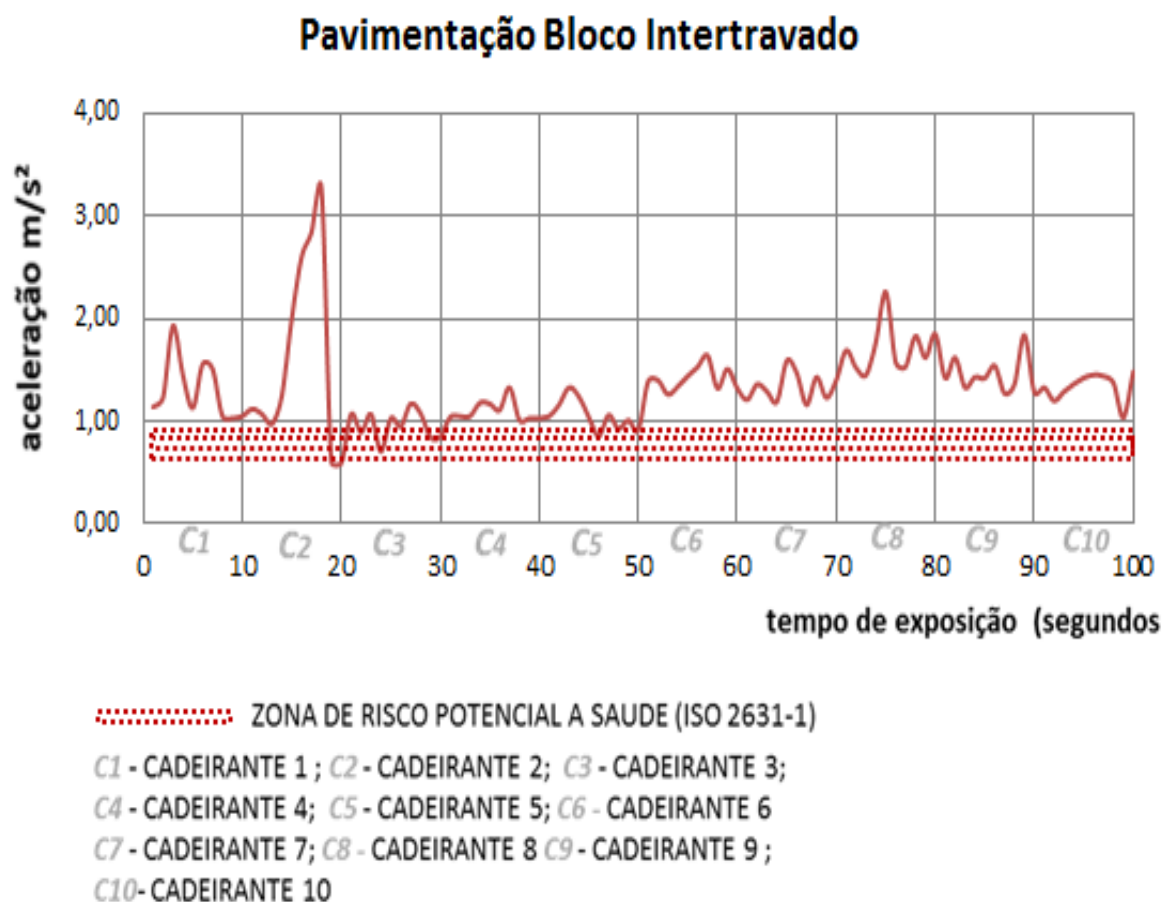
**C7** - CADEIRANTE 7; **C8** - CADEIRANTE 8 **C9** - CADEIRANTE 9;

**C10**- CADEIRANTE 10

O gráfico 4.13 adiante ilustra as acelerações transmitidas aos cadeirantes durante o deslocamento sobre a pavimentação composta com bloco intertravado, correlacionando aceleração x tempo de exposição.

Assim, as acelerações aferidas nessa pavimentação estão presente na faixa de 0,59m/s<sup>2</sup> a 2,0m/s<sup>2</sup>, onde é possível verificar que os cadeirantes C3, C4 e C5 foram os únicos que ficaram expostos às acelerações contidas na zona de risco potencial a saúde.

**Gráfico 4.13 - Bloco intertravado aceleração x tempo de exposição.**

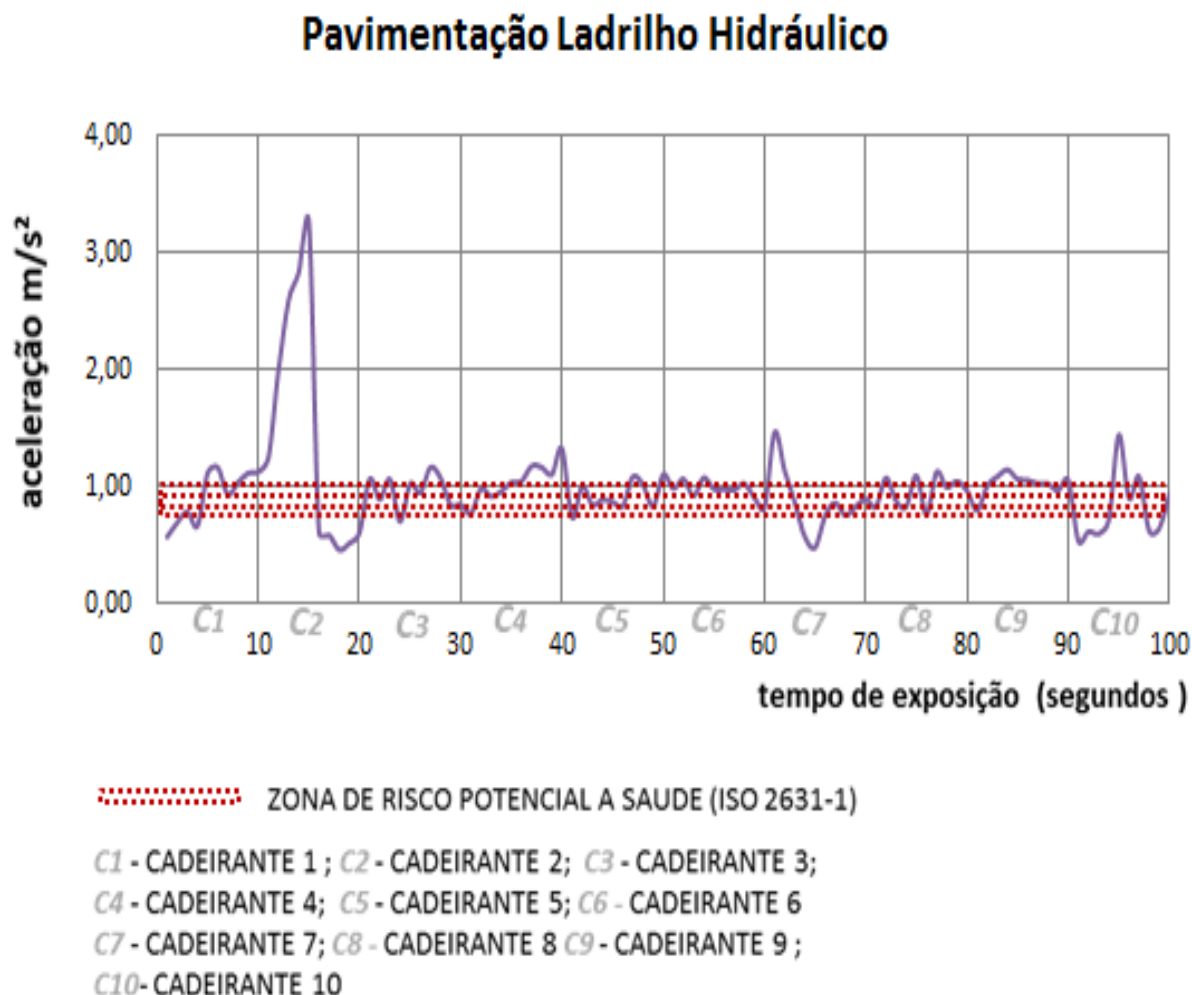


O gráfico 4.14 demonstrado a seguir é referente aos dados de aceleração e tempo de exposição transmitida ao cadeirante durante o deslocamento sobre a pavimentação composta por ladrilho Hidráulico. O resultado obtido nesse gráfico é peculiar pois, se compararmos os dados do gráfico com o conforto sentido veremos o quanto são contraditórios os resultados.

Especificamente falando, os cadeirantes através do formulário aplicado, relataram conforto tolerável ao transitar por esse tipo de pavimentação, no entanto, a vibração transmitida nessa pavimentação aos cadeirantes participantes está quase toda na zona potencial de risco a saúde, conforme o gráfico 4,7 disposto a seguir

Também é possível verificar no gráfico 4.14 que a aceleração média transmitida aos cadeirantes durante o deslocamento é de  $0,76\text{m/s}^2$  a  $1,15\text{m/s}^2$ , ou seja todos os cadeirantes tiveram exposição na zona de risco potencial a saúde disposto pela ISO 2361-1 (2007).

**Gráfico 4.14– Ladrilho Hidráulico aceleração x tempo de exposição.**

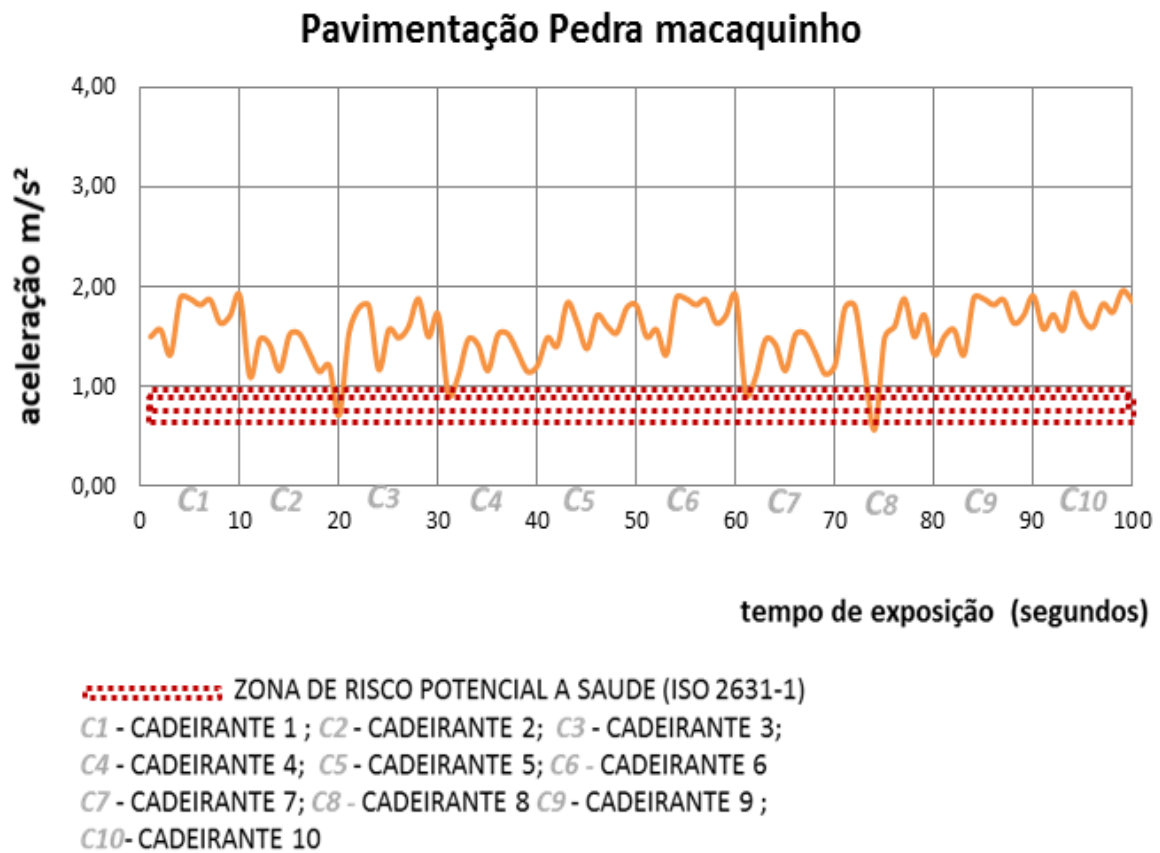


O resultado obtido na pavimentação de ladrilho hidráulico é o inverso do esperado, pois se compararmos com a pavimentação composta por pedra macaquinho, mesmo com grandes queixas de desconforto e sintomas sentidos durante o deslocamento dos cadeirantes nesse tipo de pavimentação, a vibração transmitida ao cadeirante está acima da zona de risco potencial a saúde, e a pavimentação composta com ladrilho hidráulico do qual não tem queixas de desconforto físico sentido está praticamente inserida na zona de risco potencial a saúde, conforme ilustrou o gráfico acima.

Deste modo os dados da pedra macaquinho estão ilustrados no gráfico 4.15 - aceleração x tempo de exposição a seguir.

As acelerações aferidas na pavimentação com pedra maguinho está na faixa de 0,93m/s<sup>2</sup> a 2,0m/s<sup>2</sup> demonstrados no gráfico 4.15 abaixo

**Gráfico 4.15 – Pedra macaquinho aceleração x tempo de exposição**



Essa pavimentação também apresentou resultados peculiar ou seja diferente do esperado, no entanto, o resultado obtido nessa pavimentação é devido ter maior quantidade de pontos de aceleração o que ocasiona em uma trepidação maior do que as demais, o que acaba proporcionando maior desconforto ao cadeirante durante o deslocamento, porem a vibração transmitida tem amplitude maior do que as demais pavimentações ou seja sua frequência gera sintomas de desconforto físico mas, não expõe o cadeirante à zona de risco potencial a saúde disposto na faixa da ISO 2361-1 (2007).

## 4.5 DADOS CONFORTOS SENTIDOS (DURANTE O DESLOCAMENTO SOB OS TIPOS DE REVESTIMENTO DE CALÇADAS)

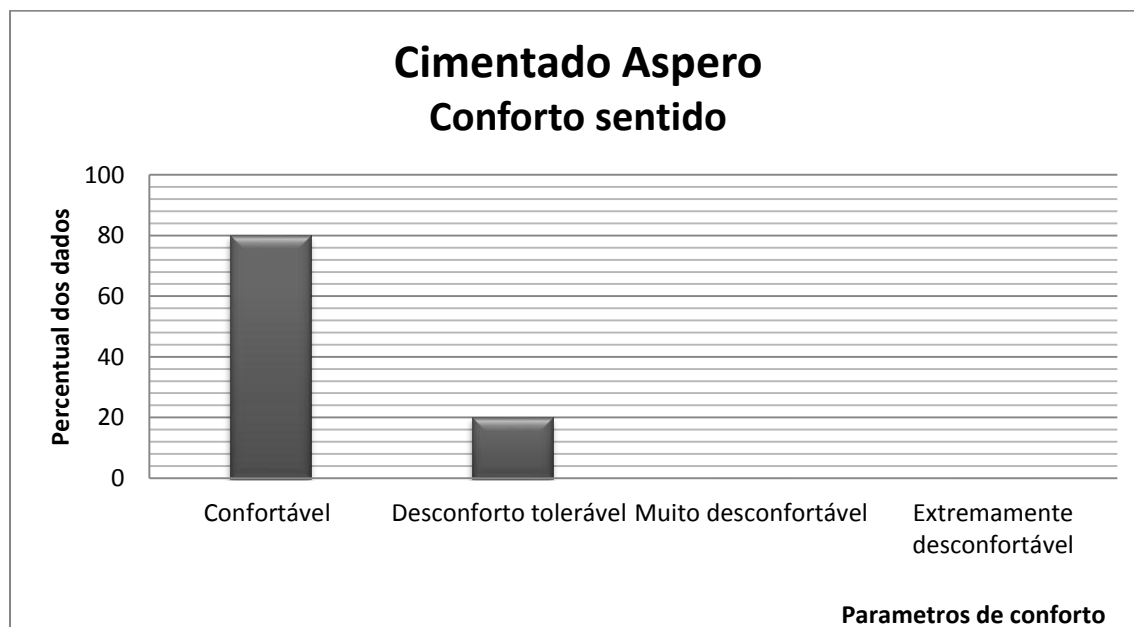
Neste tópico o objetivo principal é relatar o conforto que o cadeirante sentiu ao se deslocar em cada tipo de pavimentação de calçada, e posteriormente o grau de desconforto sentido, deste modo, os gráficos a seguir relatam os dados aferidos na pesquisa de campo.

Conforme visto na etapa metodológica deste estudo, os dados de conforto sentido foram obtidos por intermédio do *walkthrough*, que consiste na entrevista e aplicação de formulário sigiloso simultaneamente ao deslocamento dos cadeirantes sobre cada tipo de pavimentação de calçada estudado.

Nesse formulário as questões eram fechadas e direcionadas a cada pavimentação a ser percorrida com intuito de verificar o grau de conforto sentido em cada pavimentação, sendo avaliados entre confortável a extremamente desconfortável, parâmetros esses que foram obtidos através da ISO 2361-1 que relaciona aceleração transmitida com conforto sentido.

O gráfico 4.16 demonstrado abaixo relata que durante o deslocamento sobre a pavimentação de calçada de cimentado áspero, os dados demonstram que 80% dos cadeirantes sentiram confortável durante o deslocamento e somente 20% desconforto tolerável.

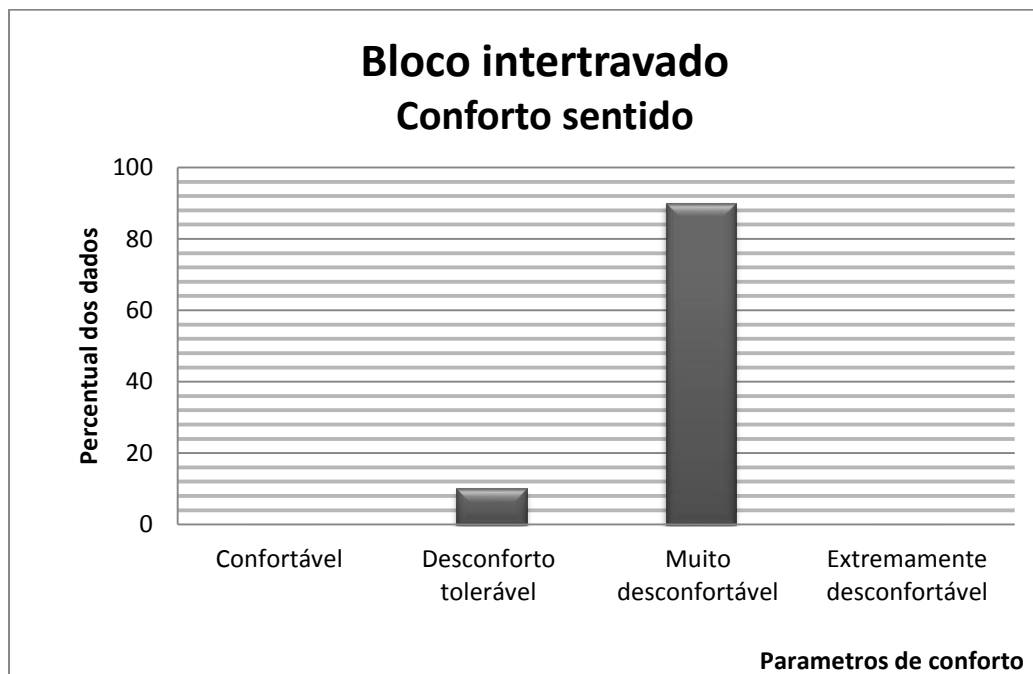
**Gráfico 4.16- Cimentado Áspero conforto sentido no deslocamento**



Podemos considerar a partir desse gráfico as pavimentações de calçadas compostas por cimentado áspero como sendo confortável para o deslocamento do cadeirante. A seguir os dados das outras pavimentações de calçadas relacionadas ao conforto sentido pelo cadeirante, durante o deslocamento.

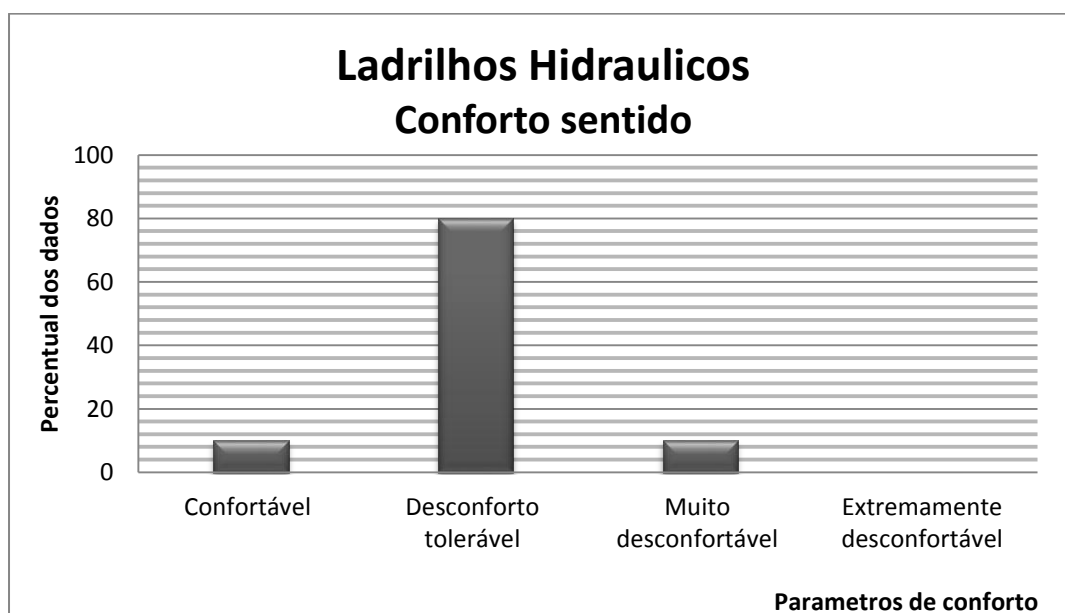
Já o conforto sentido pelo cadeirante na pavimentação com blocos intertravados foi surpreendente, 90% dos cadeirantes participantes acharam o deslocamento muito desconfortável e somente 10% sentiram desconforto tolerável, esses dados estão dispostos no gráfico 4.17 a seguir.

**Gráfico 4.17- bloco intertravado conforto sentido no deslocamento**



As pavimentações com ladrilho hidráulico conforme o gráfico 4.18 abaixo demonstra que 80% dos cadeirantes sentiram desconforto tolerável durante o deslocamento, 10% sentiram muito desconfortável e 10% confortável.

**Gráfico 4.18- Ladrilho hidráulico conforto sentido no deslocamento**

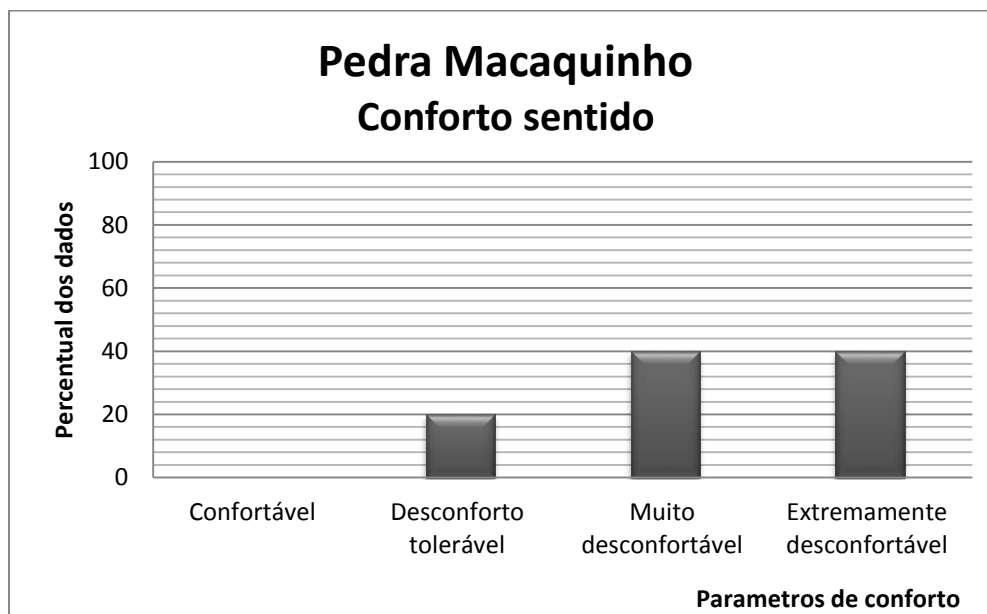


Abaixo o gráfico do conforto sentidos na pavimentação com pedra macaquinho.



Os dados do conforto sentido durante o deslocamento sobre pavimentação de calçada composta por pedra macaquinho relatam que 20% dos cadeirantes tiveram um desconforto tolerável, 40% sentiram muito desconforto durante o deslocamento e 40% sentiram extremamente desconfortáveis, onde nenhum cadeirante sentiu conforto ao se deslocar sobre esse tipo de pavimentação de calçada. Conforme gráfico 4.19 abaixo

**Gráfico 4.19- Pedra Macaquinho conforto sentido no deslocamento**



Os dados demonstrados nesse tópico resumidamente expõem que as calçadas compostas por pedra macaquinho apresentam um maior grau de desconforto de deslocamento quando relacionado às demais, porém, devem ser levados em consideração os dados obtidos na pavimentação composta por bloco intertravado, onde 100% dos cadeirantes sentiram desconforto ao se locomoverem.

Outro fator de muita importância que deve ser observado a partir dos dados demonstrados graficamente é o parâmetro de conforto, comparando as duas pavimentações que tiveram maior índice de desconforto, no caso a pavimentação de pedra macaquinho e bloco intertravado, o parâmetro de desconforto tolerável é de 90% em pavimentações com bloco intertravado e 40% na pedra macaquinho.

O que torna a pavimentação composta de pedra macaquinho como sendo a mais desconfortável para o deslocamento do cadeirante do que as demais pavimentações é por se a única pavimentação que apresentou índices de 40% como extremamente desconfortáveis.

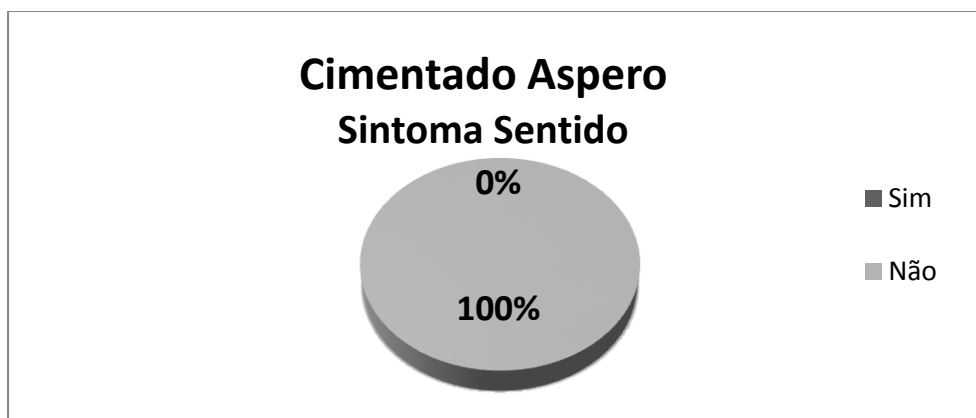
A seguir os dados relacionados ao sintoma sentido durante o deslocamento do cadeirante sobre os tipos de revestimentos de calçadas.

#### 4.6 DADOS SINTOMAS SENTIDO (DURANTE O DESLOCAMENTO SOB OS TIPOS DE REVESTIMENTO DE CALÇADAS)

Seguindo o mesmo processo metodológico do tópico anterior 4.6 - Dados do conforto sentido, o objetivo desse tópico é relatar se durante o deslocamento sobre cada tipo de pavimentação, o cadeirante sentiu algum sintoma ou não, após essa questão buscou verificar os tipos de sintomas sentidos estabelecidos pela ISO 2631-1 (1997).

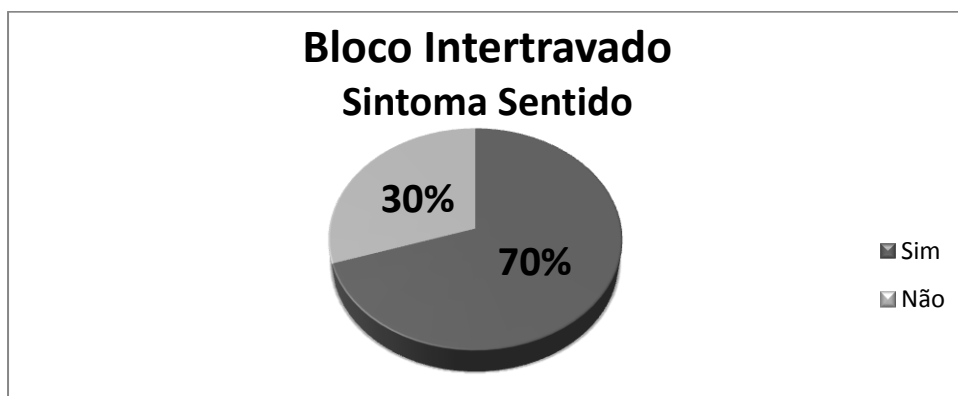
Com relação ao sintoma sentido durante o deslocamento a pavimentação com cimentado áspero por ser uma superfície plana e com baixa rugosidade abruta é possível afirmar que a sua composição favorece ao cadeirante no seu deslocamento e não causou nenhum sintoma segundo os dados apresentados no gráfico 4.20.

**Gráfico 4.20 – Cimentado Áspero sintomas sentidos durante o deslocamento.**



No gráfico 4.21 que ilustra os dados dos sintomas sentidos na pavimentação com bloco intertravado, 70% dos cadeirantes apresentou algum tipo de sintoma e 30% não sentiu nenhum sintoma.

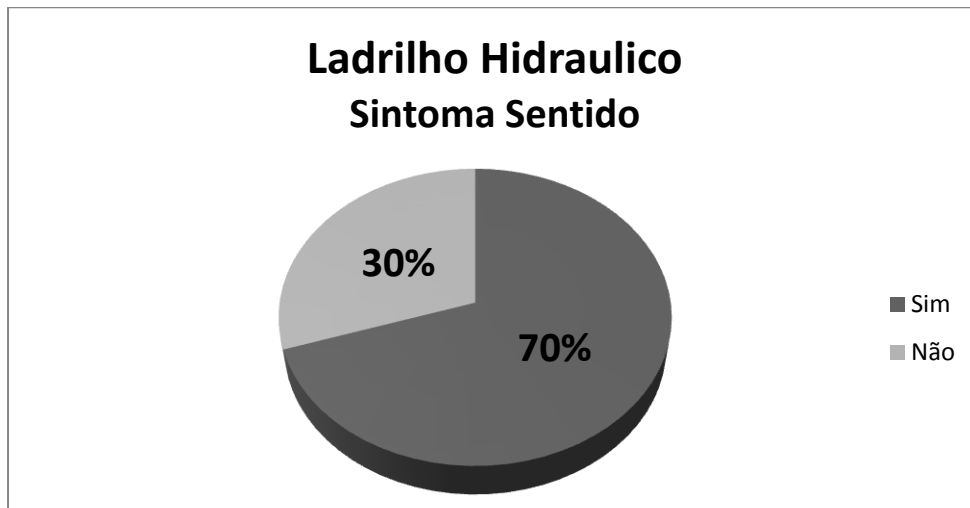
**Gráfico 4.21 – Bloco Intertravado sintoma sentido durante o deslocamento**



Com relação ao tipo de sintoma sentido os dados serão demonstrados logo à frente.

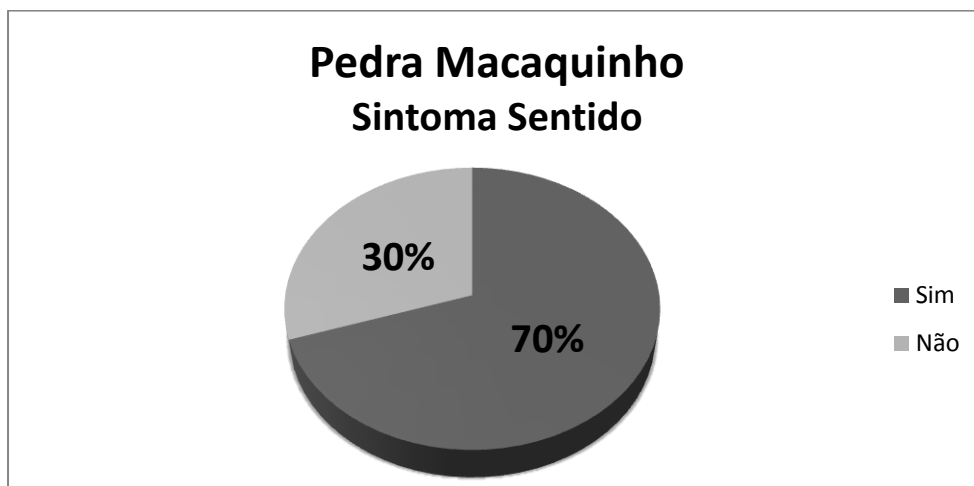
Semelhante aos dados das pavimentações compostas de bloco intertravado, as pavimentações de calçada com ladrilho hidráulico mostram que 30% dos cadeirantes não sentiram nada durante o deslocamento, e 70% relatou algum sintoma, conforme ilustra abaixo o gráfico 4.22.

**Gráfico 4.22 – Ladrilho Hidráulico sintomas sentidos durante o deslocamento**



A seguir o gráfico 4.23 ilustra os sintomas sentidos durante o deslocamento da pedra macaquinho, também relata que 70% dos cadeirantes apresentou algum sintoma e 30% não sentiu, nem apresentou nenhum sintoma.

**Gráfico 4.23 – Pedra Macaquinho sintoma sentido durante o deslocamento**



De forma sucinta esse tópico verificou somente se o cadeirante sentiu ou não algum sintoma durante o deslocamento, portanto, é essencial saber o tipo de sintoma que foi sentido, para assim determinar o risco a saúde que o cadeirante está sujeito durante o deslocamento.

## 4.7 ANÁLISES DO TIPO DE SINTOMA SENTIDO (DURANTE O DESLOCAMENTO SOB OS TIPOS DE REVESTIMENTO DE CALÇADAS)

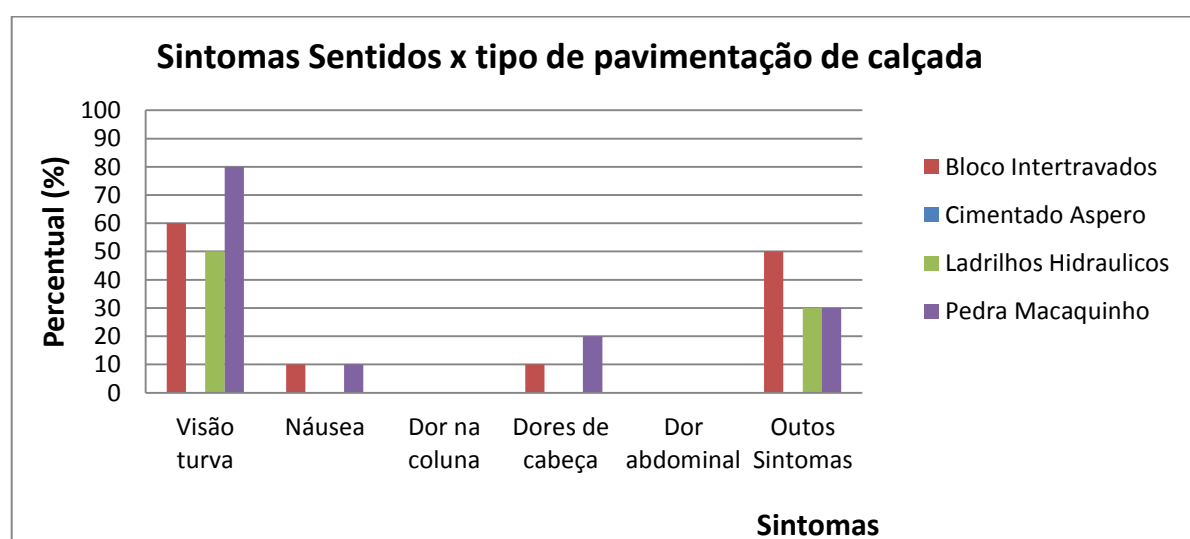
Conforme apresentado no capítulo 2, para saber o tipo de sintoma sentido pelo cadeirante no processo de deslocamento sobre cada tipo de pavimentação de calçada, as acelerações estão diretamente relacionadas com o sintoma sentido.

No caso para a pesquisa o foco não foi o tempo de exposição das frequências e acelerações mensuradas que o cadeirante está sujeito durante o deslocamento, portanto conforme a amplitude da frequência vibracional transmitida ao corpo humano, à pessoa apresenta sintomas diferentes. Quando essa frequência está entre 4-9 Hz os sintomas são geralmente sensação de desconforto, contrações musculares, e até influências respiratórias.

Seguindo a ISO 2631 (1997) os sintomas geralmente sentidos são visão turva, náusea, dor na coluna, dores de cabeça, dor abdominal. Assim o Gráfico 4.24 abaixo relata os dados coletados no formulário relacionando o tipo de pavimentação de calçada com o tipo de sintoma sentido pelo cadeirante durante o deslocamento.

Vale ressaltar que durante o deslocamento cada cadeirante apresentou em alguns tipos de pavimentação de calçada um ou mais sintomas e até mesmo algum outro tipo de sintoma não levantado na pesquisa, conforme ilustra o gráfico 4.24 abaixo.

**Gráfico 4.24 Relação Percentual do tipo de Sintomas Sentidos durante o Deslocamento pavimentação de calçada**



De modo geral a visão turva foi o sintoma mais sentido durante o deslocamento de todos os tipos de pavimentação com exceção da pavimentação de cimento áspero do qual não gerou nenhum sintoma ao cadeirante.

Na pavimentação com bloco intertravado 60% dos cadeirantes apresentaram visão turva 10% náuseas 10% dores de cabeça e 50% algum outro tipo de sintoma não citado no estudo tais como dormência nas mãos, tosse entre outros.

Já a pavimentação composta por Ladrilho Hidráulico 50% dos cadeirantes relatarão visão turva e 30% algum outro sintoma.

A pavimentação com Pedra Macaquinho, 80% dos cadeirantes apresentaram o sintoma de visão turva, 10% náusea, 20% dores de cabeça e 30% algum outro sintoma, no entanto nessa pavimentação os cadeirantes tiveram mais de um sintoma sentido.

Portanto tanto a pavimentação de Bloco intertravado como a de Pedra Macaquinho o cadeirante relatou algum sintoma sentido durante o deslocamento, no entanto o gráfico deixa claro que essas pavimentações apresentaram os maiores índices de sintomas gerados aos cadeirantes com destaque ao sintoma de visão turva.

---

## **4.8 DADOS E ANÁLISE DO CONFORTO X VIBRAÇÃO TRANSMITIDA X RUGOSIDADE ABRUPTA**

---

Esse tópico do trabalho foi estruturado com objetivo de correlacionar todos os aspectos abordados na pesquisa tais como rugosidade abrupta, inclinação do trecho, conforto sentido e vibração transmitida ao cadeirante, visando deixar claros os dados analisados de cada pavimentação.

Com relação à pavimentação de cimentado áspero, 80% dos cadeirantes sentiram conforto no deslocamento e 20% desconforto tolerável, a rugosidade abrupta dessa pavimentação manteve na faixa de 1,25mm e 1,50mm, ilustrado no gráfico 4.6, e os cadeirantes não relataram nenhum sintoma sentido durante o deslocamento sobre essa pavimentação. As acelerações aferidas mantiveram na faixa média de 0,52 m/s<sup>2</sup> a 2,10m/s<sup>2</sup> disposto no gráfico 4.5.

Já a pavimentação composta por bloco intertravado conforme visto anteriormente no gráfico 4.17, 90% dos cadeirantes participantes relataram que o deslocamento foi muito desconfortável e somente 10% sentiram desconforto tolerável, a rugosidade abrupta dessa pavimentação manteve altura média ao longo do trecho de aproximadamente 2,25mm e 1,75mm conforme foi ilustrado sendo uma variação bem considerável ao longo do trecho. As acelerações transmitidas demonstradas no gráfico 4.6 mantiveram na faixa 0,59m/s<sup>2</sup> a 2,10m/s<sup>2</sup> com exceção do cadeirante 2 que obteve alguns valores mais altos do que os demais.

O pavimento composto por ladrilho hidráulico 80% dos cadeirantes sentiram desconforto tolerável durante o deslocamento, 10% sentiram muito desconfortável e 10% confortável, com relação a sua rugosidade abrupta a altura média da areia é semelhante à pavimentação de cimentado áspero ficando na faixa de 1,25mm e 1,50mm, conforme foi representando no gráfico 4.3 anteriormente. As acelerações aferidas dispostas no gráfico 4.7 manteve na faixa média de 0,76m/s<sup>2</sup> a 1,15m/s<sup>2</sup> onde somente o cadeirante 2 teve valores aferidos superiores aos demais.

No caso da pavimentação composta por pedra macaquinho, 100% dos cadeirantes sentiram desconforto ao se locomoverem, sendo 40% muito desconfortável, 40% extremamente desconfortável e 20% desconfortável tolerável. Com relação a sua rugosidade abrupta a sua altura média de areia é relativamente baixa com pontos entre 1,25mm e 1,50mm, conforme os dados do gráfico. Já as suas acelerações disposta no gráfico 4.17, os valores ficaram na faixa de 0,55m/s<sup>2</sup> a 2,10m/s<sup>2</sup>.

Portanto a pavimentação com pedra macaquinho e bloco intertravado por meio do formulário aplicado podem ser consideradas como as mais desconfortáveis para o cadeirante se deslocar, cruzando com os dados técnicos da pesquisa, rugosidade abrupta, somente a pavimentação com bloco intertravado apresentou valores acima da média das demais.

Com esses dados foi possível verificar o fator crucial que interfere na amplitude de onda entre a relação de aceleração versus o tempo de exposição que é o peso, como também o sexo do cadeirante participante, pois, as rugosidades não apresentaram variação significativa entre uma e outra pavimentação para determinar qual pavimentação é de fato mais confortável ou não. Mas vale ressaltar que alguns outros fatores também podem interferir nessas acelerações, tais como, aspectos construtivos, estado de superfície da pavimentação entre outros.

Com relação às acelerações mensuradas, todas as pavimentações tiveram valores médios aproximados de aceleração, porém, estão dentro do intervalo que gera o risco potencial a saúde, com acelerações (m/s<sup>2</sup>) entre 0,63 e 1, ou seja, mesmo que por curto intervalos de exposição, causa risco à saúde, e cruzando com os dados de conforto sentido, realmente todas as pavimentações geram um grau de desconforto durante o deslocamento, alguns em maior grau do que as outras pavimentações.

## CAPÍTULO 5

### Conclusões e Recomendações

---

Este estudo teve como objetivo principal aferir as vibrações transmitidas aos cadeirantes durante o deslocamento sobre determinados tipos de revestimento de calçada e correlacionar com o conforto sentido pelo próprio cadeirante, onde trechos foram previamente selecionados e estudados para cada pavimentação a sua rugosidade abrupta, levantamento de dados geométricos visando trechos visivelmente planos, regulares com estado de conservação visivelmente bom e adequada para efetuar a pesquisa de forma segura.

Ao cruzar os dados técnicos com os dados subjetivos da pesquisa, é notório que as pavimentações compostas com pedra macaquinho e bloco intertravado geram maior desconforto físico durante o deslocamento do cadeirante do que as outras pavimentações, mas, vale ressaltar que mesmo sendo em curtos tempos de exposição, a vibração gerada ao cadeirante durante o deslocamento estão dentro da faixa de risco potencial a saúde.

Porém tem que ser levado em consideração não só o material em si, mas, sim a construção da pavimentação, pois, a rugosidade abrupta revelou que o bloco intertravado tem uma altura média de areia maior do que a pavimentação com pedra macaquinho que visualmente apresenta irregularidade superficial. Deste modo tanto a rugosidade abrupta quanto as vibrações geradas interferem de fato no deslocamento do cadeirante sobre essas pavimentações mas não podem ser consideradas como fatores determinantes para o conforto sentido.

Devido a grande queixa de desconforto que a pavimentação com pedra macaquinho gera ao cadeirante durante o seu deslocamento, esse trabalho tratou com maior acuidade essa pavimentação, no entanto, tanto os dados técnicos como os dados referentes ao conforto sentido ressaltando esse desconforto de deslocamento.

Deste modo, esse estudo não busca inibir o uso desse material em pavimentações de calçada, mas sim o modo em que esse material é aplicado nas pavimentações. A sugestão para utilização desse material em calçadas deve passar por um processo de alinhamento superficial diminuindo a sua irregularidade advinda do seu calcetamento, pois, com relação à rugosidade abrupta a pavimentação com pedra macaquinho teve alturas menores do que a pavimentação com bloco intertravado.

Semelhante ao caso da pavimentação composta por pedra macaquinho, a pavimentação com bloco intertravado também gerou muito desconforto físico durante o deslocamento do cadeirante, não pelo material em si, mas sim pelo modo em que foi assentado, apresentando algumas juntas superiores a 3mm o que dificulta e muito o deslocamento sobre essa pavimentação.

Com relação às vibrações transmitidas nas pavimentações de ladrilho hidráulico e pedra macaquinho os resultados se mostraram peculiares, pois, foram ao contrario do conforto físico sentido pelo cadeirante durante o deslocamento sobre as pavimentações estudadas. No caso o ladrilho hidráulico por ser uma superfície visivelmente mais plana deixa o cadeirante exposto a pequenas deteriorações da superfície de calçada. Já a pavimentação com pedra macaquinho mesmo gerando desconforto e sintomas durante o deslocamento do cadeirante, a frequência de onda transmitida ao cadeirante está acima da zona potencial de risco a saúde.

Resumidamente, o trabalho mostrou que independentemente do tipo de pavimentação de calçada, do peso, sexo do cadeirante, da rugosidade abrupta aferida, os dados demonstrado graficamente deixam claro que houve vibração transmitida ao cadeirante durante o deslocamento de todas as pavimentações, algumas das quais geram maior risco potencial a saúde do que as outras, fator esse que deixa claro que as calçadas devem ser tratadas com maior cuidado, pois mesmo as pavimentações de calçada que não geraram nenhum tipo de sintoma transmitem vibrações com risco potencial à saúde.

### **Recomendações**

Como as amostras deste estudo foi limitada, para futuros trabalhos é importante analisar vários tipos de estado de conservação para cada tipo de pavimentação de calçada, buscando correlacionar os dados com cadeiras de rodas manuais e automáticas como também buscar utilizar uma amostragem maior de cadeirantes participantes.

Avaliar outros tipos de pavimentação de calçada tais como mosaico português e aplicar uma avaliação mais aprofundada com relação ao estado de conservação e construção da pavimentação, para poder verificar se realmente esse é o fator que gera desconforto ao cadeirante durante o deslocamento do tipos de pavimentação de calçada.



---

## Referências Bibliográficas

---

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT - NBR 9050:1985 - Adequação das edificações, e do mobiliário urbano à pessoa deficiente, ABNT, 1985.

ABNT -ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT - NBR 9050:1994 - Acessibilidade de pessoas portadoras de deficiências a edificações, espaços, mobiliário e equipamentos urbanos, ABNT, 1994.

ABNT -ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT - NBR 9050:2004 - Acessibilidade a edificações, espaços e equipamentos urbanos, ABNT, 2004.

ABNT - AGUIAR, F. O. (2003) Qualidade dos Espaços Urbanos destinados aos Pedestres. Dissertação de mestrado em Engenharia Urbana. Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal de São Carlos.

ACGIH - *American Conference of Governmental Industrial Hygienists* – Disponível em <http://www.acgih.org/>. Acesso em 28 jun. 2014

BITTENCOURT, A.; SOUSA, S. e MIRANDA, V. Acessibilidade em Calçadas: Modelo para verificar em Projetos Básicos de Editais de Obras e Serviços de Engenharia pelos Tribunais de contas, Monografia, Departamento de Engenharia Civil, Rio de Janeiro - RJ, 2008.

BOARETO, R. A. (2003).Mobilidade Urbana Sustentável. Revista dos Transportes Públicos, São Paulo. n.100.

BRASIL. Lei nº 10.048, de 8 de novembro de 2000. Dá prioridade de atendimento às pessoas que especifica, e dá outras providências. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/Leis/L10048.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L10048.htm). Acesso em: 28 jun. 2014.

BRASIL. Lei nº 10.048, de 8 de novembro de 2000. Dá prioridade de atendimento às pessoas que especifica, e dá outras providências. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/Leis/L10048.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L10048.htm). Acesso em: 28 jun. 2014.

BRASIL. Lei nº 10.098, de 19 de dezembro de 2000. Estabelece normas gerais e critérios básicos para a

promoção da acessibilidade das pessoas portadoras de deficiência ou com mobilidade reduzida, e dá outras providências. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/Leis/L10098.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L10098.htm)> . Acesso em: 28 Jun. 2014.

BRASIL, Ministério das Cidades. Brasil Acessível 1 - Atendimento Adequado às pessoas com deficiência e Restrições de Mobilidade, Brasília-DF, Ministério das Cidades, 2004.

BRASIL, Ministério das Cidades. Brasil Acessível 2 - Construindo a Cidade Acessível, Brasília-DF, Ministério das Cidades, 2006.

BRASIL, Ministério das Cidades. Brasil Acessível 6 - Boas Práticas em Acessibilidade, Brasília-DF, Ministério das Cidades, 2006.

BRASIL, Ministério das Cidades. Coleção Bicicleta Brasil - Caderno 1 -Plano de Mobilidade por Bic, Bicicleta nas Cidades, Brasília-DF, Secretaria Nacional de Transporte e da Mobilidade Urbana, 2007.

BRASIL, Ministério das Cidades. PlanMob - Construindo a Cidade Sustentável, Brasília-DF, Ministério das Cidades, 2007.

CAMBIAGHI, Silvana (2007) Desenho universal: Métodos e Técnicas para Arquitetos e Urbanistas/ Silvana Cambiaghi. São Paulo: Editora Senac São Paulo, 2007.

CAMPELO, A.E.P. (2011). *Proposição de Modelo para Escolha de Rotas Urbanas Acessíveis Considerando-se Critérios de Microacessibilidade para as Pessoas com Deficiência Física Motora*. Dissertação de Mestrado. Programa de Mestrado em Engenharia de Transportes, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE, 142 fl.

CAMPOS, V. B. G.; RAMOS, R. A. R (2005). Proposta de indicadores de mobilidade urbana sustentável relacionando transporte e uso do solo. 1º Congresso Luso Brasileiro para o Planejamento Urbano Regional Integrado Sustentável, PLURIS.

CARVALHO, M. V. G. S. (2006) *Um Modelo para Dimensionamento de Calçadas Considerando o Nível de Satisfação do Pedestre*. Tese de Doutorado. Escola de Engenharia de São Carlos. Universidade de São Paulo.

CEARÁ (2009) – Governo do Estado do Ceará – Guia de Acessibilidade Física: Espaço Público e Edificado. 1 ed./ Elaboração: Nadja G S DUTRA Montenegro; Zilsa Maria Pinto SANTIAGO e Valdemice Costa de Sousa. Fortaleza: Secretaria da Infra-Estrutura do Ceará - SEINFRA-CE, 2009.

CTB, Código de Transito Brasileiro (1998) *Lei n. 9.503, de 23.09.97* (DOU 24.09.97 – Retif. DOU

25.09.97).

COOPER, R.A.; WOLF, E.B.S.; FITZGERALD, S.G.; DOBSON, A.; AMMER, W.; BONINGER, M. L. E COOPER, R. (2002). *Evaluation of selected sidewalk pavement surfaces. Department of Rehabilitation Science and Technology, Physical Medicine and Rehabilitation and Bioengineering.* University of Pittsburgh, Pittsburgh, PA, EUA.

DESENHO UNIVERSAL. Arquitetura para todos - Ambientes acessíveis como resultado do olhar para todos os indivíduos.

DUARTE, C. R.; COHEN, R. (2010). A Acessibilidade como Fator de Construção do Lugar. In: Desenho

FERREIRA, M. A.; Sanches, S. P. (2001) Índice de Qualidade das Calçadas – ICQ. Revista dos Transportes Públicos, vol. 9, Ano 23, São Paulo, p. 47-60.

FRUIN, J. J. (1971). *Designing for Pedestrians: A level-of-service concept.* New York Metropolitan Association of Urban Designers and Environmental Planners. Highway Research Record, nº 355.

GOLD, P.A.(2003) *Melhorando as Condições de Caminhada em Calçadas.* São Paulo – SP.

GOMIDE, A. Á. (2003) *Transporte Urbano e Inclusão Social.* Brasília: IPEA

GONDIM, M. F. (2001). *Transporte Não Motorizado na Legislação Urbana no Brasil.* Tese de Doutorado. Escola de Engenharia de Transportes, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 185p.

GROM (2009) *Grom Acústica e Automação.* Disponível em: <http://www.grom.com.br> . Acesso em 03 AGO. 2014.

GURGEL, M. a. Pessoas com Deficiência e o Direito ao Trabalho. Florianópolis: Obra Jurídica, 2007.

IBGE (2010). *Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.* Disponível em: <http://www.ibge.gov.br> . Acesso em: 24 jun. 2010.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION (1997). *Mechanical Vibration and Shocks – Evaluation os Human Exposure to Whole Body Vibration – Part 1: General Requiriments: ISO 2631/1. Second Edition.* Geneve.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION (1997). *Mechanical Vibration and*

*Shocks – Evaluation os Human Exposure to Whole Body Vibration – Part 2: General Requiriments: ISO 2631/1. Second Edition. Geneve.*

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION (2001). *Mechanical Vibration – Measurement and evaluation of human expose to hand- transmitted vibration – Part 1: General Requiriments: SIO 5349/1 . Second Edition. Geneve.*

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION (1990). *Human response to vibration – Measurement instrumentation – Part 1: General Requiriments: ISO 8041. First Edition. Geneve.*

KEPPE JR., Celso Luiz Guimaraes (2007). *Formulação de um indicador de acessibilidade das calçadas e travessias*. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de São Carlos.

LEMONS, André. Cultura da Mobilidade, Revista Famecos. Porto Alegre, no 40, UFBA/BA/BR, dezembro de 2009.

MELO, F. B. (2005) *Proposição de Medidas Favorecedoras à Acessibilidade e Mobilidade de Pedestres em Áreas Urbanas. Estudo de Caso: O centro de Fortaleza*. Dissertação de mestrado. Programa de Mestrado em Engenharia de Transportes. Universidade Federal do Ceará.

MORI, M.; TSUKAGUCHI, H. *A New Method for the Evaluation of Level of Service in Pedestrian Facilities*. *Transportation Research A*, vol. 21A, n. 3, p. 223-234, 1987.

ONU - ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. *Convention on the rights of persons with disabilities*. New York, 2008. Disponível em <<http://www.un.org/disabilities/default.asp?id=150>>. Acesso em: 6 JUL. 2014.

PIRES, Teresa Cristina Vieira; ELALI, Gleice Azambuja. “*Se Essa Rua Fosse Minha...*” *A calçada em um sistema sustentável de mobilidade urbana*. In: NUTAU 2008 – 7º Seminário Internacional: “Espaço Sustentável: Inovações em Edifícios e Cidade”. NUTAU/USP – Núcleo de pesquisa em Tecnologia da Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2008.

RABELO, Gilmar B. *Avaliação da acessibilidade de pessoas com deficiência física no transporte coletivo urbano*. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil, Universidade Federal de Uberlândia. Uberlândia, 2008.

REGAZZI, R.D. e XIMENES, G.M. (2005) *A importância da Avaliação da Vibração no Corpo Humano*. IMETRO. Rio de Janeiro, Brasil.

ROCHA, L.H.M. (2010). *Análise de vibrações transmitidas a carrinhos de bebês em percursos sobre calçadas*. Dissertação de Mestrado. Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília p.

SALIBA, T. M. – Manual Prático de Avaliação e Controle de Vibração. São Paulo: LTR, 2009.

SAMPEDRO, A. T. (2006). Procedimento para Avaliação da Segurança de Tráfego em Vias Urbanas. Instituto Militar de Engenharia. Dissertação de Mestrado. Rio de Janeiro, 2006.

SANTOS, L.M. (2002) *Desenvolvimento metodológico para valoração de defeitos de calçadas*. Dissertação de mestrado em transportes urbanos. Departamento de Engenharia Civil, Faculdade de Tecnologia, Universidade de Brasília: Brasília.

SANTOS, B.J.R. (2005) *A Qualidade do Serviço de Transporte Público Urbano*. Dissertação de mestrado em transportes urbanos . Universidade Católica de Goiás. Goiânia, GO

SARKAR, S. (1995) *Evaluation of Safety for Pedestrian at Macro and Microlevels in Urban Areas*. *Transportation Research Record*, nº 1502, p. 105-118, 1995.

SASSAKI, R. K. Conceito de acessibilidade. Rio de janeiro, 2006. Disponível em: <http://www.bengalalegal.com/romeusassaki.php>. Acesso em: 10 jun. 2014.

SILVA, Otto. Marques da Epopeia Ignorada: A pessoa Deficiente na História do Mundo de Ontem e de Hoje. São Paulo: CEDAS, 1986.

TELES, P. Caderno de Adesão 2005/2006 da rede Nacional de Cidades e Vilas com Mobilidade para Todos. APPLA, Universidade de Aveiro, 2005, p. 68.

TELES, P. Uma cidade acessível é mais competitiva, Revista 006 - Cubo - Acessibilidade e mobilidade, (Ambiente, arquitetura, design, construção, atualidade), 2007.

VENDRAME, A. C e PIANELLI, C. (2008) Vibração em corpo inteiro em operadores de empilhadeiras. Apresentação retirada do site [http://www.abiquim.org.br/12cong/pdfs/cristiana\\_pianelli.pdf](http://www.abiquim.org.br/12cong/pdfs/cristiana_pianelli.pdf), Acesso em: 12 jun. 2014.

VASCONCELLOS, E. A. *Urban transport, environment and equity: the case for deloping countries*. UK and USA, Earthscan publications, 2001.

XIMENES, G. M. Gestão ocupacional do corpo humano, aspectos técnicos e legais relacionados à saúde e segurança. Dissertação apresentada ao curso de Mestrado em sistemas de gestão da Universidade Fluminense. Niterói, 2006

WRIGHT, Charles L. *Limitações ao direito de ir e vir e o princípio do desenho universal*. In: WRIGHT, Charles L. (Editor). *Facilitando o transporte para todos*. Washington: Banco Interamericano de Desenvolvimento, 2001. 92p

---

# Apêndice A

---



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA  
FACULDADE DE ENGENHARIA CIVIL  
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL**



**INSPEÇÕES DOS TRECHOS SELECIONADOS PARA TESTE**

**FORMULÁRIO PARA COLETA DE DADOS GEOMÉTRICOS  
E PARA DESCRIÇÃO DO TRECHO  
(PAVIMENTAÇÃO DE CALÇADA)**

**TRECHO N°** \_\_\_\_\_

**MATERIAL DE REVESTIMENTO:** \_\_\_\_\_

**LARGURA EFETIVA:** \_\_\_\_\_

**COMPRIMENTO:** \_\_\_\_\_

**INCLINAÇÃO TRANSVERSAL:** \_\_\_\_\_

**INCLINAÇÃO LONGITUDINAL:** \_\_\_\_\_

**ESTADO DE CONSERVAÇÃO:** \_\_\_\_\_



---

# Apêndice B

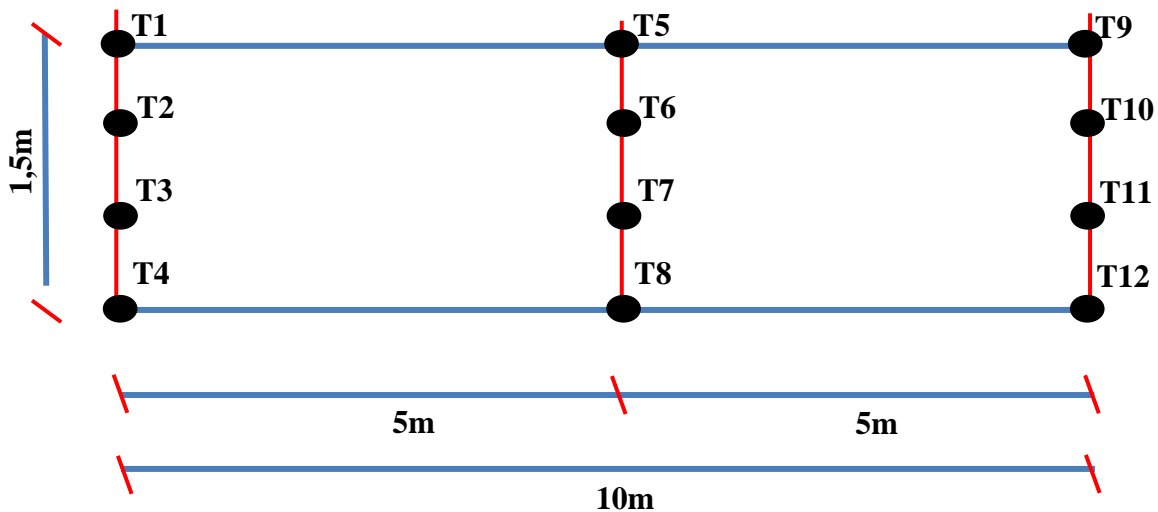
---

**TRECHO 1**  
**PAVIMENTAÇÃO DE CALÇADA: CIMENTADO ASPERO**

**NIVELAMENTO GEOMÉTRICO AFERIDO**

PONTOS	RÉ	VANTE	COTAS
<b>RN</b>	<b>796</b>		<b>872,1</b>
<b>T1</b>		<b>1388</b>	280,1
<b>T2</b>		1395	273,1
<b>T3</b>		1386	282,1
<b>T4</b>		1378	290,1
<b>T5</b>		1463	205,1
<b>T6</b>		1481	187,1
<b>T7</b>		1494	174,1
<b>T8</b>		1502	166,1
<b>T9</b>		1548	120,1
<b>T10</b>		1543	125,1
<b>T11</b>		1544	124,1
<b>T12</b>		1542	126,1

**CROQUI TRECHO 1**

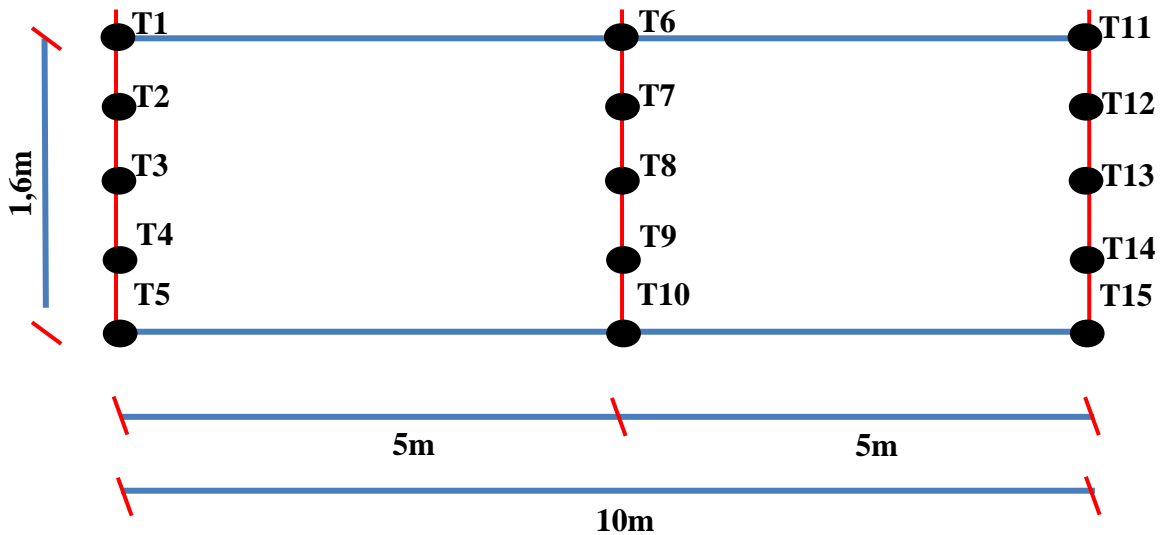


**TRECHO 2**  
**PAVIMENTAÇÃO DE CALÇADA: PISO INTERTRAVADO**

**NIVELAMENTO GEOMÉTRICO AFERIDO**

PONTOS	RÉ	VANTE	COTAS
<b>RN</b>	<b>944</b>		<b>872,1</b>
<b>T1</b>		<b>1604</b>	212,1
<b>T2</b>		1617	199,1
<b>T3</b>		1610	206,1
<b>T4</b>		1615	201,1
<b>T5</b>		1607	209,1
<b>T6</b>		1698	118,1
<b>T7</b>		1709	107,1
<b>T8</b>		1710	106,1
<b>T9</b>		1713	103,1
<b>T10</b>		1707	109,1
<b>T11</b>		1782	34,1
<b>T12</b>		1783	33,1
<b>T13</b>		1770	46,1
<b>T14</b>		1722	94,1
<b>T15</b>		1717	99,1

**CROQUI TRECHO 2**

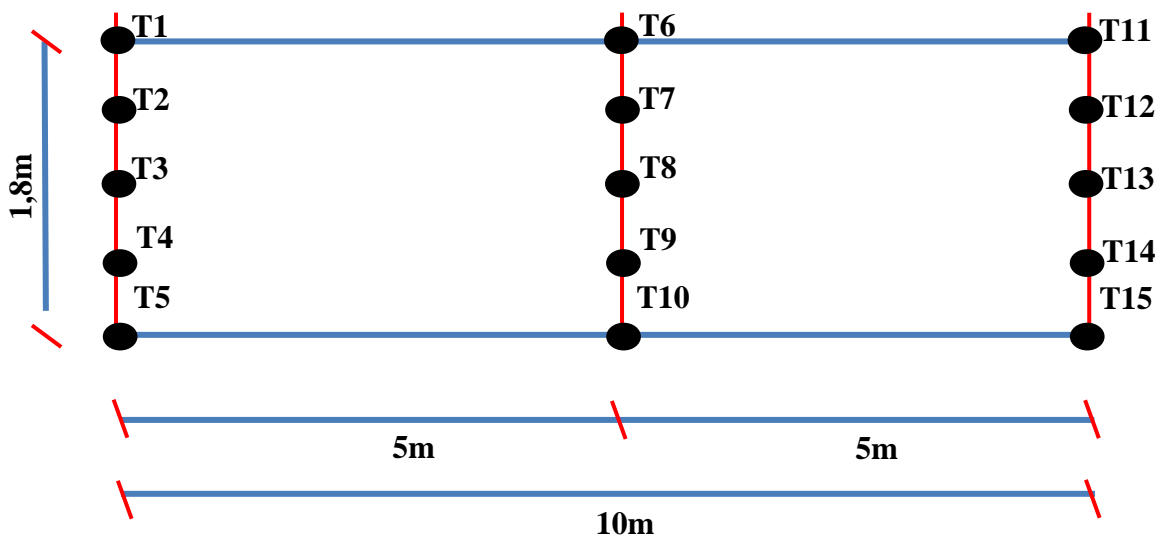


**TRECHO 3**  
**PAVIMENTAÇÃO DE CALÇADA: LADRILHO HIDRAULICO**

**NIVELAMENTO GEOMÉTRICO AFERIDO**

PONTOS	RÉ	VANTE	COTAS
RN	417		872,1
T1		1591	-301,9
T2		1588	-298,9
T3		1592	-302,9
T4		1597	-307,9
T5		1602	-312,9
T6		1640	-350,9
T7		1637	-347,9
T8		1639	-349,9
T9		1644	-354,9
T10		1652	-362,9
T11		1688	-398,9
T12		1684	-394,9
T13		1687	-397,9
T14		1686	-396,9
T15		1685	-395,9

**CROQUI TRECHO 3**



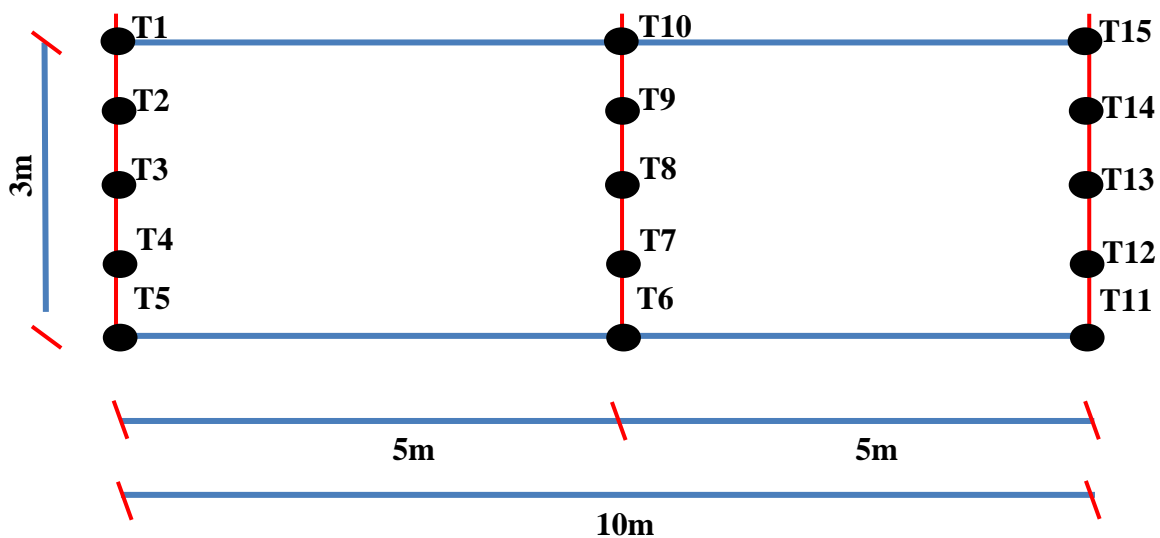
**TRECHO 4**  
**PAVIMENTAÇÃO DE CALÇADA: PEDRA MACAQUINHO**

**NIVELAMENTO GEOMÉTRICO AFERIDO**

PONTOS	RÉ	VANTE	COTAS
RN			1000
T1	1368		
T2		1355	
T3		1344	
T4		1348	
T5		1350	
T6		1314	
T7		1293	
T8		1287	
T9		1282	
T10		1280	
T11		1235	
T12		1237	
T13		1230	
T14		1218	
T15		1228	

OBS: COTA ARBITRÁRIA

**CROQUI TRECHO 4**



---

# Apêndice C

---



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA**  
**FACULDADE DE ENGENHARIA CIVIL**  
**PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL**



## FORMULÁRIO 1

(RELACIONADO AOS ASPECTOS GERAIS DO ENTREVISTADO)

CADEIRANTE Nº. \_\_\_\_\_

Data: 12/02/2015

Entrevistadora: Autora

Sexo: ( ) F ( ) M

Idade: \_\_\_\_\_

Peso Aproximado: \_\_\_\_\_

GRAU DE ESCOLARIDADE					RENDA FAMILIAR			
ENSINO FUND. ( )	ENSINO MEDIO ( )	SUPERIOR INCOMPLETO ( )	SUPER. COMPLETO ( )	PÓS GRAD. ( )	ATÉ 900 ( )	DE 900 A 1800 ( )	DE 1800 A 3600 ( )	MAIS DE 3000 ( )

## FORMULÁRIO 2

### Coleta de dados

### Pavimentação Cimentado Áspero

**Figura 1 : Pavimentação Cimentado Áspero**



Fonte: Autora

### DESCRIÇÃO DO TRECHO E DADOS GEOMÉTRICOS (PAVIMENTAÇÃO DE CALÇADA)

**TRECHO N° 1**

**MATERIAL DE REVESTIMENTO:** Cimentado Áspero

**LARGURA EFETIVA:** 1.51m

**COMPRIMENTO:** 10m

**INCLINAÇÃO TRANSVERSAL:** Visivelmente plana

**INCLINAÇÃO LONGITUDINAL:** Visivelmente plana, com leve inclinação.

**ESTADO DE CONSERVAÇÃO:** Para análise da conservação atual das pavimentações de calçadas, a inspeção foi visual, onde o critério adotado foi observar em cada trecho à ausência ou presença de defeitos na pavimentação, portanto essa pavimentação não apresenta buracos, degradações, mas, apresenta algumas irregularidades entre uma placa e outra.

**COM RELAÇÃO AO CONFORTO SENTIDO DURANTE O DESLOCAMENTO SOBRE ESSA PAVIMENTAÇÃO DE CALÇADA ASSINALE:**

<b>Confortável</b>	<b>Desconforto tolerável</b>	<b>Muito desconfortável</b>	<b>Extremamente</b>
desconfortável			
( )	( )	( )	( )

**SENTIU ALGUM SINTOMA OU MAL ESTAR DURANTE O DESLOCAMENTO ?**

<b>Sim</b>	<b>Não</b>
( )	( )

**CASO TENHA SENTIDO ALGUM SINTOMA DURANTE O DESLOCAMENTO SOBRE ESSA PAVIMENTAÇÃO DE CALÇADA ASSINALE:**

<b>Visão turva</b>	<b>Náusea</b>	<b>Dor na coluna</b>	<b>Dores de cabeça</b>	<b>Dor abdominal</b>
( )	( )	( )	( )	( )

**\*\*QUESTIONARIO BASEADO NAS RECOMENDAÇÕES DA ISO 2631-1 (1997)**



## FORMULÁRIO 2

### Coleta de dados

### Pavimentação Bloco Intertravado

**Figura 2 : Pavimentação Bloco Intertravado**



Fonte: Autora

#### DESCRIÇÃO DO TRECHO E DADOS GEOMÉTRICOS (PAVIMENTAÇÃO DE CALÇADA)

**TRECHO N° 2**

**MATERIAL DE REVESTIMENTO:** Bloco Intertravado

**LARGURA EFETIVA:** 1.60m

**COMPRIMENTO:** 10m

**INCLINAÇÃO TRANSVERSAL:** Visivelmente plana

**INCLINAÇÃO LONGITUDINAL:** Visivelmente plana, com leve inclinação.

**ESTADO DE CONSERVAÇÃO:** Para análise da conservação atual das pavimentações de calçadas, a inspeção foi visual, onde o critério adotado foi observar em cada trecho à ausência ou presença de defeitos na pavimentação, portanto essa pavimentação não apresenta buracos, degradações, mas, apresenta algumas irregularidades com relação à espessura entre os blocos com sucros superiores a 5mm.

**COM RELAÇÃO AO CONFORTO SENTIDO DURANTE O DESLOCAMENTO SOBRE ESSA PAVIMENTAÇÃO DE CALÇADA ASSINALE:**

<b>Confortável</b>	<b>Desconforto tolerável</b>	<b>Muito desconfortável</b>	<b>Extremamente desconfortável</b>
( )	( )	( )	( )

**SENTIU ALGUM SINTOMA OU MAL ESTAR DURANTE O DESLOCAMENTO ?**

<b>Sim</b>	<b>Não</b>
( )	( )

**CASO TENHA SENTIDO ALGUM SINTOMA DURANTE O DESLOCAMENTO SOBRE ESSA PAVIMENTAÇÃO DE CALÇADA ASSINALE:**

<b>Visão turva</b>	<b>Náusea</b>	<b>Dor na coluna</b>	<b>Dores de cabeça</b>	<b>Dor abdominal</b>
( )	( )	( )	( )	( )

\*\*QUESTIONARIO BASEADO NAS RECOMENDAÇÕES DA ISO 2631-1 (1997)

## FORMULÁRIO 2

### Coleta de dados

### Pavimentação Ladrilho Hidráulico

**Figura 3: Pavimentação Ladrilho Hidráulico**



Fonte: Autora

#### DESCRIÇÃO DO TRECHO E DADOS GEOMÉTRICOS (PAVIMENTAÇÃO DE CALÇADA)

**TRECHO N° 3**

**MATERIAL DE REVESTIMENTO:** Ladrilho Hidráulico

**LARGURA EFETIVA:** 1.80m

**COMPRIMENTO:** 10m

**INCLINAÇÃO TRANSVERSAL:** Visivelmente plana

**INCLINAÇÃO LONGITUDINAL:** Visivelmente plana, com leve inclinação.

**ESTADO DE CONSERVAÇÃO:** Para análise da conservação atual das pavimentações de calçadas, a inspeção foi visual, onde o critério adotado foi observar em cada trecho à ausência ou presença de defeitos na pavimentação, portanto essa pavimentação não apresenta buracos, degradações, mas, apresenta algumas irregularidades com relação à espessura apresentando sucros superiores a 5mm.

**COM RELAÇÃO AO CONFORTO SENTIDO DURANTE O DESLOCAMENTO SOBRE ESSA PAVIMENTAÇÃO DE CALÇADA ASSINALE:**

**Confortável**  
( )

**Desconforto tolerável**  
( )

**Muito desconfortável**  
( )

**Extremamente desconfortável**  
( )

**SENTIU ALGUM SINTOMA OU MAL ESTAR DURANTE O DESLOCAMENTO ?**

**Sim**  
( )

**Não**  
( )

**CASO TENHA SENTIDO ALGUM SINTOMA DURANTE O DESLOCAMENTO SOBRE ESSA PAVIMENTAÇÃO DE CALÇADA ASSINALE:**

**Visão turva**  
( )

**Náusea**  
( )

**Dor na coluna**  
( )

**Dores de cabeça**  
( )

**Dor abdominal**  
( )

**\*\*QUESTIONARIO BASEADO NAS RECOMENDAÇÕES DA ISO 2631-1 (1997)**

**FORMULÁRIO 2**  
Coleta de dados  
Pavimentação Pedra Macaquinho

**Figura 4: Pavimentação Pedra Macaquinho**



Fonte: Autora

**DESCRIÇÃO DO TRECHO E DADOS  
GEOMÉTRICOS  
(PAVIMENTAÇÃO DE CALÇADA)**

**TRECHO N° 4**

**MATERIAL DE REVESTIMENTO:** Pedra Macaquinho

**LARGURA EFETIVA:** 3.0m

**COMPRIMENTO:** 10m

**INCLINAÇÃO TRANSVERSAL:** Visivelmente plana

**INCLINAÇÃO LONGITUDINAL:** Visivelmente plana, com leve inclinação.

**ESTADO DE CONSERVAÇÃO:** Para análise da conservação atual das pavimentações de calçadas, a inspeção foi visual, onde o critério adotado foi observar em cada trecho à ausência ou presença de defeitos na pavimentação, portanto essa pavimentação não apresenta buracos, degradações.

**COM RELAÇÃO AO CONFORTO SENTIDO DURANTE O DESLOCAMENTO SOBRE ESSA PAVIMENTAÇÃO DE CALÇADA ASSINALE:**

<b>Confortável</b>	<b>Desconforto tolerável</b>	<b>Muito desconfortável</b>	<b>Extremamente</b>
<b>desconfortável</b>			
( )	( )	( )	( )

**SENTIU ALGUM SINTOMA OU MAL ESTAR DURANTE O DESLOCAMENTO ?**

<b>Sim</b>	<b>Não</b>
( )	( )

**CASO TENHA SENTIDO ALGUM SINTOMA DURANTE O DESLOCAMENTO SOBRE ESSA PAVIMENTAÇÃO DE CALÇADA ASSINALE:**

<b>Visão turva</b>	<b>Náusea</b>	<b>Dor na coluna</b>	<b>Dores de cabeça</b>	<b>Dor abdominal</b>
( )	( )	( )	( )	( )

**\*\*QUESTIONARIO BASEADO NAS RECOMENDAÇÕES DA ISO 2631-1 (1997)**

