



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**Procedimentos metodológicos para a avaliação da  
acessibilidade de estruturas de circulação de pedestre  
com vistas ao projeto de “antropovias”.**

DISSERTAÇÃO SUBMETIDA À UFPE  
COMO REQUISITO PARA OBTENÇÃO DE GRAU DE MESTRE  
POR

ARTHUR HENRIQUE NEVES BAPTISTA

Orientadora: Profa. Laura Bezerra Martins

RECIFE, NOVEMBRO de 2003.



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**PARECER DA COMISSÃO EXAMINADORA  
DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO DE  
MESTRADO ACADÊMICO DE  
ARTHUR HENRIQUE NEVES BAPTISTA**

**Procedimentos metodológicos para a avaliação da  
acessibilidade de estruturas de circulação de pedestre  
com vistas ao projeto de “antropovias”.**

ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: GERÊNCIA DA PRODUÇÃO

A comissão examinadora, composta pelos professores abaixo, sob a presidência do(a) primeiro(a), considera o candidato ARTHUR HENRIQUE NEVES BAPTISTA **APROVADO**.

Recife, 29 de Novembro de 2003.

---

Prof. LAURA BEZERRA MARTINS, Doutor (UFPE)

---

Prof. MARCELO MÁRCIO SOARES, PhD (UFPE)

---

Prof. VERA HELENA MORO BINS ELY, Doutor (UFSC).

## **AGRADECIMENTOS**

Gostaríamos de agradecer a contribuição de todos aqueles que colaboraram direta ou indiretamente para a realização desse trabalho:

Aos familiares, pelo apoio e paciência;

Aos colegas e amigos, pelo companheirismo, motivação e troca de conhecimentos;

A todos os professores do colégio, graduação e especialização, pela nossa formação pessoal e profissional;

A nossa orientadora, pela dedicação e empenho a este trabalho e pelas lições de vida;

Ao PPGEP – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção – Professores e funcionários, pelas lições aprendidas, pelo apoio técnico e pela realização do curso de mestrado;

Aos membros da banca, pela atenção e importantes recomendações;

A CAPES - Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – pela bolsa de estudo recebida durante boa parte do curso.

## RESUMO

Este estudo aborda a temática da Acessibilidade e do Design Universal, visando a adequação das estruturas de circulação de pedestres, no espaço urbano das cidades. O enfoque teórico proposto parte de uma abordagem ergonômica, onde a mobilidade é analisada como uma atividade de deslocamento e orientação realizada por um ser humano, com suas habilidades e limitações físicas e sensoriais, que atua sobre um ambiente construído e sob a influência de um cenário estabelecido. Neste contexto, o trabalho propõe um conjunto de procedimentos metodológicos de análise e avaliação da qualidade de acessibilidade e do uso dos espaços de circulações dos pedestres no meio urbano. O termo “Antropovia” é definido, na pesquisa, como uma estrutura de circulação pública, de fim social, destinada à acessibilidade de forma universal do ser humano, com conforto, segurança e autonomia, visando a produtividade, competitividade e qualidade de vida para a sociedade. Uma Antropovia é alcançada quando, após a sua análise e avaliação, é classificada como uma rota acessível a todos, garantindo a equiparação de oportunidades, a integração social e o exercício pleno da cidadania.

Conclui-se o trabalho com considerações sobre o desenvolvimento do estudo, que resulta em um instrumento aplicável para a detecção de problemas, avaliação do ambiente construído e análise de alternativas de projeto.

### **Palavras-chave:**

Acessibilidade, Design Universal, Ergonomia do Ambiente Construído, Qualidade de Vida.

## **ABSTRACT**

This study deals with the subject of Universal Design and Accessibility aiming at making adequate pedestrian circulation structures in the urban space of cities. The proposed theoretical focus is based upon an ergonomic approach, in which mobility is analyzed as a transit and orientation activity accomplished by a human being, considering his abilities and limitations both sensorial and physical, who acts on a built environment and under the influence of an established setting. In this context, this study proposes a set of methodological analysis and evaluation procedures regarding accessibility quality and the use of pedestrian circulation spaces in the urban environment. The word “antropovia” is defined, in this research, as a public circulation structure, of social purpose, meant for universal accessibility by the human being, with comfort, safety and autonomy and aiming at providing productivity, competition and quality of life for the society. Antropovia is reached when, after its analysis and evaluation, it is classified as a route accessible for all, assuring the equality of opportunities, social integration and full fulfillment of citizenship.

This work is concluded with some considerations about the development of the study that results in an instrument that can be used in detecting problems, building environment evaluation and alternatives project analysis.

### **Keywords:**

Accessibility, Universal Design, Ergonomics of the Built Environment, Quality of Life.

# SUMÁRIO

<b>LISTA DE TABELAS</b> .....	<b>VIII</b>
<b>LISTA DE FIGURAS</b> .....	<b>IX</b>
<b>LISTA DE ABREVIATURAS</b> .....	<b>X</b>
<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	<b>1</b>
1.1 APRESENTAÇÃO DA TEMÁTICA.....	1
1.2 OBJETIVOS.....	3
1.3 JUSTIFICATIVA.....	3
1.4 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO .....	7
<b>PARTE I - CONTEXTUALIZAÇÃO</b> .....	<b>8</b>
<b>2. PRINCÍPIOS NORTEADORES</b> .....	<b>9</b>
2.1 PROJETO PARA TODOS .....	9
2.2 ERGONOMIA .....	19
2.2.1 <i>Aplicação ao Ambiente Construído</i> .....	20
2.2.2 <i>Aplicação às Pessoas com Necessidades Especiais</i> .....	23
<b>3. PARÂMETROS HUMANOS</b> .....	<b>29</b>
3.1 PERCEPÇÃO AMBIENTAL .....	29
3.1.1 <i>Percepção Sensorial</i> .....	30
3.1.2 <i>Processo Cognitivo para interpretação das informações</i> .....	34
3.1.3 <i>Comportamento Ambiental</i> .....	36
3.1.4 <i>Fenômenos Existenciais</i> .....	37
3.2 ANTROPOMETRIA .....	39
3.2.1 <i>Uso de dados antropométricos</i> .....	40
3.2.2 <i>Falácias em antropometria</i> .....	42
3.2.3 <i>Proxêmica</i> .....	42
3.3 CONFORTO.....	45
3.3.1 <i>Conforto Climático</i> .....	45
3.3.2 <i>Conforto Sonoro</i> .....	47
3.3.3 <i>Conforto Visual</i> .....	48
3.3.4 <i>Conforto Biomecânico</i> .....	49
3.3.5 <i>Outros Fatores</i> .....	51
<b>4. A TAREFA</b> .....	<b>53</b>
4.1 CARACTERÍSTICAS DA TAREFA .....	54
4.1.1 <i>Objetivo da Tarefa</i> .....	54
4.1.2 <i>Caracterização dos usuários</i> .....	55
4.1.3 <i>Equipamentos envolvidos</i> .....	55
4.1.4 <i>Função do pedestre no sistema de transporte</i> .....	56
4.1.5 <i>Condições operacionais</i> .....	57
4.1.6 <i>Condições Ambientais</i> .....	58
4.1.7 <i>Problemas e riscos da tarefa</i> .....	58
4.2 ATIVIDADES COMPONENTES DA TAREFA.....	60

4.3 DEMANDAS DA TAREFA.....	61
<b>5. O AMBIENTE CONSTRUÍDO (ESTRUTURA DE CIRCULAÇÃO PARA PEDESTRES) .....</b>	<b>63</b>
5.1 CIRCULAÇÃO HORIZONTAL EXTERNA .....	64
5.2 CIRCULAÇÃO VERTICAL EXTERNA.....	66
5.3 TRAVESSIAS DE PEDESTRE.....	69
5.4 COMUNICAÇÃO E SINALIZAÇÃO .....	72
5.4.1 Sinalização Visual .....	73
5.4.2 Sinalização Tátil.....	77
5.4.3 Sinalização Sonora.....	80
5.5 AVALIAÇÃO DE AMBIENTES.....	81
<b>6. O CENÁRIO ESTABELECIDO.....</b>	<b>83</b>
6.1 CONDIÇÕES AMBIENTAIS URBANAS .....	83
6.2 CONDIÇÕES REGIONAIS (PLANEJAMENTO) .....	84
6.3 CONDIÇÕES MORFOLÓGICAS .....	85
6.4 CONDIÇÕES CULTURAIS .....	86
6.5 CONDIÇÕES LEGAIS .....	87
6.6 CONDIÇÕES SÓCIO-ECONÔMICAS E TECNOLÓGICAS.....	89
6.7 CONFLITOS COM ÍNFRA-ESTRUTURAIS E SERVIÇOS URBANOS .....	90
<b>7. LIÇÕES APRENDIDAS.....</b>	<b>91</b>
<b>PARTE II – PROPOSTA DO TRABALHO.....</b>	<b>95</b>
<b>8. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS ADOTADOS.....</b>	<b>96</b>
8.1 SISTEMATIZAÇÃO .....	98
8.2 ANÁLISE DO CENÁRIO ESTABELECIDO E DOS SEUS SISTEMAS CONCORRENTES.....	104
8.2.1 O cenário estabelecido.....	104
8.2.2 Conflitos com os sistemas concorrentes .....	106
8.2.3 Interpretação subjetiva .....	108
8.3 TIPIFICAÇÃO DOS USUÁRIOS SEGUNDO SUAS NECESSIDADES ESPECIAIS.....	108
8.4 REUNIÃO E DESCRIÇÃO DOS INDICADORES.....	114
8.5 MÉTODO DO ESPECTRO DE ACESSIBILIDADE .....	119
8.5 MAPEAMENTO DE RISCOS E DESCONFORTOS .....	126
<b>9. A ANTROPOVIA.....</b>	<b>128</b>
9.1 DELIMITAÇÃO.....	128
9.2 CLASSIFICAÇÃO.....	130
9.3 REQUISITOS .....	131
9.4 GESTÃO E CAPTAÇÃO DE RECURSOS .....	132
<b>10. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>134</b>
10.1 CONCLUSÕES .....	134
10.2 DESDOBRAMENTOS .....	135
<b>REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>137</b>

## LISTA DE TABELAS

Tabela 3.1: Escala de Beaufort. Fonte: Penwarden Apud Mascaró (1996).....	47
Tabela 3.2: O Nível de Ruído do trânsito das ruas (medido em frente às janelas). Fonte: Grandjean (1998).....	48
Tabela 3.3: Efeitos psicológicos das cores. Fonte: Grandjean (1998).....	49
Tabela 4.1: Numero de viagens diárias por motivo na RMSP,1997. Fonte: CMSP (1998) (tabulado pelo autor).....	54
Tabela 4.2: Frequências no papel de pedestre. Fonte: Vasconcellos (2001) (resumido pelo autor).....	55
Tabela 4.3: Distâncias percorridas e espaço consumido pelas pessoas a pé, RMSP,1997. Fonte: CMSP, 1998 Apud Vasconcellos (2000). ....	57
Tabela 4.4: Representatividade das viagens a pé por tempo de caminhada, Pequim e São Paulo. Fonte: Jing e Tanaboriboon (1994), Pequim e CMSP (1998), São Paulo, Apud Vasconcellos (2000). ....	57
Tabela 4.5: Acidentes de trânsito em São Paulo, 1991. Fonte: Vasconcellos (2001) .....	59
Tabela 4.6: Problemas de mobilidade no papel de pedestre de acordo com a condição social. Fonte: Vasconcellos (2001) (resumido) .....	60
Tabela 4.7: Principais atividades componentes da tarefa do pedestre.....	60
Tabela 5.1: Quadro comparativo de parâmetros, por países, das especificações de rotas acessíveis, quanto a circulação horizontal externa. ....	65
Tabela 5.2: Quadro comparativo de parâmetros, por países, das especificações de rotas acessíveis, para rampas.....	67
Tabela 5.3: Quadro comparativo de parâmetros, por países, das especificações de rotas acessíveis, para escadas. ....	68
Tabela 5.4: Quadro comparativo de parâmetros, por países, das especificações de rotas acessíveis, para corrimões. ....	69
Tabela 5.5: Quadro comparativo de parâmetros, por países, das especificações para rotas acessíveis, quanto ao rebaixamento de calçadas para travessias de pedestres. ....	70
Tabela 5.6: contraste de cor em função da iluminação do ambiente. Fonte: NBR9050/2003 .	74
Tabela 5.7: relação distância de leitura e altura da letra. Fonte: Iida (1990).....	74
Tabela 5.8: Quadro comparativo de parâmetros, por países, das especificações para rotas acessíveis, quanto às especificações dos pisos táteis de advertência. ....	79
Tabela 8.1: Exemplos de questões para a análise do cenário estabelecido. ....	104
Tabela 8.2: Tipificação dos usuários. ....	112
Tabela 8.3: Indicadores simples para o Método do Espectro de Acessibilidade.....	114
Tabela 8.4: Indicadores compostos para o Método do Espectro de Acessibilidade.....	115
Tabela 8.5: Referência de parâmetros para os indicadores simples .....	118
Tabela 8.6: Interpretação dos resultados .....	122
Tabela 8.7: Checagem e resultados .....	123
Tabela 8.8: Fatores para o Mapeamento de Situações de Risco e Desconforto .....	127



## LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1: Design Universal e Ajudas Técnicas. Fonte: López (2002).....	11
Figura 2.2: Cadeia de Acessibilidade Integral. Fonte: Interpretação a partir de Ubierna, (1997). .....	16
Figura 2.3: Custos Humanos do Trabalho da tarefa do pedestre. Fonte: Adaptado a partir de Moraes & Mont’Alvão (2000).....	20
Figura 2.4: Disciplinas que contribuem com a Ergonomia do Ambiente Construído.....	22
Figura 2.5: Interação entre os componentes da CIF. Fonte:OMS (2001). .....	27
Figura 3.1: Esquema teórico do processo perceptivo. Fonte: Del Rio (1999).....	30
Figura 3.2: Curvas Isossônicas. Fonte:Iida (1990).....	32
Figura 3.3: Valores médios dos movimentos voluntários. Fonte Iida (1990) .....	41
Figura 3.4: zonas do espaço pessoal. Fonte: Iida (1990) .....	44
Figura 3.5: Nomograma de Temperatura Efetiva para pessoas normalmente vestidas, em trabalho leve. Fonte: Koenigsberger Apud Frota & Schiffer (1995). .....	46
Figura 5.1: (A) Símbolo Internacional do Acesso, (B) Símbolo Internacional da Pessoa com Deficiência Visual e (C) Símbolo Internacional da Pessoa com Surdez. ....	73
Figura 5.2: Proporções recomendadas em letras para facilitar legibilidade. Fonte Iida (1990)	75
Figura 5.3: Ângulo de visual – Plano horizontal. Fonte NBR9050/2003 .....	75
Figura 5.4: Cones visuais de pessoa em pé - exemplo. Fonte NBR9050/2003 .....	76
Figura 5.5: Cones visuais de pessoa de pessoas em cadeira de rodas - exemplo. Fonte NBR9050/2003 .....	76
Figura 5.5: Células Braille. Dimensões em (mm). Fonte: NBR9050/2003.....	77
Figura 5.6: Sinalização tátil – exemplo. Dimensões em (mm). Fonte: NBR9050/2003. ....	77
Figura 5.7: Sinalização tátil de alerta. Dimensões em (mm) Fonte NBR9050/2003 .....	78
Figura 5.8: sinalização tátil direcional – modulação do piso. Dimensões em (mm) Fonte: NBR9050/2003 .....	79
Figura 5.9: composição da sinalização tátil de alerta e direcional – exemplo. Fonte: NBR9050/2003 .....	80
Figura 8.1: Modelagem do sistema alvo.....	100
Figura 8.2: Supra- Sistema Circulação. ....	101
Figura 8.3: Ambiente do Sistema .....	103
Figura 8.4: Interpretação subjetiva para a análise do cenário.....	108
Figura 8.5: Representação dos usuários de acordo com os diversos níveis de deficiências. Fonte: Soares (1998).....	110
Figura 8.6: procedimento para tipificação dos usuários. ....	111
Figura 8.7: Exemplos para aferição dos indicadores simples.....	117
Figura 8.8: Metáfora do Método do Espectro de Acessibilidade .....	119
Figura 8.9: Ponderação dos indicadores .....	121
Figura 8.10: representação das dificuldades enfrentadas pelos usuários. Fonte da foto: CREA, 2002. ....	124
Figura 8.11: Exemplo de ambiente com boas condições de acessibilidade. Fonte do desenho: CREA (2002).....	125
Figura 8.12: simulação de uma malha de percursos com diversas secções.....	126